

T  
448

 XOCHIMILCO SERVICIOS DE INFORMACION  
ARCHIVO HISTORICO

87712



**Capacidades Innovadoras en la Industria Maquiladora  
de Exportación en México: El caso de DELPHI CORP.  
una empresa proveedora del sector automotriz**

**TESIS PRESENTADA EN LA DIVISIÓN DE CIENCIAS  
SOCIALES PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTORA EN CIENCIAS SOCIALES  
CON ESPECIALIDAD EN DESARROLLO TECNOLÓGICO**

Por:

**Aryenis Arias Navarro**

Directora de la tesis:

**Dra. Gabriela Dutrénit B.**

## **DEDICATORIA**

*Esta tesis está dedicada a mi Familia:*

*Mis Padres Flor María y José Antonio, por el amor incondicional  
y por apoyarme en mis decisiones y convicciones.*

*Mi Hermano William y su esposa Paty, por su solidaridad  
y el apoyo permanente.*

*Mi sobrino Juan Sebastián, por su espontaneidad  
y por la felicidad y el amor con que espera mi regreso.*

*Mi tía Emperita, por la compañía  
y el amor de madre que siempre me ha dado.*

*Mi novio Eric, por enseñarme lo que significa amar de verdad,  
y por el apoyo en todo momento.*

*Mi tía María Elena, mi tío Dioni y mi prima Sthercita, por que fueron  
importantes en mi vida y hoy los extraño mucho.*

*Gracias por todo, los amo.*

## AGRADECIMIENTOS

*Quiero hacer un reconocimiento a las personas y entidades, que de una u otra manera, contribuyeron a que hoy esta tesis sea una realidad. Por su apoyo... Gracias.*

*A mi directora de tesis, Dra. Gabriela Dutrénit por el apoyo constante y por las recomendaciones que le dieron a la tesis mayor objetividad.*

*A mis sinodales, Dra. Rosalba Casas, Dr. Alfredo Hualde, Mtro. Lorenzo Rodríguez, Dr. Arturo Lara R., Dr. Daniel Villavicencio y Dr. Alexandre O. Vera-Cruz por la paciencia para leer el documento final y por las sugerencias realizadas con el fin de obtener un mejor trabajo.*

*A los Directivos y el personal de la empresa DELPHI CORP. en México, por proporcionarme el material necesario para la realización de esta investigación. Especialmente quiero agradecer al Mtro. Lorenzo Rodríguez y al Ing. Jerry Haller por la información y el tiempo que me proporcionaron y por las gestiones que realizaron en las divisiones de E&C y Saginaw.*

*A mi amor, Eric Brisson por la compañía, el apoyo emocional en los momentos difíciles y el estímulo permanente.*

*A mis buenos amig@s, Mercedes, Rafael, Eduardo, Héctor, Ernesto, José Luis, Camelia, María Luisa, Guido, doña Rosita y especialmente a mi hermana Alina por el apoyo y por los buenos momentos pasados en su compañía.*

*A mis queridas amigas, Nellypa, María Elena, Doralba y Diana por el apoyo incondicional y sus buenos deseos.*

*A la sra. Mary y su familia por el afecto, la compañía y el apoyo.*

*Al sr. Luis Arias y su esposa la sra. Alicia por la solidaridad y el afecto.*

*A Claudia Ramírez y Berta González por su disposición para ayudarme.*

*Al CONACYT por darme la beca a través del proyecto de investigación G34358-S denominado "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la generación de capacidades tecnológicas en empresas maquiladoras de la frontera norte".*

*A Dios por la fortaleza espiritual.*

## Tabla de Contenido

1. Introducción .....	1
Capítulo 2. Marco Teórico y Conceptual.....	9
2.1 Aprendizaje y capacidades tecnológicas.....	10
2.1.1 Aprendizaje tecnológico.....	10
2.1.2 Capacidades tecnológicas.....	13
2.1.3 Taxonomía de capacidades tecnológicas .....	17
2.2 Empresas globales e internacionalización de las capacidades tecnológicas .....	22
2.2.1 Empresas multinacionales y globales.....	24
2.2.2 Estrategia de las empresas globales .....	29
2.2.3 Re-localización de las actividades de I+D de las empresas globales.....	35
2.2.4 Internacionalización de las capacidades tecnológicas innovadoras.....	39
2.2.4.1 Inexistencia o poca ocurrencia de la internacionalización.....	40
2.2.4.2 Existencia condicionada de la internacionalización.....	41
2.2.4.3 Internacionalización de capacidades.....	43
2.2.5 Estrategia de las subsidiarias en términos del tipo de I+D.....	45
2.3 Literatura desarrollada en torno a la IME en México .....	49
2.4 Conclusión.....	56
Capítulo 3. Marco analítico.....	60
3.1 Estructura conceptual .....	60
3.2 La matriz de capacidades tecnológicas de la industria maquiladora de exportación.....	63
3.3 Estructura analítica.....	67
Capítulo 4. Metodología.....	70
4.1 Selección de la estrategia de investigación .....	71
4.2 Acerca de la investigación .....	74
4.3 Diseño de la investigación de estudio de caso .....	75
4.3.1 Preguntas del estudio de caso.....	75
4.3.2 Propositiones teóricas.....	76
4.3.3 Unidad de Análisis .....	77
4.3.4 Revisión bibliográfica .....	77
4.3.5 Protocolo para la recolección de datos.....	78
4.3.6 Recopilación de datos y fuentes de información.....	78
4.3.6.1 Entrevistas.....	79
4.3.6.2 Otras fuentes de información .....	86
4.3.7 Análisis de la evidencia.....	87

4.3.7.1 Interpretación de datos .....	87
4.3.7.2 Medición .....	88
4.4 Mecanismos de validez y confiabilidad .....	92
Capítulo 5. La Industria Maquiladora y el Sector Automotriz.....	94
5.1 La Industria Maquiladora de Exportación en México (IME).....	94
5.1.1 Antecedentes de la IME .....	94
5.1.2 Evolución de la IME y su marco legal .....	97
5.1.3 Desempeño e impacto de la IME en México .....	107
5.1.4 La IME y el sector de equipo de transporte .....	113
5.2 El Sector Automotriz.....	116
5.2.1 Antecedentes y cambio tecnológico en el sector automotriz .....	116
5.2.2 Etapas de producción en el sector automotriz.....	120
5.2.3 Suministro de componentes .....	122
5.2.4 El sector y la globalización de las empresas .....	125
5.2.5 El Sector Automotriz en México.....	126
5.2.5.1 Importancia del sector automotriz en la industria manufacturera mexicana .....	131
5.2.5.2 Industria de Autopartes .....	133
5.3 Conclusión.....	140
Capítulo 6. La Empresa.....	142
6.1 Delphi Corp.....	142
6.1.1 Visión, Misión y Filosofía.....	143
6.1.2 Divisiones y líneas de negocio.....	144
6.1.3 Ventas.....	145
6.1.4 Presencia mundial .....	146
6.1.5 Delphi Technologies Inc. ....	148
6.1.6 Clientes.....	150
6.1.7 Proveedores .....	150
6.1.8 Competidores .....	151
6.1.9 Calidad .....	153
6.2 Las Operaciones Mexicanas de Delphi .....	154
6.2.1 Historia y Evolución .....	154
6.2.2 Presencia de Delphi Corp. en México.....	157
6.2.2.1 Proveedores Mexicanos .....	160
6.2.2.2 Directivos Mexicanos.....	161
6.3 Conclusión.....	163
Capítulo 7. Centro Técnico en México (MTC).....	164
7.1 Razones para instalar el Centro Técnico en México.....	167

7.2 Diseño en el MTC .....	170
7.2.1 Fase 00. Preliminar.....	174
7.2.2 Fase 0. Inicio de la idea.....	176
7.2.3 Fase 1. Elaboración del diseño.....	176
7.2.4 Fase 2. Validación.....	178
7.2.5 Fase 3. Mejora continua .....	180
7.2.6 Patentes .....	181
7.3 Conclusión.....	182
Capítulo 8. El proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en la línea de negocio de Sensores y Actuadores de la división Energy & Chasis Systems .....	185
8.1 Descripción técnica de la línea de negocio .....	185
8.2 Etapas de acumulación en la línea de negocio .....	191
8.2.1 Etapa I. Ensamble simple de pocos componentes (1979-1988).....	192
8.2.1.1 Descripción general de la evolución de la etapa .....	192
8.2.1.2 Descripción de las capacidades tecnológicas por función técnica.....	192
8.2.1.3 Evaluación de la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas en la etapa I .....	200
8.2.2 Etapa II. Ensamble complejo de productos (1989-1994).....	201
8.2.2.1 Descripción general de la evolución de la etapa .....	201
8.2.2.2 Descripción de las capacidades tecnológicas por función técnica.....	206
8.2.2.3 Evaluación de la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas en la etapa II.....	211
8.2.3 Etapa III. Diseño de productos (1995-2002).....	212
8.2.3.1 Descripción general de la evolución de la etapa .....	212
8.2.3.2 Descripción de las capacidades tecnológicas por función técnica.....	224
8.2.3.3 Evaluación de la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas en la etapa III .....	255
8.3 Conclusión del capítulo.....	257
Capítulo 9. El proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en el negocio de la Caja de dirección de la división Saginaw Steering Systems .....	261
9.1 Descripción técnica del negocio.....	261
9.2 Etapas de acumulación en el negocio de la caja de dirección.....	267
9.2.1 Etapa I. Ensamble y manufactura simple de productos (1984-1995) .....	268
9.2.1.1 Descripción general de la evolución de la etapa .....	268
9.2.1.2 Descripción de las capacidades tecnológicas por función técnica.....	271
9.2.1.3 Evaluación de la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas etapa I .....	274
9.2.2 Etapa II. Ensamble complejo de productos (1996-2002).....	275
9.2.2.1 Descripción general de la evolución de la etapa .....	275

9.2.2.2 Descripción de las capacidades tecnológicas por función técnica .....	281
9.2.2.3 Evaluación de la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas etapa II.....	303
9.3 Conclusión de capítulo.....	304
 Capítulo 10. Las capacidades tecnológicas innovadoras en el negocio de la Flecha Intermedia del sistema de dirección de la división Saginaw Steering Systems .....	307
10.1 Descripción técnica del negocio.....	307
10.2 Capacidades tecnológicas innovadoras en el negocio de la flecha intermedia .....	315
10.2.1 Capacidades centradas en el proceso y organización de la producción .....	316
10.2.2 Capacidades centradas en el producto.....	319
10.2.3 Capacidades centradas en la vinculación externa .....	320
10.3 Conclusión de capítulo .....	322
 Capítulo 11. Análisis sobre las Capacidades de Innovación de Delphi Corp. en México.....	324
11.1 Análisis comparativo de capacidades innovadoras entre los negocios de sensores y actuadores, la caja de dirección y la flecha intermedia del sistema de dirección .....	324
11.1.1 Comparación en términos del proceso de acumulación: Sensores y actuadores vs. Caja de dirección .....	325
11.1.2 Comparación en términos de las capacidades innovadoras relacionadas con diseño e I+D: Sensores y actuadores vs. Flecha intermedia.....	328
11.1.2.1 Comparación de las capacidades tecnológicas innovadoras relacionadas con las actividades de diseño e I+D .....	330
11.1.2.2 Evolución de los grupos de ingeniería en el MTC.....	334
11.1.3 Mecanismos de aprendizaje subyacentes .....	336
11.1.3.1 Programas de inducción, entrenamiento y capacitación .....	336
11.1.3.2 Interacción con proveedores de equipos .....	337
11.1.3.3 Proyectos conjuntos .....	338
11.1.3.4 Vínculos con universidades y centros de investigación.....	340
11.1.3.5 Reuniones para la solución de problemas .....	341
11.1.3.6 Programa de mejora continua.....	342
11.1.3.7 Sistema de administración del conocimiento: una herramienta facilitadora del aprendizaje .....	343
11.2 Vínculos para la innovación y su incidencia en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas .....	347
11.2.1 Vinculación externa: Subsidiarias e instituciones (locales, regionales y mundiales).....	347
11.2.2 Vinculación interna: Líneas de negocio y divisiones de la empresa.....	350
11.3 Factores que estimulan e inhiben la acumulación.....	352



11.3.2 Trayectoria tecnológica del sector automotriz e industria de autopartes .....	354
11.3.3 Estrategias de las empresas globales y los mandatos a las subsidiarias.....	356
11.3.4 Localización de actividades de producción y diseño .....	360
11.3.5 Competitividad de las plantas en México .....	362
11.3.5.1 El Poder de negociación de los directivos de las plantas .....	363
11.3.5.2 Evaluación por parte del cliente .....	365
11.4 Conclusiones del capítulo .....	366
 Capítulo 12. Conclusiones Finales.....	 368
12.1 Análisis del proceso de acumulación, vinculaciones y factores .....	370
12.1.1 Proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en los tres negocios: niveles, similitudes y diferencias .....	 370
12.1.2 Vínculos internos y externos para la innovación .....	372
12.1.3 Factores que afectan el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras .....	 373
12.2 Contribución de la investigación.....	376
12.2.1 Contribución fundamental.....	376
12.2.2 Contribuciones a la literatura .....	377
12.3 Implicaciones de política.....	380
12.4 Sugerencias para investigaciones futuras.....	384
 Bibliografía .....	 387
 ANEXOS .....	 I
ANEXO No. 1 Fases del desarrollo del sector automotriz en México .....	1
ANEXO No. 2 Sectores de negocio de Delphi Corp. ....	5
ANEXO No. 3 Algunos tipos de cajas de dirección .....	9
ANEXO No. 4 Ubicación de las plantas de Querétaro y el MTC de Delphi y sus clientes las ensambladoras .....	 12

## Listado de Tablas

Tabla 2.1	Matriz de capacidades tecnológicas: un marco teórico ilustrativo.....	18
Tabla 3.1	Tipos de ensamble.....	62
Tabla 3.2	Matriz de Capacidades Tecnológicas para la Industria Maquiladora de Exportación (IME) .....	65
Tabla 4.1	Resumen de entrevistas .....	81
Tabla 4.2	Visita exploratoria a Ciudad Juárez .....	82
Tabla 4.3	Segunda visita a Ciudad Juárez.....	83
Tabla 4.4	Visita exploratoria a la ciudad de Querétaro.....	83
Tabla 4.5	Tercera visita a Ciudad Juárez y primera a la ciudad de Chihuahua .....	84
Tabla 4.6	Entrevistas realizadas en Ciudad de México.....	85
Tabla 4.7	Segunda visita a la ciudad de Querétaro .....	85
Tabla 4.8	Valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas.....	91
Tabla 5.1	El empleo en la IME en México .....	110
Tabla 5.2	Requerimiento de capacidades en el sector automotriz global .....	124
Tabla 5.3	Algunos datos del sector automotriz en México .....	129
Tabla 5.4	Evolución de algunas variables del sector automotriz en México .....	129
Tabla 6.1	Sectores de negocio y divisiones de Delphi Corp.....	144
Tabla 6.2	Líneas de Negocio por Sector .....	144
Tabla 6.3	Presencia mundial de Delphi Corp. en el 2001 .....	147
Tabla 6.4	Ventas netas por áreas geográficas .....	148
Tabla 6.5	Divisiones y plantas de Delphi en México.....	159
Tabla 6.6	Gerentes de planta por División en México.....	163
Tabla 7.1	Personal ocupado en el MTC .....	165
Tabla 7.2	Fases del plan estratégico de Delphi Corp. ....	171
Tabla 7.3	Actividad innovadora del MTC .....	182
Tabla 8.1	Líneas de negocio de la División E&C .....	185
Tabla 8.2	Plantas productoras de sensores y actuadores .....	186
Tabla 8.3	Centros de Soporte para sensores y actuadores.....	186
Tabla 8.4	Estadísticas de sensores y actuadores en México, año 2001 .....	188
Tabla 8.5	Valoración cualitativa de capacidades tecnológicas de la línea de negocio de sensores y actuadores para la etapa I. Ensamble simple de pocos componentes.....	200
Tabla 8.6	Valoración cualitativa de capacidades tecnológicas de la línea de negocio de sensores y actuadores para la etapa II. Ensamble complejo de productos .....	211
Tabla 8.7	Datos de las plantas 57 y 58 de Chihuahua, año 2002.....	219
Tabla 8.8	Valoración cualitativa de capacidades tecnológicas de la línea de negocio de sensores y actuadores para la etapa III. Diseño de productos .....	256
Tabla 8.9	Resumen de la evolución de las tres etapas de acumulación de la línea de negocios de Sensores y Actuadores .....	258

Tabla 8.10	Matriz de capacidades tecnológicas para sensores y actuadores en México por etapa de acumulación.....	259
Tabla 9.1	Líneas de negocio de la División Saginaw .....	263
Tabla 9.2	Plantas de Saginaw a escala mundial .....	263
Tabla 9.3	Valoración cualitativa de capacidades tecnológicas del negocio de la Caja de dirección para la etapa I. Ensamble y manufactura simple de productos.....	275
Tabla 9.4	Valoración cualitativa de capacidades tecnológicas del negocio de la Caja de dirección para la etapa II. Ensamble complejo de productos.....	303
Tabla 9.5	Resumen de la evolución de las dos etapas para el negocio de la caja de dirección de Delphi Saginaw .....	304
Tabla 9.6	Matriz de capacidades tecnológicas para el negocio de la caja de dirección en Delphi -México por etapa de acumulación.....	305
Tabla 10.1	Matriz de capacidades tecnológicas para el negocio de la flecha intermedia en Delphi-México .....	322
Tabla 11.1	Caracterización de la evolución de los dos negocios en estudio.....	325
Tabla 11.2	Mecanismos de aprendizaje y su impacto en los negocios de Delphi-México.....	346
Tabla 11.3	Factores que estimulan e inhiben el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios estudiados en México .....	367

## Listado de Figuras

Figura 2.1	Estrategia multinacional, con estructura organizativa descentralizada.....	29
Figura 2.2	Estrategia global, con estructura organizativa centralizada .....	30
Figura 2.3	Estrategia internacional, con estructura organizativa coordinada.....	30
Figura 2.4	Estrategia transnacional, con estructura organizativa integrada .....	31
Figura 2.5	Modelo de Configuración - Coordinación .....	34
Figura 3.1	Estructura analítica de la investigación.....	68
Figura 4.1	Método de estudio de caso múltiple .....	73
Figura 5.1	Evolución de la industria maquiladora de exportación.....	104
Figura 5.2	Empleos generados por la Industria Maquiladora.....	109
Figura 5.3	Exportaciones e Importaciones Total Nal. vs. Industria Maquiladora.....	111
Figura 5.4	Balanza Comercial de la Industria Maquiladora.....	111
Figura 5.5	Plantas instaladas en la IME en México .....	112
Figura 5.6	Concentración en el Sector Automotriz Mundial.....	120
Figura 5.7	Empresas ensambladoras en México .....	127
Figura 5.8	Dinamismo del Sector Automotriz en México.....	128
Figura 5.9	PIB de la Industria de Autopartes .....	134
Figura 5.10	Principal ubicación de las empresas de autopartes .....	135
Figura 5.11	Empleo Directo Automotriz.....	136
Figura 5.12	Exportaciones y ventas totales de la Industria de Autopartes .....	136
Figura 5.13	Destino de las Exportaciones Mexicanas de Autopartes Participación Porcentual para el año 2003 .....	137
Figura 5.14	Proveeduría para el sector automotriz.....	139
Figura 6.1	Ventas mundiales de Delphi Corp.....	146
Figura 6.2	Presencia mundial de Delphi Corp.....	146
Figura 6.3	Proveedores del Sector Automotriz 1995 y 2001 .....	152
Figura 6.4	Proveeduría de componentes Delphi-México para el sector automotriz .....	156
Figura 6.5	Presencia en México de Delphi Corp.....	158
Figura 7.1	Evolución en la generación de nuevos productos .....	173
Figura 7.2	Etapas del Diseño.....	177
Figura 7.3	Transición de los proyectos del MTC a la planta.....	179
Figura 7.4	Evolución de la responsabilidad de las plantas en los nuevos proyectos.....	181
Figura 8.1	Flujo de componentes para el modulador hasta 1998 .....	225
Figura 8.2	Flujo de componentes para el modulador desde 1999 .....	227
Figura 8.3	Evaluación de las oportunidades de negocio .....	230
Figura 9.1	Sistema de Dirección.....	262
Figura 9.2	Caja de mecánica de bola recirculante.....	267
Figura 9.3	Primer ensamble en la coinversión .....	269
Figura 9.4	Clientes de las plantas de Saginaw-México .....	279
Figura 9.5	Relaciones intra empresa.....	280
Figura 9.6	Agentes que participan en la asignación de un proyecto para México .....	284

Figura 9.7 Relaciones entre el proveedor y las áreas de calidad .....	292
Figura 10.1 Flecha intermedia del Sistema de Direcciones.....	308
Figura 10.2 Esquema del organigrama del MTC-Saginaw .....	314

### Listado de recuadros

Recuadro 5.1 Sistema Toyota o de producción ajustada.....	118
Recuadro 5.2 Delphi Corp. un proveedor global del sector automotriz.....	140
Recuadro 7.1 Producto que ha seguido el proceso desde ciencia básica hasta desarrollo para el mercado .....	175
Recuadro 7.2 Desarrollo tecnológico basado en la investigación científica: Licor biológico.....	175
Recuadro 8.1 El caso del DBC7.....	214
Recuadro 8.2 El Modulador .....	215
Recuadro 8.3 Subplanta Multec .....	217
Recuadro 8.4 La instalación de MTC y su impacto en las plantas .....	220
Recuadro 8.5 Diseño del <i>Motor Base System</i> .....	222
Recuadro 8.6 El caso del sensor de la condición del aceite .....	223
Recuadro 8.7 El <i>Business Team</i> .....	224
Recuadro 8.8 Una experiencia fallida con un proveedor mexicano.....	241
Recuadro 9.1 Sistema <i>Quadrasteer</i> .....	265
Recuadro 11.1 Visión de Delphi sobre las dificultades para la vinculación en México .....	349
Recuadro 11.2 El ingreso de un directivo de Querétaro al <i>Product Team</i> .....	365

## 1. Introducción

La industria maquiladora de exportación (IME) ha sido parte importante de la economía mexicana, desde su implantación a mediados de los años sesenta, debido a sus aportes en cuanto a inversión extranjera directa (IED), empleos y divisas. Por muchos años, esta industria fue considerada como intensiva en mano de obra con baja calificación y una escasa inversión en capital y tecnología, situación que se fue modificando con el tiempo a partir de la evolución de esta industria hacia procesos y productos más complejos tecnológicamente y uso de nuevas tecnologías. En este contexto, la acumulación de capacidades de innovación en las empresas que se encuentran bajo el régimen de la IME, es un tema que ha ido cobrando cada vez más importancia dentro los estudios que se realizan sobre esta industria.

La IME ha sido objeto de estudio a través de investigaciones relacionadas con temas sobre los mercados de trabajo, relaciones laborales, organización de la producción, entre otros, que abarcan las décadas de los setenta y ochenta. Asimismo, desde la década de los noventa se ha generado un conjunto de literatura que da cuenta de una transformación en la IME en México, especialmente en sectores como la electrónica y el automotriz. Esta transformación no ha sido uniforme, de ahí que algunos autores se refieran a la coexistencia de diferentes generaciones de maquiladoras.<sup>1</sup> Esta literatura trata de explicar y caracterizar los diferentes niveles de evolución y la acumulación local que ha sufrido esta industria, en diferentes aspectos, desde su implantación en México.

---

<sup>1</sup> El tema de las generaciones en la IME ha sido estudiado por investigadores como Gereffi (1991), Wilson (1992), Carrillo y Hualde (1997), Dutrénit y Vera-Cruz (2002), Lara y Carrillo (2003), Hualde (2003) entre otros.

En este contexto y conscientes de la importancia de este tema en el ámbito nacional mexicano, investigadores de tres instituciones: La Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, El Colegio de la Frontera y FLACSO han desarrollado desde el año 2001 un proyecto financiado por CONACYT, encaminado a caracterizar desde diferentes enfoques el escalamiento industrial sufrido por la IME en los últimos años. Así, el desarrollo de la presente tesis doctoral se inserta en este proyecto de investigación G34358-S denominado “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la generación de capacidades tecnológicas en empresas maquiladoras de la frontera norte”.

Con base en lo anterior, se puede señalar que la presente investigación se complementa con distintas temáticas y problemáticas que son comunes a la IME y que han sido estudiadas por otros investigadores. Así, temas como el aprendizaje tecnológico, la trayectoria del sector automotriz y la industria global de autopartes, las empresas globales y sus estrategias, la re-localización e internacionalización de actividades de producción, de diseño e I+D, entre otras, convergen en esta investigación con el fin de explicar cómo ha sido el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras para un caso mexicano. En este sentido, uno de los casos interesantes que ha llamado la atención a muchos investigadores es tema de la empresa global Delphi Corp. en México, ya que constituye un caso ejemplar del proceso de escalamiento industrial en la IME y que ha dado origen al tema de las generaciones en esta industria. Por lo tanto, en esta tesis doctoral se estudian tres negocios de esta empresa global y se analiza la acumulación de capacidades tecnológicas en cada uno de ellos, a través del tiempo, con el fin de caracterizar este proceso. Lo anterior, permitirá confrontar lo que se sabía de Delphi en la literatura actual y lo que se desconocía, lo cual se constituye en una de las contribuciones de la presente investigación.

En este contexto es importante señalar que Delphi Corp. es una empresa global estadounidense, instalada desde finales de la década de los setenta en México a través del régimen definido para la IME. Delphi Corp. es una empresa que tiene centros técnicos y plantas de manufactura y ensamble en diferentes partes del mundo. Su principal negocio es producir componentes, subsistemas y sistemas para el sector automotriz, aunque a partir de marzo de 2002 se está enfocando a otros mercados como el de equipos médicos y de

comunicaciones, entre otros. Delphi Corp. tiene sus oficinas corporativas en Troy-Michigan, donde se toman las decisiones más importantes y se definen los lineamientos y las estrategias de esta empresa a nivel mundial. Con base en lo anterior se puede pensar que Delphi, al parecer es una empresa que acumula capacidades tecnológicas en diferentes partes del mundo, donde tiene sus centros técnicos y sus plantas. En México tiene más de 50 plantas de ensamble y/o manufactura y un Centro Técnico ubicado en Ciudad Juárez, Chihuahua, denominado por sus siglas en inglés MTC, de ahí la importancia de estudiar esta empresa.

Con base en el trabajo de campo exploratorio llevado a cabo en el MTC y en la planta 35 de Delphi en Ciudad Juárez se logró detectar la acumulación capacidades tecnológicas innovadoras locales, en diferentes negocios instalados en México. Asimismo, se identificó un primer estudio de caso interesante, por su evolución en la acumulación de capacidades innovadoras. Este caso es la línea de negocio de sensores y actuadores de la División de Energy and Chasis (E&C). Esta línea de negocio tiene las actividades de producción en la planta 35 desde 1979 y fue una de las primeras líneas de negocio cuyas actividades de diseño e I+D fueron instaladas en el MTC, en 1995 y 1997, respectivamente. Lo anterior fue determinante en la elección de este negocio como objeto de estudio, en la medida en que permitía hacer el análisis cronológico del proceso de acumulación de capacidades de producción y de innovación y observar sus características.

Posteriormente y con base en los siguientes trabajos de campo se hicieron los contactos en la división Saginaw, con el fin de identificar otros negocios que fueran candidatos para hacer un análisis comparativo con la línea de negocio de sensores y actuadores. Lo anterior, teniendo en cuenta que Delphi tiene seis divisiones que funcionan como subsidiarias, ya que ellas tienen sus propias estrategias, sus propios negocios y su propia estructura organizativa, haciendo atractivo para esta tesis un análisis de comparación entre los negocios e indirectamente entre las divisiones. A diferencia de lo encontrado en la división E&C, en la división de Saginaw no se encontró una sola línea de negocio que ofreciera características parecidas a la línea de negocio de sensores y actuadores, lo que hizo necesario elegir dos negocios distintos en esta división.



Con estos antecedentes se escogieron los negocios de la caja de dirección y la flecha intermedia para el sistema de dirección de la División Saginaw, los cuales permitían realizar un análisis comparativo con la línea de negocio de sensores y actuadores pero en dos planos diferentes. Así, la comparación entre estos dos planos se dio de la siguiente manera: i) el negocio de la caja de dirección permitió hacer un análisis en cuanto al proceso de acumulación de capacidades tecnológicas, y ii) el negocio de la flecha intermedia permitió comparar, en el nivel máximo de acumulación, las capacidades innovadoras alcanzadas relacionadas especialmente con actividades de diseño e I+D. Asimismo, además del análisis comparativo se analizaron otras actividades y factores que afectan directa o indirectamente el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios. Es importante aclarar que el análisis se centra en la acumulación de los niveles de capacidades tecnológicas alcanzados por los tres negocios en México, y no en la acumulación de capacidades tecnológicas de la empresa global.

Con el fin de llevar a cabo el trabajo para la presente investigación se utilizó la metodología de estudio de caso y se realizaron las siguientes actividades: i) se realizó la estructura de investigación definiendo el objetivo principal y las preguntas ejes, los lineamientos para la recolección y el procesamiento de la información y la presentación de los resultados, ii) se revisó la literatura para saber el estado del arte de los temas a considerar, iii) se definió y estructuró la guía de entrevistas, iv) se realizaron las visitas al personal de las plantas y del MTC, para lo cual se visitaron las siguientes ciudades: Ciudad Juárez, en la cual se obtuvo información tanto del MTC como de la planta 35; la ciudad de Chihuahua en la que se visitaron las plantas 57 y 58, estas tres plantas de propiedad de la División E&C; y la ciudad de Querétaro en donde se visitaron las plantas 65 y 66 de la División Saginaw. Se recopiló y procesó la información necesaria para el análisis, obtenida de las 93 entrevistas realizadas, con base en los lineamientos definidos en la estructura de investigación, y v) se buscó información a través de diferentes fuentes con el fin de corroborar la validez y confiabilidad de la misma.

Con base en lo anterior, el objetivo principal de esta investigación fue analizar las características del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras (haciendo especial énfasis en las actividades relacionadas con el diseño y la I+D) en la línea

de negocio de Sensores-Actuadores y los negocios de la Caja de dirección y la Flecha intermedia del sistema de dirección de Delphi en México y discutir los principales determinantes y limitaciones de este proceso. Este objetivo principal estuvo acompañado por las siguientes preguntas que son el eje de la investigación:

1. ¿Qué ha caracterizado a los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras de los tres negocios instalados en Delphi-México?
  - 1.1 ¿Cómo se dio el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios?
  - 1.2 ¿Qué tipo de capacidades tecnológicas se han acumulado en estos tres casos?
  - 1.3 ¿En qué consisten las principales similitudes y diferencias en los tres procesos de acumulación?
  - 1.4 ¿Qué papel juegan, positiva o negativamente, la estrategia corporativa global y las decisiones de Delphi Corp. y cómo influyen en el proceso acumulativo de capacidades tecnológicas innovadoras locales?
  
2. ¿Por qué los vínculos para la innovación tanto internos como externos inciden en la acumulación de capacidades innovadoras?
  - 2.1 Líneas de negocio y Divisiones de la empresa.
  - 2.2 Instituciones locales, regionales y mundiales.
  - 2.3 Corporativo, centros técnicos y plantas
  
3. ¿Qué factores han estimulado o inhibido la acumulación de capacidades innovadoras en los tres casos en estudio?
  - 3.1 ¿Cuáles han sido los factores que han afectado positiva y negativamente este proceso?
  - 3.2 ¿La cercanía de los centros técnicos a las plantas de ensamble y/o manufactura es un factor relevante ó su importancia depende de las características y necesidades del producto y las capacidades desarrolladas por las plantas?
  - 3.3 ¿En la pugna por retener y/o atraer productos y procesos juega un papel importante los directivos de las plantas de producción en las cuales se han alcanzado capacidades locales relevantes?

Los objetivos específicos fueron:

1. Estudiar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en las diferentes funciones técnicas para cada uno de los tres casos.
2. Analizar el nivel de acumulación de capacidades en las tres funciones técnicas y hacer el análisis comparativo entre la línea de negocio de sensores y actuadores frente a los negocios de la caja de dirección y la flecha intermedia en dos planos de comparación diferentes.
3. Analizar el tipo de relaciones y vínculos que existen entre las plantas de producción y el MTC y de ellos con el Corporativo, otros Centros Técnicos, centros de investigación, universidades nacionales e internacionales e instituciones locales en relación con los negocios en estudio.
4. Analizar los principales factores que estimulan e inhiben el proceso de acumulación de los tres negocios estudiados.

Esta tesis se basa en tres conjuntos de literatura: i) la literatura sobre el aprendizaje y la construcción de capacidades tecnológicas; ii) la literatura sobre las empresas globales, sus subsidiarias y sus estrategias, así como sobre la internacionalización de las capacidades tecnológicas; y iii) la literatura desarrollada en torno a la industria maquiladora de exportación (IME) en México, con base en los estudios realizados por distintos investigadores en diferentes áreas de interés para la tesis. Así, la presente tesis construye sobre estos tres conjuntos de literatura la base para realizar el análisis de la evidencia empírica, obtener los resultados de la investigación y por tanto, alcanzar los objetivos y dar respuesta a las preguntas planteadas. En este contexto es importante señalar que se utilizó la matriz de capacidades tecnológicas adaptada para la IME, a partir de la matriz propuesta por Bell y Pavitt (1995), con el fin de identificar el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas alcanzadas por los tres negocios en México. Asimismo, se utilizó como herramienta analítica la valoración cualitativa con el fin de mostrar numéricamente el nivel de capacidades alcanzado en cada etapa de análisis y en cada negocio.

A través del trabajo empírico llevado a cabo para esta tesis doctoral, se observa que en los tres negocios de Delphi ha habido una acumulación gradual a lo largo del tiempo pero esta acumulación no ha sido ni lineal ni continua. Por el contrario, esta acumulación muestra avances y estancamientos, periodos de acumulación rápidos y lentos relacionados con factores que estimulan e inhiben el proceso gradual de acumulación de capacidades tecnológicas. Asimismo, se ha observado que esta situación está muy relacionada con la pugna que existe entre las decisiones que toma el Corporativo al nivel mundial, de acuerdo con la lógica estratégica de la empresa global, el comportamiento de los mercados, y las necesidades que tienen las plantas de retener y/o atraer negocios que son de su competencia. Así, esta pugna se podría resumir como: Decisiones del Corporativo versus la acumulación local de las plantas de ensamble y/o manufactura.

En este contexto es importante señalar que las transformaciones en las estrategias y en los objetivos de los grandes corporativos han dado lugar a cambios, en la manera en que sus subsidiarias se insertan en las operaciones de la empresa a escala mundial. Al respecto, existe un fuerte debate en el ámbito internacional debido a que algunos investigadores consideran que todos los países se benefician, si son parte de la economía global, con la instalación de empresas multinacionales y globales en su territorio; y que estas empresas extranjeras tienen un efecto positivo sobre el nivel tecnológico de los países, especialmente, en los países en desarrollo. (Dahlman, 1987; UNCTC, 1990; entre otros) Por otro lado, existe otro grupo de investigadores que son más pesimistas en relación con los efectos de las actividades desarrolladas por estas empresas extranjeras, sobre las capacidades tecnológicas en los países en desarrollo. (Chesnais, 1992; Dicken, 1998; Lall, 1992; Malecki, 1997; entre otros) De ahí la importancia de integrar el tema de las estrategias de las empresas globales en el análisis de la presente investigación, como parte de los factores que afectan los procesos de acumulación en las empresas, sus subsidiarias y sus negocios.

Así, esta tesis doctoral aporta elementos de discusión relacionados con las distintas teorías que abordan los temas que se han mencionado anteriormente, sin olvidar la limitación de la metodología utilizada. Asimismo, también aporta elementos de discusión relacionados con la política que se sigue en México, frente al tema de la apropiación de los beneficios que se pueden lograr con la implantación de empresas multinacionales y globales en territorio

mexicano. En este sentido y teniendo en cuenta el objetivo y las preguntas planteadas para esta tesis, se puede señalar que para su realización se requiere combinar diferentes disciplinas de las ciencias sociales, tales como la economía, sociología, ciencias políticas, entre otras.

En conclusión, la presente tesis doctoral está constituida por una introducción y once capítulos. En los capítulos dos y tres se presentan el marco teórico y conceptual, y el marco analítico, respectivamente, que sirven de base para el análisis que se realiza en los capítulos posteriores. El capítulo cuatro contiene la metodología utilizada para realizar el trabajo de campo y para presentar los resultados. En el capítulo cinco, se presenta un panorama general de la industria maquiladora y del sector automotriz, tanto a nivel internacional como local. Los capítulos seis y siete muestran una descripción de la empresa objeto de estudio y del MTC, tanto en el plano global como en México. Los capítulos ocho, nueve y diez contienen la evidencia empírica de los tres negocios en estudio. En capítulo once se hace un análisis comparativo de los tres casos, haciendo énfasis en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas, en la creación de capacidades innovadoras a partir de la instalación del MTC, en los vínculos para la innovación y en los factores que inhiben y estimulan el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras. El último capítulo, doce, contiene las conclusiones generales de la investigación.

## Capítulo 2. Marco Teórico y Conceptual

Esta tesis se basa en tres conjuntos de literatura: i) la literatura sobre el aprendizaje y la acumulación de capacidades tecnológicas, ii) la literatura sobre las empresas globales, sus subsidiarias y sus estrategias, así como sobre la internacionalización de las capacidades tecnológicas; y iii) la literatura desarrollada con base en los estudios realizados en torno a la industria maquiladora de exportación (IME) en México. Esta tesis construye sobre estos tres conjuntos de literatura la base para el análisis de la evidencia empírica y para dar respuesta a las preguntas planteadas.

Para el primer conjunto de literatura se hace un especial énfasis en las definiciones de aprendizaje y capacidades tecnológicas realizadas para los países en desarrollo, ya que son las más indicadas para entender el caso mexicano, que es objeto de estudio en esta investigación. Asimismo, se incorpora al análisis la taxonomía de Bell y Pavitt (1995) con el fin de cualificar el avance en las capacidades tecnológicas en los negocios en estudio. El trabajo de estos autores, así como otros trabajos empíricos al nivel de la empresa, han permitido elaborar 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. (Dahlman y Westphal, 1982; Lall, 1992; Bell y Pavitt, 1995)

En el segundo conjunto de literatura se revisan las definiciones sobre empresas multinacionales y globales y sus diferencias en cuanto a sus estrategias. Asimismo, se analizan los temas de la re-localización de las actividades de I+D, la internacionalización de las capacidades innovadoras y las estrategias de las subsidiarias. Con base en lo anterior, se busca identificar el impacto que ejercen estos hechos en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en las subsidiarias instaladas en países en desarrollo.

Para lograr el tercer conjunto de literatura se hace una revisión de los principales trabajos que se han elaborado en la IME, con el fin de identificar y estudiar los principales aportes que se han hecho sobre este tema. Con lo anterior, se busca confrontar lo que ya existe en la literatura y el aporte de la presente investigación.

En síntesis, en esta tesis doctoral se busca aportar elementos de discusión en relación con la literatura señalada anteriormente. Así, en esta investigación se vincula la acumulación de capacidades tecnológicas con la instalación de subsidiarias de grandes empresas globales en países en desarrollo. De ahí que sea necesario analizar con más detalle en qué consisten, y cómo se desarrollan y se acumulan capacidades tecnológicas innovadoras en las subsidiarias de las empresas globales, en este caso Delphi Corp., en el entorno económico de un país como México.

## ***2.1 Aprendizaje y capacidades tecnológicas***

En este apartado se hace una revisión de los principales autores que han tratado los temas de aprendizaje tecnológico y capacidades tecnológicas.

### **2.1.1 Aprendizaje tecnológico**

El proceso de aprendizaje ha sido estudiado desde diferentes puntos de vista y ha sido utilizado para explicar procesos de acumulación de capacidades tecnológicas, de innovación, de creación de conocimiento, de mejoría en el desempeño económico, entre otros temas. Asimismo, el aprendizaje ha sido analizado en diferentes niveles, entre ellos el individual y el organizacional.

Existen algunas corrientes que conceptualizan el aprendizaje a partir de sus productos o resultados (p.e. la economía), en tanto que otras estudian únicamente el proceso mediante el cual ocurre (p.e. la psicología). Dodgson (1993) utiliza ambos enfoques para describir el aprendizaje organizacional como “la manera en la cual las empresas construyen, nutren y organizan el conocimiento y las rutinas alrededor de sus actividades y al interior de sus culturas, y adaptan y desarrollan la eficiencia organizacional mejorando el uso de las habilidades de sus grupos de trabajo.”

El aprendizaje se da al interior de las empresas a diferentes niveles y velocidades originando mejoras productivas y organizacionales. Pavitt (1991) argumenta que el aprendizaje al nivel de la empresa es una actividad colectiva que requiere comunicación frecuente entre los diferentes especialistas y funciones y que el proceso de aprendizaje es

un fenómeno intrínsecamente social y colectivo, el cual requiere códigos comunes de comunicación y procedimientos coordinados. (Teece *et al.*, 1997; Villavicencio, 1990)

Leonard-Barton (1992), Dutrénit (2003), entre otros, enfatizan la relación del aprendizaje y la acumulación de capacidades y afirman que las empresas aprenden a través del tiempo, acumulan conocimiento tecnológico y se comprometen progresivamente con nuevas actividades para adquirir nuevas capacidades. Para Arifin (2000) la construcción de las capacidades, en especial las innovadoras, involucran un aprendizaje que no es simplemente el resultado automático de la experiencia en producción o *learning by doing*, involucra esfuerzos e inversión explícita en capacitación, cambios organizacionales y asistencia técnica. Así, el aprendizaje ha sido identificado en la literatura como una actividad clave en la competitividad de las empresas. Para algunos autores el aprendizaje ha resuelto el “dilema de la productividad” (conflicto entre experiencia y eficiencia por un lado, y cambio e innovación por el otro). (Clark, Hayes y Lorenz, 1987)

Para Bell y Pavitt (1993) el aprendizaje tecnológico se refiere a cualquier proceso por el cual se incrementan o fortalecen los recursos para generar y administrar cambio técnico, o sea los procesos relacionados con los conocimientos, habilidades, experiencia, estructuras institucionales y vínculos con empresas, entre empresas y fuera de las empresas. Así el aprendizaje tecnológico se refiere al proceso dinámico de adquisición de capacidades tecnológicas. Estos autores identifican dos procesos asociados al aprendizaje tecnológico: i) el **cambio técnico** que incluye la incorporación de nueva tecnología a través de grandes inversiones para renovar su infraestructura productiva y a través de la adaptación y mejoramiento de la capacidad productiva existente; y ii) la **acumulación tecnológica** que se refiere a cualquier proceso por el cual “... la capacidad tecnológica es incrementada y fortalecida.” Asimismo, Cimoli y Dosi (1995) definen que el aprendizaje tecnológico es local y acumulativo. Local porque la explotación y el desarrollo de nuevas técnicas pueden ocurrir a partir de las técnicas ya usadas. Acumulativo porque el desarrollo tecnológico actual se construye sobre pasadas experiencias de producción e innovación.

Para Figueredo (2001) el proceso de aprendizaje se reviste de dos significados, teniendo en cuenta que las empresas o industrias que actúan en economías emergentes, tienen que adquirir conocimientos para crear y expandir su propia capacidad tecnológica y por lo



tanto, tienen que desarrollar un proceso de aprendizaje tecnológico. El primer significado se refiere a la trayectoria o rumbo tomado por la acumulación de capacidades tecnológicas. Esta trayectoria puede cambiar con el tiempo, acumulando tecnología en diversas direcciones y velocidades diferentes. Un segundo significado es respecto a varios procesos de aprendizaje que permiten a una empresa crear y acumular sus propias capacidades tecnológicas. Por lo tanto, se puede decir que este proceso de aprendizaje permite que la empresa acumule conocimiento y capacidades a lo largo del tiempo, con lo cual puede llegar a innovar.

Parte de la literatura asociada con este tema se ha centrado en mostrar el aprendizaje en empresas de países en desarrollo que se insertan en un entorno donde la tecnología no es fácilmente apropiable. (Maxwell, 1981; Bell, 1984; Lall, 1987, 1992 y 2000; Dodgson, 1993; Dutrénit 2000a y 2002) Lo anterior, significa que en ese entorno no existen las condiciones necesarias y propicias en cuanto a infraestructura, instituciones, reglamentaciones, etc., que si existen en los países desarrollados. A pesar de ello, se reconoce que los procesos de aprendizaje crean y estimulan dinámicas de evolución y crecimiento al interior de las empresas. Así, el aprendizaje tecnológico se consolida a partir del desarrollo de actividades como: i) búsqueda de información especializada de opciones tecnológicas, ii) negociación de tecnología, iii) adaptación o modificación de equipos, partes y piezas (ingeniería de reversa), iv) fabricación propia de equipos y partes, v) desarrollo de nuevos productos, vi) mejoras a los procesos o diseños de nuevos procesos productivos, entre otras. (Villavicencio y Arvanitis, 1994; Pirela *et al*, 1993)

En este contexto, vale la pena revisar como se analiza el tema del aprendizaje en los países en desarrollo. Amsdem (1989), argumenta que Corea es un caso de industrialización mediante el aprendizaje, es decir, Corea logró el aumento de sus capacidades tecnológicas por la vía del aprendizaje utilizando el cambio tecnológico como una de las herramientas clave para su crecimiento e industrialización. De ahí que el trabajo de esta autora cuestione la idea que el cambio tecnológico en los países en desarrollo acontezca de la misma manera que en los países desarrollados.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Si se tiene en cuenta lo expresado por Amsdem, que los países de industrialización tardía realizan cambio tecnológico avanzando por una senda de aprendizaje que difiere de la senda de innovación por la que han

Así, Amsdem (1989) expresa que “la industrialización en Inglaterra tuvo lugar sobre la base de la invención, en Alemania y en EEUU se cimentó en la innovación y en los países en desarrollo se ha basado en el aprendizaje”. Los países inventores, dice, conquistaban mercados por la vía de sus novedosas exportaciones; los innovadores con base en nuevos productos o mercancías; los aprendices como Japón y Corea los conquistan porque compiten sabiendo que la innovación es importante, pero que son cruciales el aprendizaje acelerado de tecnología (y su mejoramiento), y la rapidez y creatividad de movilización en el mercado.<sup>2</sup> Lo anterior se aplica también a las empresas ya que ellas hacen posible que a su interior se materialice el aprendizaje.

### 2.1.2 Capacidades tecnológicas

Debido a la importancia que tiene el concepto de capacidades tecnológicas para la presente tesis, a continuación se hace una revisión de la literatura que, desde diferentes puntos de vista, muestra su importancia en la evolución y desarrollo de las empresas y los países. Este concepto de capacidades tecnológicas ha sido estudiado por diferentes autores vinculados a temas como la competitividad, el crecimiento y el desarrollo, entre otros. Así, en la primera parte de esta revisión se presenta el concepto desde la visión de los países desarrollados y en una segunda parte se revisa el mismo concepto pero aplicado a los países en desarrollo, en donde se hace un énfasis especial.

La capacidad tecnológica fue definida a principios de los ochenta por Westphal, Kim and Dahlman (1985) como “... la habilidad para hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico... ella no radica en el conocimiento que se posee, sino en el uso del conocimiento y en la capacidad para ser usado en la producción, inversión e innovación.” Así, las capacidades tecnológicas hacen que las empresas generen ventajas competitivas, las cuales resultan de la configuración específica de la empresa y de su conocimiento intangible, a través del cual se suma valor al producto o servicio final. (Schumpeter, 1942; Penrose, 1959; Grant, 1996; Coombs and Richards, 1991; Teece, 1982 y 1984)

---

transitado los desarrollados, habría que decir que innovación no puede significar lo mismo en estos dos tipos de países.

<sup>2</sup> Esta autora define a Japón como el aprendiz por excelencia, tanto por las fechas de su arranque a la industrialización como por la plataforma de base agraria o de materias primas a partir de la cual inicia su industrialización.

De acuerdo con Prahalad y Hamel (1990), las capacidades o competencias son el aprendizaje colectivo en la organización y son fuente de desarrollo de nuevos negocios y de ventajas competitivas de la empresa en un medio ambiente cambiante y debe ser un punto clave en la estrategia corporativa. Ellas se constituyen en el "pegamento" que une los negocios existentes y son el motor de desarrollo de nuevos negocios.

Para Leonard-Barton (1992) las capacidades diferencian a la empresa estratégicamente, así las define como "el sistema de conocimientos que distinguen y proveen una ventaja competitiva para la empresa o línea de negocios". Asimismo, sugiere que la base de la capacidad efectiva se sustenta más en innovaciones incrementales que desarrollan cuidadosamente las capacidades al interior de la empresa y menos en saltos estratégicos. Además, Leonard-Barton (1995) distingue entre capacidades suplementarias, habilitadoras y medulares. Las capacidades suplementarias pueden verse como aquellas capacidades que: "está bien tenerlas pero no es esencial", las capacidades habilitadoras son: "la base mínima para competir en la industria pero que, por sí mismas, no proporcionan una ventaja competitiva particular", mientras que las capacidades medulares son las que "al menos potencialmente proveen una ventaja competitiva."

Teece *et al.* (1997) consideran que las empresas desarrollan acciones estratégicas que les permiten crecer. Estas acciones requieren organización para desarrollar patrones específicos de comportamiento que generan combinaciones únicas de organización y de habilidades funcionales y tecnológicas. Estas combinaciones han sido denominadas competencias o capacidades y son posibles de construir sobre la base del conocimiento intangible de las empresas aplicado en procesos de valor agregado.

Dahlman y Westphal (1982), Katz (1984), Dahlman, Ross-Larson y Westphal (1987), Lall (1987 y 1992), Bell y Pavitt (1993 y 1995), entre otros, han contribuido a la construcción gradual de un marco analítico para analizar los procesos de construcción y acumulación de capacidades tecnológicas en empresas de países en desarrollo. En este contexto, la idea básica es que las capacidades son habilidades para hacer cosas y las capacidades tecnológicas reflejan el dominio de actividades tecnológicas. En este sentido a continuación

---

se presentan algunas definiciones que serán tomadas como base para el análisis de la presente tesis.

Najmabadi y Lall (1995) definen las capacidades tecnológicas como “las habilidades técnicas, administrativas y organizativas, que las empresas requieren para instalar una planta, utilizarla de manera eficiente, mejorarla y expandirla y generar nuevos productos y procesos.”

Bell y Pavitt (1995) definen la capacidad tecnológica como los recursos necesarios para producir y administrar innovaciones en procesos, en organización de la producción, en sistemas organizacionales, en productos, en equipos, así como en proyectos de ingeniería. Estos recursos son acumulados y asimilados por los individuos (conocimiento y experiencia) e incorporados en rutinas, en procedimientos y por el sistema organizacional de la empresa.

Según Kim (1997), las capacidades tecnológicas en los países en desarrollo son definidas como “la habilidad para hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico, para asimilar, usar, adaptar y cambiar las tecnologías existentes. También es la capacidad para crear nuevas tecnologías y para desarrollar nuevos productos y procesos en respuesta a los cambios del medio ambiente económico.”

Las capacidades tecnológicas se evidencian a través de los diferentes conocimientos que la empresa acumula respecto a su sistema de producción, los productos que manufactura y sus respectivos mercados. Esos conocimientos se obtienen a través de las informaciones originadas por diversos medios (laboratorios, empresas de ingeniería, vendedores de equipos, la propia experiencia en planta, etc.), de diversa naturaleza (científicas, técnicas, empíricas, etc.), de distintos niveles de profundidad (relativas a las operaciones de producción, al diseño de producto), pueden, asimismo, estar asociadas al equipo, al proceso o al producto y estar referidas a distintos ámbitos de la actividad productiva (control de calidad, mantenimiento, seguridad industrial, etc.) Se podría decir que desarrollar las capacidades tecnológicas en una empresa supone la administración de un proceso de aprendizaje, el cual se crea a partir de los diferentes tipos de información anteriormente

mencionados. Por medio de este proceso, la empresa convierte las informaciones en conocimientos y se hace de una memoria tecnológica, en la cual reside la clave para crear capacidades tecnológicas que le permitan mejorar su desempeño económico. (Corpes de Occidente, 1996)

En este sentido, Villavicencio y Arvanitis (1994) argumentan que la construcción de las capacidades tecnológicas se ve afectada por las condiciones y características del sector en el cual se encuentre la empresa, teniendo en cuenta el uso que en cada sector se le da al conocimiento. Asimismo, Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2003) destacan diferencias en la acumulación de capacidades, a través de comparar empresas ubicadas en tres sectores diferentes. Esto es importante considerando que la empresa en estudio se encuentra ubicada, según la taxonomía de Pavitt (1984), en el sector “Intensivo en Escala”<sup>3</sup> y los tres negocios están ubicados en tres sectores de mercado diferentes. Por lo tanto, el uso que le da al conocimiento tiene características particulares que serán estudiadas en esta investigación con el fin de analizar las capacidades tecnológicas en los tres negocios en estudio.

Así, un gran número de autores concuerda en darle importancia a los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas a través de los procesos de aprendizaje y han demostrado el cambio técnico como resultado de la construcción gradual de una base mínima de conocimiento tecnológico que permite llevar a cabo actividades de innovación.

A partir de trabajos empíricos al nivel de empresa, se han desarrollado 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

---

<sup>3</sup> Este sector tecnológico se caracteriza por que en él se concentran empresas de gran tamaño y que producen altos volúmenes como acero, vidrio, bienes de consumo durables, automóviles e ingeniería civil. La acumulación tecnológica es generada por el diseño, creación y operación de sistemas de producción complejos y productos. Las principales fuentes de mejoramiento tecnológico son diseño, producción de ingeniería, aprendizaje, experiencia operativa y proveedores de equipo y componentes. Dadas las ventajas del potencial económico del incremento de escala y la complejidad de los productos y los sistemas de producción, el riesgo de fallas asociadas con cambios radicales es potencialmente muy alto. De ahí que los procesos y productos tecnológicos se desarrollen de manera incremental. Las transferencias tecnológicas internacionales requieren de licencias del *know how* de producción y diseño y lo relativo al entrenamiento, sumado a la comercialización de la maquinaria y otros insumos (Pavitt, 1984).

innovadoras avanzadas. (Dahlman y Westphal, 1982; Lall, 1992; Bell y Pavitt, 1995)<sup>4</sup> Las taxonomías han sido por mucho tiempo un instrumento analítico importante, por que a través de ellas se caracterizan las actividades tecnológicas y las capacidades que han alcanzado las empresas en un determinado momento. Así, a través de estas taxonomías se puede conocer el nivel de profundidad en que se encuentran los procesos de acumulación en empresas industriales. Sin embargo, Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2003) consideran que “estas taxonomías por sí solas brindan limitada ayuda para entender más a fondo las características de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas, las diferencias de niveles por función técnica, y el perfil de capacidades tecnológicas por sector industrial y por tipo de empresa.”

Así, con el fin de sintetizar los principales desarrollos de la literatura en relación con el tema de la acumulación de capacidades tecnológicas en empresas ubicadas en países en desarrollo, en la siguiente sección se describe la taxonomía de capacidades tecnológicas de Bell y Pavitt (1995). La elección de esta taxonomía radica en que es considerada como la mejor lograda para ilustrar el proceso gradual de acumulación, ya que sintetiza los avances anteriores sobre el tema. Por lo tanto, será utilizada como marco de referencia en la presente tesis doctoral para analizar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios elegidos de la empresa Delphi-México.

### **2.1.3 Taxonomía de capacidades tecnológicas**

Bell y Pavitt (1995) analizaron diferentes niveles de funciones técnicas y capacidades tecnológicas para empresas de países en desarrollo, tomando como base el marco analítico desarrollado por Lall (1992) y construyeron una taxonomía de las capacidades tecnológicas que se presenta en la forma de una matriz (ver tabla 2.1).<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Vale la pena mencionar que en la taxonomía de capacidades tecnológicas que sirvió de marco de referencia para el estudio del Corpes de Occidente (1996), realizado en empresas de Colombia, se consideraron las características del cambio técnico en empresas de países en desarrollo y permitió evaluar el nivel de acumulación de las capacidades en dichas empresas.

<sup>5</sup> Una descripción crítica de esta taxonomía se presenta en Dutrénit, Vera.-Cruz y Arias (2003).

**Tabla 2.1 Matriz de capacidades tecnológicas: un marco teórico ilustrativo**

Niveles de Capacidades	Funciones Técnicas Primarias				Función Vinculación externa
	Inversión		Producción		
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Centrada en los procesos y organización de la producción	Centrada en el producto	
<b>Capacidades de producción rutinarias: capacidades para usar y operar la tecnología existente</b>					
<b>Capacidades Operativas Básicas</b>	Estimación de desembolsos	Planeación del protocolo Preparación del protocolo Acondicionamiento del terreno Construcción de la obra civil básica	Operación rutinaria y mantenimiento básico de instalaciones. Mejora de la eficiencia a partir de la experiencia en tareas existentes	Réplica de especificaciones y diseños fijos. Control de calidad rutinario para mantener los estándares y las especificaciones existentes	Búsqueda de insumos disponibles de proveedores existentes Venta de productos existentes a clientes nuevos y existentes
<b>Capacidades tecnológicas innovadoras: capacidades para generar y administrar el cambio técnico</b>					
<b>Capacidades innovadoras básicas</b>	Monitoreo activo y control de: -estudios de factibilidad -selección de tecnología/ proveedores -programación de actividades	Estudios de factibilidad Búsqueda de equipo estándar Ingeniería básica	Designación de grupos de trabajo para hacer pruebas Mejora del layout, programación y mantenimiento. Adaptaciones menores	Adaptaciones menores a las necesidades del mercado y mejoras incrementales en la calidad del producto	Búsqueda y absorción de información nueva de proveedores, clientes e instituciones locales
<b>Capacidades innovadoras intermedias</b>	Búsqueda, evaluación y selección de tecnología/ proveedores. Negociación con proveedores. Administración del proyecto completo	Ingeniería de detalle Adquisición de equipo Estudios de medio ambiente Administración y seguimiento del proyecto Designación del grupo de trabajo Capacitación y reclutamiento Puesta en marcha	Mejora del proceso y estiramiento de capacidades de producción ( <i>stretching</i> ). Licenciamiento de nueva tecnología. Introducción de cambios organizacionales	Licenciamiento de nueva tecnología de producto y/o ingeniería inversa. Diseño incremental de nuevos productos	Transferencia de tecnología a proveedores y clientes para incrementar eficiencia y abastecimiento local

	<b>Funciones Técnicas Primarias</b>				<b>Función</b>
	<b>Inversión</b>		<b>Producción</b>		
<b>Niveles de Capacidades</b>	<b>Toma de decisiones y control</b>	<b>Preparación y ejecución del proyecto</b>	<b>Centrada en los procesos y organización de la producción</b>	<b>Centrada en el producto</b>	<b>Vinculación externa</b>
<b>Capacidades innovadoras avanzadas</b>	Desarrollo de nuevos sistemas de producción y componentes	Diseño de procesos y desarrollo de I+D relacionada	Innovaciones de proceso e I+D relacionada. Innovaciones radicales en la empresa	Innovación de producto y desarrollo de la I+D relacionada	Colaboración en desarrollos tecnológicos con proveedores, clientes y socios

Fuente: Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2003) basado en Bell y Pavitt (1995) y Lall (1992)



La taxonomía presenta diferentes grados de madurez o “profundidad” de las capacidades tecnológicas en cuanto a la actividad innovadora emprendida por la empresa en cada función técnica. Así, la matriz incluye cuatro niveles de acumulación (filas) de acuerdo al grado de innovación: Un nivel básico de capacidades podría permitir solo una contribución al cambio relativamente menor e incremental; pero en los niveles intermedios y avanzados, las capacidades tecnológicas podrían tener una contribución al cambio más sustancial, novedosa y ambiciosa. Esto involucra la distinción entre el tipo de conocimiento y habilidades tecnológicas requeridas para operar sistemas de producción dados (las capacidades tecnológicas operativas de producción ó rutinarias)<sup>6</sup> y el tipo de conocimiento requerido para cambiarlos (las capacidades tecnológicas innovadoras).

En este contexto, es importante definir que las capacidades tecnológicas operativas de producción se refieren a las capacidades para implantar y administrar producción rutinaria de bienes y servicios en niveles dados de eficiencia, usando un conjunto de combinaciones de insumos dados: equipo (capital, tecnología incorporada), habilidades laborales, diseño y especificaciones de producto, especificaciones de insumos y organización y procedimientos de producción. Esto involucra un nivel básico de operación o tecnología utilizando habilidades y conocimiento, los cuales podrían ser acrecentados a través de la experiencia de producción o de un “*learning by doing*” de tecnología dada. Asimismo, se definen las capacidades tecnológicas innovadoras como aquellas capacidades que se requieren para generar y administrar cambio tecnológico. Esto involucra habilidades en el encadenamiento tecnológico, conocimiento y experiencia que son con cierta frecuencia (pero no siempre) sustancialmente diferentes de las necesarias para operar sistemas existentes. (Bell and Pavitt, 1993 y 1995; Lall, 1987)

Con el propósito de desarrollar capacidades innovadoras, Bell y Pavitt (1995) enfatizan que las empresas necesitan: Mejorar constantemente las técnicas a través de actividades de ingeniería y cambio organizacional y no limitarse a realizar un *learning by doing* pasivo que solo incrementa la producción de técnicas operativas, como resultado del incremento de la experiencia en producción.

---

<sup>6</sup> La literatura frecuentemente se refiere a las capacidades tecnológicas operativas como solo capacidades de producción.

Asimismo, la matriz distingue entre seis funciones técnicas (columnas), en las cuales las empresas pueden desarrollar capacidades tecnológicas: i) Toma de decisiones y control de grandes proyectos de inversión, ii) Preparación y ejecución de grandes proyectos de inversión, iii) Centradas en los procesos y organización de la producción, iv) Centradas en el producto, v) Vinculación externa y vi) Producción de bienes de capital. Las dos primeras funciones técnicas se definen como funciones de inversión y las dos siguientes como funciones de producción. A su vez, las funciones de inversión y de producción se describen como funciones técnicas primarias. Las funciones técnicas primarias generan cambio técnico y administran su implementación durante proyectos de inversión relativamente largos para crear nuevos sistemas de producción, tales como: plantas nuevas o líneas de productos nuevos, ampliación de la capacidad de las plantas existentes, distinción de líneas de productos nuevos, etc.

Las últimas dos funciones técnicas v) y vi) son consideradas como funciones de soporte. Estas funciones consisten en el desarrollo de vínculos centrados en el cambio e interacciones con otras empresas e instituciones y producción de bienes de capital que involucran elementos de tecnología nueva creada localmente. En el largo plazo, las capacidades que se originan de estas actividades ayudan a fortalecer la secuencia de acumulación de las capacidades tecnológicas y crean la base para la diversificación de nuevos productos e industrias.

Después de la publicación de la taxonomía de Bell y Pavitt, se han llevado a cabo trabajos que han contribuido a enriquecer la discusión a partir de analizar críticamente esta taxonomía y brindar evidencia empírica sobre los procesos en diferentes industrias y con diferentes ambientes. (Radosevic, 1999; Dutrénit, 2003; Vera-Cruz, 2000; Arias, 2000; Figuereido, 2001 y 2002; Ariffin y Figuereido, 2001; Dutrénit, Vera-Cruz, Arias, 2003; entre otros) Dentro de estos trabajos se encuentra el realizado por Dutrénit, Vera-cruz y Arias (2003), quienes analizan tres casos de empresas mexicanas a la luz de este marco analítico. En este trabajo se señala que esta taxonomía parece ser más útil para identificar las capacidades tecnológicas adquiridas en cada función técnica, aunque lo es menos para identificar el nivel general de acumulación. La taxonomía, presentada en forma de matriz, es una representación estática de las capacidades tecnológicas adquiridas hasta un momento

determinado, pero dice poco acerca de los procesos que condujeron a ese nivel de acumulación. Así, las empresas que han alcanzado niveles similares de capacidades en ciertas funciones técnicas pueden haber seguido diferentes senderos evolutivos de acumulación, que implica, entre otros, mayor o menor tiempo para la adquisición de ciertas capacidades. Además, las empresas acumulan más capacidades tecnológicas en unas funciones técnicas que en otras, debido a que efectúan actividades de diferente naturaleza innovadora en cada una de ellas y dentro de una misma función técnica hay diferente acumulación entre las unidades organizacionales de la empresa, por lo cual la acumulación es más desigual de lo que insinúa la taxonomía.

Asimismo, la taxonomía sugiere una idea de secuencia en las etapas de acumulación; lo que significa que es necesario aprender a realizar actividades de menor complejidad en términos de innovación para posteriormente ser capaces de realizar actividades de innovación más avanzadas, como las asociadas al diseño y la I+D. En este sentido, la matriz muestra hasta dónde se ha acumulado pero no revela el tiempo transcurrido para avanzar en cada nivel, no identifica los procesos de desacumulación,<sup>7</sup> ni si la empresa ha retrocedido desde niveles alcanzados en el pasado. (Dutrénit, Vera-cruz y Arias, 2003)

A pesar de las limitaciones presentadas por la taxonomía de Bell y Pavitt, como se dijo anteriormente es muy útil como instrumento analítico por que permite tipificar las actividades tecnológicas y las capacidades que han alcanzado las empresas en cada función técnica en un momento dado. Así, para poder hacer uso de los beneficios que ofrece la taxonomía, ésta debe ir acompañada de un análisis en el proceso de acumulación de las capacidades tecnológicas.

## ***2.2 Empresas globales e internacionalización de las capacidades tecnológicas***

Dicken (1998) define globalización como “un conjunto complejo de procesos los cuales 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

---

<sup>7</sup> Las empresas dejan de realizar ciertas actividades, desaprenden y pierden capacidades tecnológicas.

“integración funcional de actividades dispersas internacionalmente.” Como parte de este conjunto complejo de procesos, Dicken, identifica el incremento en inversión extranjera directa (IED), el surgimiento y dispersión de las operaciones de los grandes corporativos, la internacionalización de la tecnología y el importante incremento de los tratados de comercio internacional.

Así, cuando se estudia el impacto de la globalización sobre la capacidad tecnológica en los países en desarrollo, el debate del papel de los grandes corporativos extranjeros en estos países cobra especial importancia. Esta importancia radica en que las actividades que estos corporativos o empresas realizan en diferentes lugares del mundo son parte del proceso de globalización, y por lo tanto, estas empresas pueden o no jugar un papel tecnológico muy destacado en los lugares donde se instalan. En este debate algunos investigadores como Dahlman (1987); UNCTC (1990) consideran que todos los países se benefician si son parte de la economía global y que las empresas extranjeras tienen un efecto positivo sobre el nivel tecnológico de los países en desarrollo. Por otro lado, existe otro grupo de investigadores que son más pesimistas en relación con los efectos de las actividades desarrolladas por estas empresas extranjeras, sobre las capacidades tecnológicas en los países en desarrollo. (Chesnais, 1992; Dicken, 1998; Lall, 1992; Malecki, 1997; entre otros)

Para el primer grupo de investigadores, debido a que estas grandes empresas extranjeras utilizan alta tecnología y tienen disponibilidad para invertir en el desarrollo de nueva tecnología, su presencia debería contribuir al avance tecnológico de las economías receptoras, especialmente si son de países en desarrollo. Así, para Chen (1996) estas empresas son vistas como agentes importantes en la transferencia de tecnología y su presencia debería tener un “efecto estimulante en las empresas locales para adoptar rápidamente nuevas tecnologías.” Las alianzas estratégicas, los *joint ventures*, la subcontratación y los acuerdos de licenciamiento entre estas grandes empresas extranjeras y las empresas locales deberían facilitar dicha transferencia e incrementar la capacidad tecnológica de las empresas locales. (Ángel, 1994; UNCTC, 1990)

Desde la perspectiva del segundo grupo de investigadores, se argumenta que la presencia de estas empresas extranjeras no necesariamente incrementa la capacidad tecnológica de los

países receptores. Existen varias razones, primero que la tecnología es una ventaja competitiva para estas empresas extranjeras y ellas no están dispuestas a transferirla fácilmente. Una segunda razón es que estas empresas extranjeras tienden a retener sus actividades de I+D y las partes más avanzadas de sus procesos de producción en sus países de origen, inhibiendo la transferencia de conocimiento a los países en desarrollo. Una tercera razón es que estas empresas extranjeras, ya instaladas en el país receptor, probablemente solo hacen adaptación de tecnología del Corporativo, por lo tanto, su contribución a las capacidades tecnológicas al país donde se instalan es menor que si ellas desarrollaran nueva tecnología. Una cuarta razón es que estas empresas extranjeras desarrollan pocos vínculos con la economía local, lo cual podría hacer posible una transferencia de tecnología. (Dicken, 1998; Chen, 1996; Chesnais, 1992; Sklair, 1990; Stutz, 1998; entre otros)

A continuación se hace una revisión de los temas relacionados con el objeto de estudio de esta investigación: la definición de las empresas multinacionales y globales, así como sus estrategias. Posteriormente, se plantea el tema de la re-localización de las actividades de I+D, la internacionalización de las capacidades tecnológicas y las estrategias de las subsidiarias en términos del tipo de I+D.

### **2.2.1 Empresas multinacionales y globales**

En esta sección se revisa la literatura relacionada, explícitamente, con la definición y el comportamiento general de las empresas multinacionales y globales. Es importante hacer la aclaración, porque existe una gran diversidad de denominaciones, aplicadas por distintos autores, para definir a los grandes Corporativos 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, grandes unidades inter-territoriales, etc. A veces se trata de sinónimos, pero los distintos términos pueden responder también a teorías diferentes.

Vale la pena mencionar que el término transnacional, responde a la denominación oficialmente aceptada por Naciones Unidas, y que para algunos estudiosos es la más

comúnmente utilizada en América Latina. La empresa trasnacional 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.”<sup>8</sup>

En esta investigación interesa la diferenciación entre empresas multinacionales y globales. Para Birkinshaw y Hood (1998) una corporación multinacional 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) define que la empresa multinacional, sea cual sea su nacionalidad, trata de controlar sus puntos de apalancamiento ejerciendo un control sobre sus competidores,<sup>9</sup> su principal objetivo consiste en mejorar la eficiencia a la vez que erosiona la de sus competidores. La definición de empresa multinacional 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 empresas multinacionales son, en primer lugar, empresas gigantescas con activos y ventas superiores al PNB<sup>10</sup> de muchos países. En segundo lugar, la naturaleza multilocalizacional de las empresas multinacionales, 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

---

<sup>8</sup> Esta definición fue realizada por el estudio del Centro de las Naciones Unidas sobre las Corporaciones Transnacionales (1994) y se presenta en Trajtenberg (1999)

<sup>9</sup> Por ejemplo, puede 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>10</sup> Producto Nacional Bruto.

económicas. Si a una corporación multinacional 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>11</sup>

Este tipo de empresas multinacionales se concentra en sectores plurinacionales, 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 multinacional 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 empresas multinacionales modernas surgieron en la segunda mitad del siglo XIX y, más específicamente, después de 1870. La expansión de la actividad de las empresas multinacionales 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: i) buscar nuevos mercados y ii) 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 unas 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 empresas globales. 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)

---

<sup>11</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)

En este contexto, es importante tomar en consideración la preocupación de algunos autores por diferenciar a las empresas multinacionales de las globales. Para Aleé (1995), las empresas multinacionales 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. Las empresas globales, en cambio, 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 considera que para estas empresas, las fronteras y peculiaridades de cada país en el mundo (tributarias, culturales, legales, etc.) 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.

Entre muchas teorías relacionadas con las razones por las cuales las empresas eligen ser globales, algunos autores han encontrado relaciones entre esta decisión y el problema de 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, económicamente hablando, 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 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 empresas multinacionales, ellas comienzan a buscar eficiencias que les den ventajas competitivas. Las ventajas de costo (economías de escala, beneficios tributarios, mano de obra barata, financiamiento, investigación y desarrollo, marketing, recursos humanos calificados, etc.) hacen que estas empresas multinacionales 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 a que ser global no tiene ventajas si no se encuentran claras ventajas o economías de escala en la



producción, marketing, financiamiento, investigación y desarrollo, o cualquier área del negocio al mirar el mundo como un todo. (Aleé, 1995)

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 *management*, habilidad para competir con base en la diferenciación de productos, etc.), 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 empresas multinacionales y globales 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, etc.), 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 los Corporativos (casas matrices, o 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 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 aún mantener un enfoque no global en otros aspectos como la I+D, marketing, toma de decisiones, etc., por no existir ventajas económicas de globalizar en estas áreas. De hecho lo que define una empresa global 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 empresa global la estrategia está centralizada y las diversas actividades están descentralizadas o centralizadas según resulte conveniente por razones de economía o de eficacia.

### 2.2.2 Estrategia de las empresas globales

El fenómeno de la globalización ha hecho que las empresas redefinan sus estrategias, con el fin de afrontar de la mejor manera posible las demandas de un mercado globalizado, con exigencias cada vez mayores y con clientes cada vez más estrictos. Esto ha afectado principalmente a los grandes corporativos, los cuales han tenido que ajustarse a los cambios, de ahí que hayan surgido diferentes tipos de estrategias de acuerdo con las necesidades de cada uno. Sáez Vacas *et al.* (2003) presentan cuatro tipos de estrategias que han sido utilizados por estos grandes corporativos:

- i) Estrategia multinacional: es la que llevan a cabo empresas que pretenden adaptarse a las necesidades locales de los países en los que ofrecen sus productos, existiendo por tanto una baja estandarización. 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. Ver figura 2.1.

**Figura 2.1 Estrategia multinacional, con estructura organizativa descentralizada**



Fuente: Mateos-Aparicio (1998)

- ii) Estrategia global: con esta estrategia una empresa persigue obtener ventajas en costos mediante la estandarización de los productos, 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. Se basa en un control más centralizado en lo que respecta a las actividades de diseño, marketing, producción e I+D, existiendo un flujo unidireccional desde el corporativo a las subsidiarias de recursos, bienes e información. Las decisiones estratégicas genéricas para las operaciones en todo el mundo son adoptadas por la dirección general, siendo distribuidas a las subsidiarias en forma de normas y reglas escritas. Ver figura 2.2.

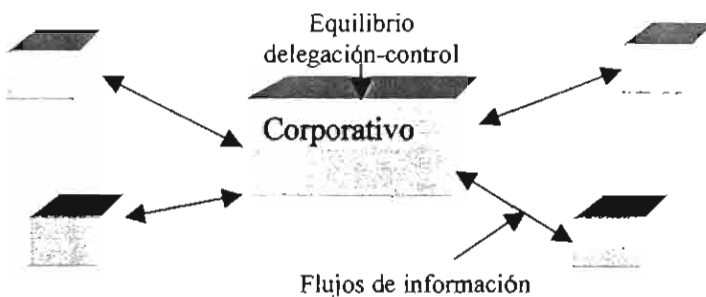
**Figura 2.2 Estrategia global, con estructura organizativa centralizada**



Fuente: Mateos-Aparicio (1998)

- iii) Estrategia internacional: en esta estrategia se requiere una mayor coordinación y control por parte de la casa matriz que en el caso de la estrategia multinacional. Tratando de buscar un equilibrio entre la delegación de responsabilidades que se produce hacia las subsidiarias, con el fin de satisfacer las necesidades concretas de los mercados en los que se opera, y el mantenimiento del control por parte del corporativo. Ver figura 2.3.

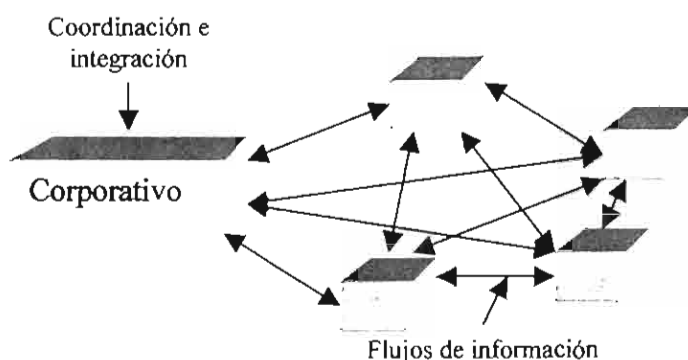
**Figura 2.3 Estrategia internacional, con estructura organizativa coordinada**



Fuente: Mateos-Aparicio (1998)

iv) Estrategia transnacional: esta estrategia se corresponde con el 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 marketing. 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. Ver figura 2.4.

**Figura 2.4 Estrategia transnacional, con estructura organizativa integrada**



Fuente: Mateos-Aparicio (1998)

Para algunos autores como Hofer y Shendel (1978), Porter (1980), Quinn (1980), Johnson (1988), Taggar (1998), entre otros, la literatura general sobre administración estratégica está lejos de tener unanimidad sobre si el proceso de hacer estrategias es (o debería ser) racional, en parte racional, o ser todo menos no racional. Las transformaciones en las estrategias y en los objetivos de los grandes corporativos, han dado lugar a cambios en la manera en que sus subsidiarias se insertan en las operaciones de la corporación, de ahí la importancia de analizar las estrategias de las empresas globales y su impacto en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas de los países donde se instalan. En este contexto, el análisis de esta sección se enfoca principalmente a las estrategias del corporativo, que afectan directamente el comportamiento de sus subsidiarias ubicadas en países en desarrollo.

La UNCTAD (1994) define un tipo de estrategias que denomina de integración compleja, en la cual las empresas multinacionales y globales “transforman sus subsidiarias en parte integrante de redes de distribución y producción integradas regional o globalmente. Así, la

cadena de valor se separa en funciones (ensamblaje, finanzas, I+D, *marketing*, etc.) que se localizan allí donde pueden desarrollarse de manera más eficiente para la corporación como un todo, de modo que pueden radicarse en las subsidiarias funciones productivas y de gestión estratégicas para la empresa.”

En el contexto de las subsidiarias, Taggar (1998) analiza la evolución estratégica en subsidiarias de empresas multinacionales, utilizando como marco analítico el modelo de coordinación-configuración desarrollado por Porter (1986).<sup>12</sup> Este modelo de Porter fue desarrollado para explicar la administración estratégica de las empresas multinacionales en la década de los ochenta.<sup>13</sup> El modelo de Porter está limitado a dos dimensiones: i) coordinación y ii) configuración, pero cuenta con un poder descriptivo y analítico sustancial para que una corporación multinacional pueda encarar opciones estratégicas.

En la dimensión de coordinación, la empresa tiene que decidir cómo vincularse dentro de las diferentes actividades de valor agregado, a través de las redes internacionales, de tal manera que su posición competitiva esté fortalecida y pueda optimizar su desempeño. En estos casos, la empresa multinacional se encara a un amplio rango de elecciones; puede decidir minimizar el nivel de coordinación entre sus plantas y subsidiarias a escala mundial, y dejar a cada unidad operativa una gran cantidad de responsabilidad y autonomía.<sup>14</sup> La baja coordinación hace que se dificulte para las empresas multinacionales ganar mucho de las economías potenciales de las operaciones globales. Con una alta coordinación, las empresas multinacionales deben mejorar la flexibilidad en la relación con los proveedores internacionales, los clientes y los competidores. Una coordinación exitosa podría tomar un buen número de años y una inversión sustancial para desarrollarla, a pesar de ello, Porter argumenta que esto permitiría una mayor sostenibilidad de la ventaja competitiva.

---

<sup>12</sup> Este modelo junto con el modelo integración-sensibilidad de Prahalad y Doz (1987) fueron predominantes en la década de los ochenta para estudiar el tema de las estrategias a escala internacional.

<sup>13</sup> Este modelo fue utilizado por Roth (1992) para explicar las actividades de empresas de tamaño medio que operaban en industrias globales.

<sup>14</sup> En términos del modelo de estrategia subsidiaria de White y Poynter's (1984), se sugiere un tipo de subsidiaria de “réplica en miniatura”, que lleva a cabo un amplio rango de tareas funcionales y operacionales en el ámbito local.

La segunda dimensión en el modelo de Porter es la configuración.<sup>15</sup> La configuración de las actividades de la cadena de valor está vinculada de manera cercana con la localización internacional, la cual ha sido foco de estudio para economistas interesados en negocios internacionales. (Dunning, 1958 y 1995; Vernon, 1966; Wells, 1972; Rugman, 1980; Dunning y Archer, 1987; Patel, 1995; Niosi, 1999; Stal, 2002; Cantwell, 1995 y 2003) Al evaluar la estrategia de localización óptima para las actividades a escala mundial, las empresas multinacionales tienen muchas elecciones; así que pueden distribuir actividades a través de muchos o todos los países donde opera (baja configuración) o podría concentrar actividades particulares y/o funciones en un pequeño número de países, especialmente en el país de origen de la empresa multinacional. Así, esta elección podría ser aplicada para cada actividad individual de la cadena de valor. Por ejemplo, una empresa multinacional podría tener distribuida su manufactura y concentrada la actividad de marketing, o viceversa, o alguna combinación particular entre los extremos. En este contexto, la baja configuración podría estar relacionada con la réplica en miniatura de la subsidiaria, sin embargo, la descentralización de actividades al nivel de países da a la subsidiaria mucha flexibilidad para responder a la situación local. Algunos autores concluyen que de todas las actividades funcionales, el marketing podría rendir más beneficios de configuración para una empresa multinacional debido a su flexibilidad inherente. (Takeuchi y Porter, 1986) En general una empresa multinacional podría realzar su ventaja competitiva por dispersión, donde la comunicación y los costos de transporte son altos o por concentración donde las economías de escala son significativas.

En el modelo de Porter se definen cuatro estrategias básicas para las empresas multinacionales y se caracterizan sus subsidiarias a partir de dichas estrategias:

- i) Estrategia global pura: alta coordinación y alta configuración, por ejemplo Toyota y Microsoft;
- ii) Estrategia de alta inversión extranjera: alta coordinación acompañada con actividades dispersas, que requiere una coordinación amplia entre la red de subsidiarias que frecuentemente se encuentran en la industria electrónica, por ejemplo Motorola y Nec;

---

<sup>15</sup> La configuración ha sido empíricamente evaluada por Roth y Morrison (1992) y Yip (1994), quienes encontraron que un importante ingrediente del éxito de la estrategia global es la concentración de actividades.

- iii) Estrategia país-central: es el resultado de combinar baja coordinación con actividades dispersas, las subsidiarias en esta situación frecuentemente operan como empresas cuasi-independientes como la industria de alimentos, por ejemplo, Unilever, United Biscuits; y
- iv) Estrategia de base exportadora: practicada frecuentemente por empresas que se han internacionalizado recientemente, y cuyas actividades de marketing (muy pocas) están ampliamente dispersas al nivel internacional, por ejemplo, Boeing, Rolls-Royce. En la figura 2.5 se presentan las cuatro estrategias a partir de las dos dimensiones de configuración y coordinación.

**Figura 2.5 Modelo de Configuración - Coordinación**

<b>Coordinación de actividades</b>	Alto	<b>Estrategia Corporativa</b> Alta inversión extranjera con gran coordinación entre subsidiarias	<b>Estrategia Corporativa</b> Estrategia global pura
		<b>Estrategia Subsidiaria</b> Subsidiaria Confederada	<b>Estrategia Subsidiaria</b> Auxiliar estratégico
		<b>Estrategia Corporativa</b> País-central	<b>Estrategia Corporativa</b> Basada en exportación
	Bajo	<b>Estrategia Subsidiaria</b> Subsidiaria Autártica	<b>Estrategia Subsidiaria</b> Subsidiaria destacada
		Disperso geográficamente ó baja configuración	Concentrado geográficamente ó alta configuración
		<b>Configuración de actividades</b>	

Fuente: Basado en Porter (1986) y ampliado por Taggar (1998)

Para Porter la estrategia global pura requiere de un pequeño número de actividades de la cadena de valor llevados a cabo por subsidiarias altamente focalizadas involucradas en el papel de estrategia auxiliar con una autonomía medianamente limitada. La subsidiaria confederada (segundo cuadrante) también toma pocas decisiones localmente, pero su comportamiento es participativo y responsable. Lo anterior, es importante para trabajar con una red amplia e integrada, característica de la estrategia corporativa de inversión

extranjera alta. En el tercer cuadrante se encuentran subsidiarias con más autonomía (debido a los bajos niveles de coordinación) y a un significativo número de actividades de la cadena de valor, realizadas localmente; esta subsidiaria autártica corresponde a la estrategia de país-central. En el cuadrante de la estrategia corporativa basada en exportación, no sería normal encontrar muchas subsidiarias manufactureras excepto: en una fase de transición, o donde ellas fueron parte de una matriz diversificada altamente que ejerció poco control cotidiano sobre las partes no centrales de esta red internacional; este tipo se refiere a las subsidiarias destacadas.

En el contexto de la coordinación vale la pena mencionar lo planteado por Lara y Carrillo (2003) en relación con la coordinación intraempresarial. Estos autores analizan el caso del MTC Delphi en México y destacan que “una vez que se han desarrollado las capacidades de ensamble y manufactura y habiendo concentrado actividades de diseño e I+D se requiere el desarrollo de actividades inmateriales que permitan la coordinación de una enorme multiplicidad de actividades, agentes y unidades de producción conectadas a lo largo de México y de la región del TLCAN.” Así, el MTC pasa de realizar las actividades de innovación que involucran diseño e I+D a la coordinación de múltiples actividades que implican organizar la cadena de producción en el ámbito global, haciendo posible el desarrollo de capacidades organizacionales más allá del producto mismo que abarcan el *know how* de la organización a gran escala y que resultan en nodos (*hubs*) críticos en territorios como el de México. (Lara y Carrillo, 2003)

En resumen, en esta tesis se utiliza el análisis sobre los cuatro tipos de estrategias utilizados por los grandes corporativos de Mateos-Aparicio (1998), para caracterizar el comportamiento de Delphi Corp. Asimismo, si bien en el modelo de Porter se habla de empresas multinacionales, siguiendo a Roth (1992) en esta investigación se utilizará este modelo como marco teórico para analizar el caso de la empresa global Delphi Corp. y caracterizar el impacto de sus estrategias en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios estudiados.



### 2.2.3 Re-localización de las actividades de I+D de las empresas globales

Desde hace más de una década se ha investigado sobre las razones por las cuales las empresas multinacionales o globales deciden descentralizar o re-localizar sus actividades de I+D, ubicándolas en países diferentes a su país de origen. Algunas de estas razones se basan en la posibilidad de usar financiamientos, subsidios e incentivos fiscales ofrecidos por el país receptor. Asimismo, la posibilidad de contar con profesionales cualificados en determinadas áreas que pueden contribuir al desarrollo o perfeccionamiento de los productos y los procesos, puede ser otro atractivo para que se dé este proceso de re-localización. (Stal, 2002)

Meyer-Krahmer y Reger (1999) consideran que las expresiones “multinacional”, “transnacional” y “global” son el reflejo del cambio que se ha dado en las estrategias de las grandes corporaciones norteamericanas y europeas después de la segunda guerra mundial. Las empresas buscaron expandirse por el mundo para encontrar no solo nuevos mercados para sus productos, sino también nuevos lugares para sus procesos y otras actividades de mayor nivel tecnológico. Lo anterior se refleja en que en los períodos iniciales de expansión internacional (décadas 60 y 70), estas empresas primeramente organizaron las operaciones de ventas, distribución y montaje en los países receptores. En las etapas posteriores (final de los años 70 e inicio de los 80), los esfuerzos se orientaron a ofrecer soporte a las subsidiarias por medio de la capacitación en investigación aplicada, desarrollo e ingeniería. A pesar de que las tareas en esa época se limitaron a la adaptación de tecnologías de producto y proceso desarrollados en el Corporativo, hubo una clara tendencia, a partir del final de la década de los ochenta, de reforzar la I+D en varios países. El refuerzo de las actividades de I+D tenía como fin atender a las exigencias de los mercados locales, buscando aumentar la capacidad innovadora global de las empresas. Para Kumar (2001) con estas actividades se buscaba también aprovechar el talento local.

Así, estos grandes corporativos dejaron de concentrar en sus países de origen las llamadas funciones clave para la creación de valor (I+D, diseño de productos y *marketing*). Estas funciones clave les permitían a estas grandes empresas cubrir las necesidades de estos

mercados, haciendo uso de las capacidades locales, teniendo en cuenta que la relación de costos y habilidades fuese la más favorable.<sup>16</sup>

En este contexto, vale la pena decir que la re-localización de las actividades de I+D estuvo enfocada principalmente hacia los países desarrollados. Lo anterior ocurría porque cuando estas empresas se instalaban en países con el mismo grado de avance tecnológico que su país de origen, se establecía una relación más ecuánime y provechosa. En este sentido, Stal (1997) comenta: “hasta hace poco tiempo, países en vías de desarrollo como Corea del Sur, Brasil, India, China y México, entre otros, raras veces fueron considerados dentro de los consorcios de investigación cooperativa,<sup>17</sup> debido a la poca contribución científica que éstos podían aportar.”

Según Dunning (1994) las empresas multinacionales y globales, al localizar sus subsidiarias y centros de I+D por todo el mundo, contribuyen al desarrollo de su propia capacidad innovadora, y por lo tanto, se vinculan al grado de innovación doméstica de los países donde actúan, ya sea en los países en desarrollo como en los desarrollados. Sin embargo, la evidencia muestra que la actividad de I+D ejecutada por estas empresas fuera de sus países de origen representa un pequeño porcentaje del que ellas realizan internamente. (Patel y Pavitt, 1992; Kumar, 2001; Criscuolo y Patel, 2003)

Dunning (1994) considera que existen cuatro tipos de actividades de I+D que realizan las empresas multinacionales y globales fuera de sus países de origen:<sup>18</sup>

1. El principal tipo de actividades está constituido por las adaptaciones o mejoras en los productos, procesos o materiales, cuyo objetivo es desarrollar productos adaptados a las necesidades locales. Este es el único tipo de actividades de I+D realizado en los países en vías de desarrollo, excepto en algunos sectores y en algunos países como Brasil, India, Corea del Sur y México.
2. Actividades de investigación de insumos o nuevos productos que son exclusivos del país receptor como plantaciones, minas, condiciones ecológicas o climáticas

---

<sup>16</sup> Algunos autores se refieren también a esta estrategia como “multidoméstica” (Jones, 2001)

<sup>17</sup> Asociaciones institucionales de grandes empresas en países desarrollados para realizar actividades de I+D.

<sup>18</sup> Citado en Stal (2002)

particulares, etc. Estas actividades requieren pruebas y ensayos permanentes y una continua interacción con clientes.

3. Actividades de economías de escala y de propósito donde se ejerce una mayor demanda sobre la infraestructura de investigación del país receptor, exigiendo el acceso a las universidades e institutos de investigación para concentrar investigaciones específicas en estos países.
4. Actividades de innovación vigentes en el país receptor a través de la instalación de centros de I+D, que interactúan con universidades e institutos de investigación y acompañan a los desarrollos de la ciencia en el país donde se instala.

En relación con el punto 4, Camargos y Sbragia (2000) y Criscuolo and Patel (2003) afirman que en muchas ocasiones las empresas multinacionales y globales deciden centralizar las actividades de I+D en un laboratorio corporativo. Esta decisión se toma teniendo en cuenta, entre otras, las siguientes razones: una mejor racionalización de los recursos disponibles, la proximidad a los centros de toma de decisión, la sinergia entre investigadores de diferentes áreas y la reducción de costos de utilización de equipamientos. Asimismo, se menciona la tendencia actual de formación de redes de I+D global distribuyéndose, en diversos países, laboratorios responsables por actividades de I+D originales y exclusivas, coordinadas por una estrategia corporativa centralizada.

Esta tendencia también fue estudiada en el trabajo de Meyer-Krahmer y Reger (1999), quienes describen las formas de internacionalización de I+D adoptadas por empresas multinacionales desde los años 60, y que fueron presentadas anteriormente. Esos autores afirman que, actualmente, la estrategia de internacionalización de I+D de las empresas refleja una tendencia a la concentración y focalización en algunos centros de excelencia. Estos centros deben estar instalados en lugares donde predominen las mejores condiciones para la innovación y la generación de conocimientos, en su segmento de producto o campo de la tecnología. (Meyer-Krahmer y Reger, 1999; Criscuolo and Patel, 2003; Cantwell, 2003) Así, Frost *et al.* (2002) considera que muchas compañías se están moviendo del “viejo” paradigma donde las subsidiarias adaptaban tecnologías desarrolladas en el corporativo, a un nuevo paradigma en el cual estas subsidiarias participan activamente en la

creación de activos tecnológicos, como lo muestra la literatura sobre “centros de excelencia.”

En el caso de Delphi, las condiciones que se dieron para la localización de las actividades de I+D para la línea de negocio de sensores y actuadores, parece obedecer a una estrategia de costos de la ingeniería y de localización geográfica propicia para interactuar con los centros de I+D de EEUU, y no a las condiciones de innovación propicias del entorno. Así estas actividades en un principio estaban enfocadas a desarrollar productos adaptados a las necesidades locales y posteriormente se empezaron a realizar actividades donde interactuaban con institutos y universidades dedicados a la investigación para desarrollar tecnología. Lo anterior, concuerda con lo planteado por Dunning (1994) en dos de los cuatro tipos de actividades de I+D que, según este autor, las empresas globales realizan fuera de su país de origen.

#### **2.2.4 Internacionalización de las capacidades tecnológicas innovadoras**

Como se mencionó en la introducción de la sección 2.2, el concepto de internacionalización se ha utilizado para explicar “la extensión de actividades económicas a través de las fronteras nacionales,” y el proceso de internacionalización se asocia con la capacidad que tienen las empresas para obtener beneficios de ciertas imperfecciones del mercado. Las teorías sobre la internacionalización y el cambio técnico plantean la existencia de algún tipo de asociación, en algunos casos de causalidad, entre la realización de actividades tecnológicas, en particular actividades formales de I+D, y el proceso internacionalización de las empresas, así como entre ambos procesos y la estructura productiva de las economías de los países. Granda (1998)

En la literatura existen dos vertientes que buscan explicar la importancia y magnitud de la internacionalización de las capacidades tecnológicas innovadoras de las empresas. (Vernon 1966 y 1979; Patel y Pavitt, 1992; Patel, 1995 y 1996; Patel y Vega, 1999; Cantwell, 2003, 1999, 1992 y 1995; Mansfield, Teece y Romeo, 1979; Westney, 1993; Dunning, 1994; Zander, 1994 y 1997; Pearce y Singh, 1991; Ghoshal y Bartlett, 1987 y 1993; Niosi, 1999; Meyer-Krahmer y Reger, 1999; Kumar, 2001; entre otros) Una primera vertiente argumenta la inexistencia o la poca ocurrencia de esta internacionalización y una segunda apunta a

demostrar que esta internacionalización depende de la localización y situación de los países receptores, del origen de las corporaciones multinacionales y del tipo de producto, entre otras variables. Ambas vertientes han basado su análisis, principalmente, en estudios sobre patentamiento, estadísticas de I+D y datos macroeconómicos.

Ariffin (2000) aporta elementos de discusión a estos dos conjuntos de literatura, a partir de medir la velocidad en la cual se han construido altos niveles de capacidades tecnológicas en las empresas de la industria electrónica de Malasia. Se basa en la medición de tres conceptos clave: i) los niveles de capacidad tecnológica; ii) las tasas a las cuales se construye la capacidad tecnológica; y iii) el papel del aprendizaje y los flujos de conocimiento a través de los vínculos inter-organizacionales. En este estudio, Ariffin, a diferencia de las dos vertientes de internacionalización de capacidades innovadoras en las cuales se basa, no utiliza datos de patentamiento, ni estadísticas de I+D, para medir. A continuación, se hace una descripción de estas dos vertientes y de los aportes de Ariffin.

#### **2.2.4.1 Inexistencia o poca ocurrencia de la internacionalización**

La mayoría de la literatura que analiza y discute este tema se basa principalmente en el modelo del ciclo de vida del producto planteado por Vernon (1966). En esta literatura se explica por qué algunas categorías de actividades económicas, como la fabricación de productos maduros, pueden ser internacionalizadas y estandarizadas y otras, como las actividades de I+D de nuevos productos, no pueden serlo.

Así, el modelo de Vernon explica que después de haber establecido un nuevo producto o un nuevo proceso de producción en el mercado local (por ejemplo en EE.UU.), las empresas deberían exportar y localizar la producción de componentes maduros, estandarizados, de mucho volumen y productos de bajo costo en otros sitios a través de la inversión extranjera directa. En este sentido, mientras las actividades de producción estarán internacionalizadas, las actividades de I+D y así las capacidades tecnológicas innovadoras permanecerán al interior de los países donde se localizan los corporativos o empresas matrices.

Debido a la importancia de estar cerca del mercado local y a la concentración de habilidades y conocimientos avanzados (los cuales son tácitos y no fácilmente transferibles)

en el país de origen de las grandes empresas, algunos investigadores como Patel (1995) y Pavitt y Patel (1991) han utilizado estas razones para sustentar el modelo de Vernon (1966) y confirmar la superioridad de los países avanzados en la producción o creación de tecnología. Asimismo, Patel (1995), a partir del análisis de las patentes, argumenta que existe una limitada forma de internacionalización de las capacidades innovadoras en los países desarrollados denominados “tríada” (EEUU, Inglaterra y Alemania). La razón es que la cercanía geográfica de los países de la tríada posibilita una cercana y frecuente comunicación con el personal, toma de decisiones rápida y la participación de personal dotado de habilidades y conocimientos avanzados. A partir de esto, se plantea que el país de origen es todavía la fuente más importante de la actividad innovadora.

#### **2.2.4.2 Existencia condicionada de la internacionalización**

La literatura que argumenta a favor de la existencia de la internacionalización de capacidades innovadoras se basa principalmente en estudios de caso descriptivos. Estos estudios de caso analizan pequeñas muestras de empresas innovadoras ubicadas en los países de reciente industrialización de Sudeste Asiático, en Brasil y Argentina. Asimismo, algunos estudios han mostrado una limitada internacionalización en los países de Norteamérica y Europa.

Para Vernon (1979); Mansfield, Teece y Romeo (1979); Mansfield y Romeo (1984); Pavitt y Patel (1991) Dunning (1994); Cantwell (1995), entre otros investigadores, la ocurrencia de una internacionalización de las capacidades tecnológicas innovadoras depende de la situación del país receptor, del país de origen y de los productos. Esta situación involucra variables como: la localización, la proveeduría de científicos e ingenieros, el comercio y el tamaño del mercado, el tipo de producto, las economías de escala, etc. Así, la innovación y el conocimiento tecnológico involucran un flujo de conocimiento de doble vía entre el Corporativo ubicado en el país de origen y los centros de I+D de las subsidiarias avanzadas y geográficamente cercanas a los países de la tríada.

A raíz de los cambios en las condiciones económicas y en los mercados, desde la década de los ochenta, se ha venido dando un incremento gradual en el traslado de centros de I+D que estaban ubicados en sus países de origen hacia los países receptores, favoreciendo sectores

en los cuales el país receptor tiene una relativa ventaja competitiva o habilidades y experiencias tecnológicas complementarias. Lo anterior se hace, según Cantwell (1999), con el fin de aprovecharse de las ventajas competitivas del país receptor, especialmente cuando el país elegido es un país desarrollado. Así, para Stal (2002) la tendencia actual es que existen pocos casos de países con un alto grado de concentración de I+D.

Como se dijo anteriormente, la internacionalización de las capacidades innovadoras también depende del tipo de producto. Vernon (1979) sostiene que la internacionalización de las capacidades innovadoras es posible para productos con rápidas tasas de crecimiento y ciclos de vida cortos. Para Patel (1995), esta internacionalización es posible para productos con baja tecnología y sectores maduros que no requieren de capacidades de I+D avanzadas y donde la adaptación a las condiciones del mercado local es importante. Asimismo, sostiene que esto no sucede para productos de alta tecnología, debido a que se necesitan capacidades de I+D avanzadas para su creación. Así, a lo más, las empresas podrían instalar un “*listening post*” y ubicar pequeños laboratorios en el extranjero para adaptar I+D, mientras concentra las actividades tecnológicas centrales en el Corporativo.

Westphal, Kim y Dahlman (1985) y Lall (1992) consideran que las empresas establecidas en países en desarrollo, a través de la IED, son frecuentemente vistas como proveedores pequeños o que no dan ningún soporte para el desarrollo tecnológico significativo en el país donde está ubicado. En este mismo sentido, Lall (1995), Ostry y Harianto (1995) y Guyton (1994) consideran que las subsidiarias de los Corporativos multinacionales y globales extranjeros, ubicadas en países en desarrollo, son pensadas para tener pocas y muy dependientes capacidades tecnológicas innovadoras.

Así Ghoshal y Barlett (1987) clasifican a las subsidiarias en tres categorías: i) “*centre-for-local*”: subsidiarias ubicadas en países de industrialización tardía, donde las innovaciones fluyen en una sola vía y son transferidas del Corporativo a las subsidiarias; ii) “*local-for-local*”: subsidiarias ubicadas en países de industrialización tardía, donde las actividades innovadoras son limitadas a modificaciones menores de tecnología existente o productos para las necesidades del mercado local; iii) “*local-for-global*” y “*global-for-global*”:

subsidiarias ubicadas en países de industrialización avanzada, donde las innovaciones fluyen de las subsidiarias locales al interior de la red de la empresa multinacional.

La diferencia entre la perspectiva de la ausencia de internacionalización y la perspectiva de la internacionalización limitada o condicionada, es que la segunda no solamente es atribuida a la dispersión de las capacidades innovadoras y a la proximidad geográfica sino también a los factores de proveeduría, como por ejemplo, la disponibilidad de conocimiento experto y especializado en centros de I+D de países desarrollados.

#### **2.2.4.3 Internacionalización de capacidades**

Ariffin (2000) analiza 53 empresas (26 subsidiarias de multinacionales y 27 empresas locales) en la industria electrónica de Malasia. Basándose en la taxonomía de Bell y Pavitt sobre capacidades tecnológicas, esta autora define seis niveles de capacidades tecnológicas que alcanzaron las empresas estudiadas: i) Inicio de operaciones en la Industria Electrónica, ii) Operaciones básicas maestras, iii) Capacidad innovadora básica, iv) Capacidad innovadora intermedia, v) Capacidad innovadora avanzada, y vi) Capacidad innovadora basada en investigación.

Así, el 85% de estas 53 empresas alcanzó al menos capacidades innovadoras intermedias y les tomó un promedio de 11 años hacerlo. El 18% de las empresas alcanzó capacidades innovadoras avanzadas y solo el 4% de las 53 empresas estudiadas alcanzaron capacidades innovadoras basadas en investigación y les tomó más de 20 años hacerlo. De las 26 subsidiarias de multinacionales estudiadas el 85% de ellas han alcanzado capacidades innovadoras intermedias y el 30% cuenta con capacidades innovadoras avanzadas. De las 27 empresas locales estudiadas por Ariffin (2000) ninguna alcanzó capacidades innovadoras basadas en investigación, además, ninguna de ellas ha desarrollado capacidades tecnológicas suficientemente avanzadas para posibilitar el desarrollo de vínculos en actividades innovadoras con las subsidiarias que operan en Malasia. Con base en lo anterior, Ariffin concluye que la internacionalización de las capacidades innovadoras en Malasia si ha ocurrido, aunque no se manifieste en términos de patentes, ni de los otros indicadores que se acostumbran para medir las actividades innovadoras.



A diferencia de otros estudios que analizan las capacidades tecnológicas y que toman como parámetro especialmente las actividades relacionadas con I+D, ignorando el resto de las actividades tecnológicas, en el estudio de Ariffin se utilizaron otros factores, tales como: i) el tiempo y la acumulación de aprendizaje, y ii) la interacción y la difusión de conocimiento a través de las personas, y especialmente, de sus relaciones: subsidiarias-corporativo, proveedor-usuario y el aprendizaje independiente.<sup>19</sup>

Con base en lo presentado anteriormente, se puede afirmar que las subsidiarias de las empresas multinacionales y globales, ubicadas en los países en desarrollo o de reciente industrialización, que hayan alcanzado capacidades tecnológicas innovadoras se podrían considerar como ejemplos de la internacionalización de las capacidades innovadoras.

Para Ariffin (2000) si bien la I+D y el patentamiento son medidas relevantes de las capacidades innovadoras de las subsidiarias o empresas locales ubicadas en los países de industrialización avanzada como EEUU, Japón, Inglaterra, Alemania entre otros, para los países en desarrollo es necesario centrarse en otros indicadores, porque algunas subsidiarias están aún en el proceso de construcción y acumulación de dichas capacidades o desarrollando actividades de adaptación, rediseño, mejora, entre otras, donde no se involucran actividades de I+D y donde no se generan patentes. Por ello, los estudios sobre internacionalización de capacidades tecnológicas a partir de mediciones como: gastos en I+D, personal dedicado a realizar actividades de I+D, estadísticas de patentes, porcentaje de científicos e ingenieros, gastos en educación, intensidad de capital, entre otras, tienen grandes limitaciones cuando se aplican en subsidiarias o empresas locales de los países de industrialización tardía o en desarrollo.

Por ejemplo, en el caso de las subsidiarias de las empresas multinacionales de países como EEUU y Japón, se sabe que cuando iniciaron operaciones en diferentes países en desarrollo, su misión principal era fabricar productos simples con un alto contenido de mano de obra. Con el tiempo, las actividades y capacidades de estas subsidiarias fueron cambiando para

---

<sup>19</sup> Esto es importante en la medida en que las investigaciones sobre la internacionalización de capacidades innovadoras se han enfocado principalmente a las multinacionales y sus subsidiarias ubicadas en los países de industrialización avanzada, y se han olvidado de las subsidiarias, las empresas "latecomer" locales y las empresas proveedoras ubicadas en los países de industrialización tardía y en desarrollo. (Ariffin, 2000)

fabricar productos cada vez más complejos, utilizando procesos más intensivos en capital e involucrando más ingeniería y trabajo de diseño. Estos cambios no necesariamente se ven reflejados en las estadísticas de patentes, ni en los gastos de I+D, de ahí la dificultad para utilizar este tipo de medidores con el fin de cuantificar o cualificar las capacidades innovadoras en países en desarrollo, donde se ubican las subsidiarias. A pesar de no poderse medir con dichos indicadores estas actividades son muy importantes, por que permiten generar capacidades innovadoras que pueden impactar de manera significativa en la competitividad de las empresas multinacionales y globales.

En este tema de internacionalización de capacidades tecnológicas los tres negocios de Delphi-México, parecen obedecer a una internacionalización de capacidades de producción pero no de productos con tecnología madura como lo plantean Vernon (1966) y Patel (1995), por el contrario los tres negocios son considerados como productos con alto contenido tecnológico y asociados a actividades de diseño e I+D en el MTC y en otros centros técnicos de Delphi en el mundo. En cuanto a la internacionalización de capacidades de diseño e I+D para los negocios de sensores y actuadores y flecha intermedia están enfocadas a la realización de actividades relacionadas con las adaptaciones y las mejoras de los productos y a finales de los noventa a la creación de productos y tecnologías para el caso de sensores y actuadores. En este sentido se podría pensar que las divisiones de E&C y de Saginaw parecen comportarse como subsidiarias “*global-for.global*”, pero ubicadas en un país en desarrollo como lo es México.

En este contexto es posible pensar que las líneas de negocio de Delphi-México, estudiadas en esta tesis, pudieran ser consideradas como ejemplos de la internacionalización de capacidades, tanto de producción como de diseño e I+D. En este sentido, sería importante acudir a otro tipo de medidores para evaluar el nivel de internacionalización, tal como lo hizo Ariffin (2000), debido a que estos tipos de internacionalización de capacidades son difícilmente cuantificables a partir de las indicadores tradicionales como las patentes.<sup>20</sup> Si bien el MTC genera patentes, éste indicador no podría utilizarse como una medida de la actividad innovadora en México debido a que generalmente estas patentes son registradas en EEUU.

---

<sup>20</sup> Este tema podría pensarse como una futura línea de investigación, ya que en esta tesis no será abordado.

### 2.2.5 Estrategia de las subsidiarias en términos del tipo de I+D

Berces (2003) define la subsidiaria como una empresa que es legalmente distinta de otra, pero es económica y financieramente dependiente. Tiene un cierto nivel de independencia en campos administrativos y de toma de decisiones. La subsidiaria es siempre parte de una multinacional y está localizada fuera del país donde se ubica el Corporativo.

El fenómeno de las subsidiarias juega un papel crítico en el éxito de las empresas multinacionales y globales, en términos de su habilidad para vender internacionalmente los productos de la empresa o en términos de obtener mayor valor agregado en actividades tales como I+D o manufactura. Así, Birkinshaw y Hood (1998) consideran que el desarrollo de las subsidiarias es importante por varias razones: i) en muchas ocasiones la evolución de la empresa multinacional o global está influenciada por los cambios que son exhibidos en sus subsidiarias en el extranjero; ii) para algunos autores, estas subsidiarias “jalan” y contribuyen al desarrollo de la economía de los países huéspedes; y iii) las subsidiarias representan un “caso especial” de crecimiento del Corporativo. Este crecimiento es guiado por ciertos factores como la motivación del Corporativo, las oportunidades del entorno local, etc., y constreñido por factores tales como: el acceso a recursos financieros, la credibilidad del Corporativo, etc.

Cantwell and Kosmopoulou (2002) consideran que para las principales empresas multinacionales y globales es muy poco probable localizar la creación de capacidades relacionadas con tecnologías primarias de su principal línea de negocios, en sus subsidiarias ubicadas en el mismo lugar en el cual se encuentran sus principales competidores. Las subsidiarias ubicadas en estos lugares no llegarán a ser creadoras de capacidades. Si estas subsidiarias tienen un mandato para crear conocimiento éste tenderá a ser: i) fuera de las tecnologías primarias para la industria en la cual está inmersa, por ejemplo, en áreas de soporte para dicha industria; o ii) enfocado a procesos de conocimiento que involucran bajos niveles de creatividad. A este fenómeno se le puede denominar **localización complementaria**, lo que implica un grado de separación geográfica de los principales esfuerzos innovadores que lleva a cabo el Corporativo.

Contrario de lo anterior, parece probable que las subsidiarias reciban mandatos para la creación de capacidades en campos tecnológicos primarios de las principales líneas de negocio del Corporativo, solo cuando existe una dispersión suficientemente amplia de otras empresas independientes y tecnológicamente activas en el lugar donde se encuentra la subsidiaria. A este fenómeno se le puede llamar **colocación**, debido al amplio rango de empresas al interior de una industria en particular.

Cantwell (2003) considera que mientras la localización ha sido un tema estudiado de manera extensa en el contexto de la formación de los cluster en general,<sup>21</sup> relativamente poco se ha dicho sobre el papel de las subsidiarias en tales clusters,<sup>22</sup> y todavía menos sobre como ellas encajan dentro de sus propios clusters. Analizando las estrategias de las empresas globales en un contexto internacional y teniendo en cuenta los efectos benéficos de las derramas (*spillovers*), se puede tener una mayor comprensión de la variabilidad en cuanto a la localización ó no de actividades de creación de conocimiento en las subsidiarias de los Corporativos, basado en la distinción sobre si las subsidiarias han ganado o no un estatus en la creación de capacidades al interior del Corporativo del cual hacen parte.

Cantwell and Mudambi (2001) también han empleado la terminología de tipos de subsidiarias que explotan y/o crean capacidades. La distinción entre las subsidiarias que explotan y las que crean capacidades está determinada por el mandato de producción de la subsidiaria, y no por las características de las actividades de I+D o de innovación llevadas a cabo por la subsidiaria. Es decir, las subsidiarias que han adquirido un mandato para emprender una cierta área de desarrollo de producto, o que aunado a esto tienen además alguna responsabilidad del desarrollo internacional de la estrategia, son consideradas en un estatus de creadoras de capacidades. Así, ellas proporcionan una cierta contribución creativa independiente de su Corporativo. Para Birkinshaw and Hood (1998) y Frost, Birkinshaw and Ensign (2002) estos mandatos de las subsidiarias tienden a ser el resultado de la evolución de la subsidiaria, y esta evolución depende de una combinación y una interacción entre la iniciativa local y la asignación del Corporativo. En cuanto a las subsidiarias que explotan capacidades, éstas tienden a tener un reducido nivel de

---

<sup>21</sup> Por ejemplo Maskell (2001)

<sup>22</sup> Son encadenamientos de empresas de un mismo sector en una misma región.

actividades de I+D, y se limitan a adaptar y a explotar las capacidades desarrolladas por la empresa en su país de origen.

En los últimos cinco años se ha acumulado evidencia que documenta la importancia que tiene para las empresas multinacionales y globales que sus subsidiarias creen capacidades (en contraste con el tipo más tradicional de subsidiarias donde solamente se explotaban las capacidades), en el contexto local en el cual funcionan. (Cantwell, 2003)

Andersson and Forsgren (2000) y Andersson, Forsgren and Holm (2002) manifiestan que es claro que un tipo de subsidiaria que cree capacidades necesita estar involucrada profundamente en su propio ambiente local, y participar más intensamente en redes localizadas al interior de la empresa. Asimismo, se sabe que la habilidad de una subsidiaria para emprender iniciativas creativas con algún grado de independencia de su Corporativo, y no simplemente ser responsable en el ámbito local, depende de su capacidad para formar vínculos externos favorables con otras empresas e instituciones en su propio ambiente local. (Birkinshaw, Hood and Jonson, 1998; Andersson and Forsgren, 2000) Así, según Cantwell (2003) “cuanto mayor es el involucramiento local de la subsidiaria, es más alta la probabilidad que ella pueda adquirir un mandato de creación de capacidades.”

Asimismo, para Birkinshaw, Hood and Jonsson (1998) la probabilidad de que las subsidiarias tengan capacidades tecnológicas distintivas o “recursos especializados”, no es condición suficiente para obtener una responsabilidad internacional. Es necesario que la subsidiaria tenga iniciativas proactivas y un cierto grado de autonomía. Además, debe estar situada en lugares con una buena infraestructura local, y especialmente con una buena base en ciencia, ya que esto estimula que las subsidiarias puedan crear capacidades. (Cantwell e Iammarino, 2000 y Cantwell y Piscitello, 2002)

Hobday (2001) considera que la innovación en la industria electrónica de Malasia, así como en Singapur y Tailandia, debe ser entendida dentro de un contexto de estrategias globales. Estas estrategias permitieron que las empresas extranjeras hicieran fuertes inversiones en habilidades, capacitación y educación valiéndose de un sustancial proceso de aprendizaje tecnológico, lo que hizo posible que subsidiarias de Malasia, por ejemplo, pasaran del

ensamble simple a etapas más altas de la actividad tecnológica, tales como procesos de ingeniería. De ahí que se argumente que las actividades tecnológicas de las subsidiarias de estos países del Sudeste Asiático no deben considerarse como insignificantes, a pesar de que buena parte de la I+D y del diseño original de los productos se lleva a cabo en los países de origen de las empresas extranjeras.

Según Hobday muchas de las actividades tecnológicas de estas subsidiarias involucran diseño, ingeniería y tareas operativas. Estas actividades son esenciales para la productividad, calidad y competitividad y sus requerimientos frecuentemente forman la estrategia de I+D corporativa y nutren la demanda de I+D. Por lo tanto, las actividades tecnológicas de las subsidiarias, constituyen un elemento esencial de muchas operaciones que realizan estas empresas extranjeras.

Así se podría considerar que los casos estudiados por Hobday obedecen a una clara estrategia de mandato para la creación de capacidades tecnológicas innovadoras, a partir de brindar los recursos necesarios en cuanto a inversión de capital y capacitación del personal que hizo posible que estas subsidiarias ubicadas en Malasia y otros países del sudeste asiático alcanzaran mayores responsabilidades y habilidades.

En el caso de los negocios de Delphi se considera que la primera intención que guió la instalación de estos negocios en México estuvo relacionada con el mandato para explotar capacidades. Esto debido a la ubicación de México y su cercanía con los EEUU, mano de obra barata, beneficios del régimen maquilador, entre otros. A mediados de la década de los noventa Delphi decide tomar una estrategia de mandato para la creación de capacidades tecnológicas innovadoras en algunas áreas del conocimiento de sus negocios en México pero con pocos vínculos locales.

### ***2.3 Literatura desarrollada en torno a la IME en México***

La IME se estableció en México a mediados de la década de los sesenta y desde entonces ha tenido desde sus inicios un fuerte impacto en la actividad exportadora y en la generación de empleo, de ahí el interés por hacer estudios de diversa índole para analizar su comportamiento e impacto dentro de la economía y en el desarrollo de México. Es así como

se han realizado trabajos en diferentes campos que caracterizan a la IME y que permiten tener un marco de referencia sobre su influencia, ventajas, desventajas, contribuciones, carencias, etc.

La IME se caracterizó en un principio como una industria intensiva en mano de obra con escasas inversiones en capital y tecnología, poco personal calificado y hasta mediados de la década de los ochenta, por sus bajos niveles de productividad y por la creciente incorporación de fuerza de trabajo femenina. Esta baja productividad fue en gran medida producto de una pobre incorporación de fuerza de trabajo calificada, alta concentración en tareas de ensamble simple y muy baja proporción de maquinaria y equipo por trabajador ocupado. (Sassen, 1986; Anderson, 1990; Godínez y Mercado, 1994)

Asimismo, en esta primera etapa de la IME, una parte sustancial de las plantas operaban como empresas subcontratadas por pequeñas y medianas corporaciones de origen estadounidense, quienes recurrieron a la subcontratación en primera instancia para tomar ventaja del régimen fiscal,<sup>23</sup> y además se les permitía a dichas corporaciones segmentar su proceso de producción, vía la subcontratación de procesos de trabajo intensivos en mano de obra. (Grunwald, 1986; Clement, 1987; Ganster, 1987; Grunwald, 1987; Barajas, 1989; y Carrillo, 1990)

Un enfoque frecuente en los estudios realizados hacia finales de la década de los ochenta y principios de los noventa, se refiere a la presencia de plantas de capital japonés y a sus efectos en el modelo organizacional de las maquiladoras. (Clement, 1987; Grunwald, 1987; Louv, 1987; González-Aréchiga y Ramírez, 1989; Székely, 1991; Kenney y Florida, 1994; entre otros) El desarrollo de la producción flexible, la utilización de sistemas de control computarizado en procesos productivos, control de calidad, insumos, distribución de productos y programa de inversiones, ha garantizado y posibilitado el traslado de procesos productivos, aún los altamente tecnificados, de los países desarrollados a países de menor desarrollo como México. (Carrillo, 1990; Lara, 1995; y Barajas, 2001) Es por ello que una

---

<sup>23</sup> El Régimen de la IME entró en operación en el año de 1965, y solo se contemplaba su aplicación dentro de las zonas y franjas fronterizas. Este constituyó un régimen fiscal, por medio del cual los insumos y partes que eran transformados para luego ser regresados a su país de origen estaban exentos del pago de impuesto por importación. De la misma forma, la operación como tal se encuentra libre de pago de impuestos, entre ellos el impuesto sobre la renta.

buena parte de la literatura que aborda la IME se ha centrado en describir y analizar la organización de la producción, el desempeño económico, las condiciones laborales, entre otros temas relacionados.

Si bien el proceso de flexibilización de los puestos de trabajo y de las actividades laborales se acrecentó en algunas maquiladoras durante la década de los ochenta, la incorporación de mano de obra altamente calificada (como los ingenieros), y los procesos de diseño siguieron siendo reducidos. A pesar de ello, Hualde (1994) comenta que los jóvenes ingenieros mexicanos encontraban en la maquiladora un sector donde adquirir habilidades técnicas y realizar carreras profesionales que comenzaban a consolidarse. En este sentido, la concentración territorial de la industria en la frontera norte tuvo un impacto importante en el sistema educativo local. En 1989 un estudio encontró que el 20% de la población total ocupada en 358 establecimientos maquiladores eran profesionistas y técnicos y que estas plantas mantenían intercambios con 29 centros educativos. (Carrillo, 1993) Por su parte Hualde (2001) mencionaba que en estrecha relación con los cambios en el sistema productivo, las instituciones educativas locales habían logrado tejer una red de relaciones formales e informales que denotaban una articulación en diferentes niveles.

En los primeros años de la década de los noventa, la IME sufrió paulatinos y constantes cambios, tanto de orden cuantitativo como cualitativo. Entre los cambios cuantitativos se destaca el crecimiento en el número de plantas maquiladoras y su tamaño, el crecimiento del empleo y las divisas que esta industria generaba, y la localización de plantas maquiladoras en otros lugares fuera de la frontera norte. (González-Aréchiga y Ramírez, 1989; Stoddard, 1990; Wilson, 1991; Pérez Llanas y Cámara, 2002) En cuanto a los cambios de orden cualitativo se destacan la incorporación de procesos de producción con base manufacturera, una mayor especialización productiva, un mayor desarrollo organizacional; así como en algunos casos la incorporación de procesos productivos tecnológicamente más avanzados y la incursión en actividades de I+D de nuevos productos y/o procesos. (Gonzalez-Aréchiga, 1989; Barajas, 1989; Carrillo, 1990; Carrillo y Ramírez, 1993)

En este contexto se percibió que la IME era una industria en donde se interrelacionan actividades económicas tradicionales y otras más modernas, sectores productivos con



diferencias en la intensidad del uso de capital y mano de obra, así como un grado de sofisticación tecnológica. Esta evolución de la IME, especialmente la tecnológica, ha permitido desarrollar tipologías sobre las maquiladoras. Estas tipologías 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, diferentes estudios constatan la existencia de varios tipos de maquiladoras desde fines de la década de los ochenta, que van desde las ensambladoras tradicionales hasta las de alta tecnología. (Mertens y Palomares, 1988; Domínguez y Brown 1989; Barajas y Rodríguez, 1989; Wilson, 1990) A su vez, en un gran número de empresas se advierte una dualidad tecnológica interna, ya que se observan procesos de ensamble tradicional junto a otros de tecnología avanzada. Barajas (1990), Rodríguez (1990) y Salazar (1990) presentan evidencias de la existencia de diversos niveles tecnológicos en las plantas maquiladoras.

En este sentido, 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. Se trataba, según este autor, de plantas intensivas en tecnología, que producían componentes o bienes finales para las industrias automotriz, de computación, de televisores y de maquinaria.

Asimismo, Carrillo y Hualde (1997) desarrollan una tipología en la que destacan tres clases de empresas maquiladoras: i) de primera generación ó basadas en la intensificación del trabajo manual, se considera como una maquiladora tradicional donde la prioridad es la cantidad y no la calidad, ii) de segunda generación ó basadas en la racionalización del trabajo, esta maquiladora está más orientada a la manufactura, tiene un mayor desarrollo organizacional, hay mayor nivel de los trabajadores y más capacitación, sin embargo, no se cuenta con trabajo manual altamente calificado; y iii) de tercera generación ó intensivas en conocimiento, son empresas que realizan actividades de diseño e I+D. Según estos autores, esta última generación mantiene escasos proveedores regionales, pero desarrollan conglomerados intrafirma y cadenas interfirma, iniciando un proceso de integración vertical centralizada a través de complejos industriales en el lado mexicano. Estas plantas utilizan trabajo altamente calificado de ingenieros y técnicos, privilegiando el conocimiento y la

creatividad tanto en el diseño como en la manufactura. Su fuente de competitividad está dada por la capacidad de ingeniería y tecnología, los salarios relativos del personal calificado y la comunicación con su eslabón manufacturero (es decir, con otras plantas maquiladoras).

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 y diseño. 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).”

Buitelaar (1999) mostró evidencia de cómo la tecnología adquirida por empresas subsidiarias ha mejorado los procesos de ensamble, la calidad del producto y la reducción de costos y resume la transferencia de tecnología como un aprendizaje logrado por técnicos e ingenieros de plantas maquiladoras a través del proceso de ensamble y manufactura 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. En el contexto de la transferencia de tecnología de la IME a su entorno,<sup>24</sup> algunos estudios como los de Lall (1987) y Villavicencio (1990) se han centrado en cómo las empresas ubicadas en países en desarrollo adquieren tecnología extranjera para mejorar sus procesos productivos y organizacionales internos. Otros como los de Katz (1986), Dahlman y Fonseca (1987) y

---

<sup>24</sup> La transferencia de tecnología involucra aspectos cualitativos y no simplemente la compra de tecnología (equipos, maquinaria, procesos, etc.) a los países desarrollados. 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.

Maxwell (1987) destacan las formas de asimilación y adaptación de tecnologías extranjeras (conocimiento tecnológico) al interior de empresas ubicadas en países en desarrollo y en cómo ese nuevo conocimiento impacta en el desempeño económico (productividad) de la empresa.

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, 1998; Vargas, 1998; Lara, 1998; Contreras, 2000)

A partir del año 2001, un conjunto de estudios se ha centrado en analizar los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas. En algunos de estos estudios sobre capacidades tecnológicas se ha analizado el tema de las generaciones de las maquiladoras, el aprendizaje tecnológico, el proceso de escalamiento<sup>25</sup> industrial que se ha llevado a cabo en la IME, las estrategias de las empresas globales y su impacto en el proceso de acumulación de capacidades, entre otros temas. (Lara, 2000; Dutrénit y Vera-Cruz, 2002; Carrillo y Lara, 2003; Arias y Dutrénit, 2003; Dutrénit y Veracruz, 2004)

En esta dirección Dutrénit y Vera-Cruz (2002) presentan un enfoque diferente de la tipología sobre generaciones en la IME, en donde consideran los niveles de acumulación de capacidades tecnológicas, la noción de los clientes y la competitividad tecnológica del producto. Asimismo, otros autores analizan el escalamiento productivo y se han

---

<sup>25</sup> Se entiende como escalamiento al proceso de mejoramiento de los procesos de producción, de acceso a mejor tecnología y más eficientes sistemas organizacionales; asimismo, la calificación de la fuerza de trabajo es mayor, así como existen mayores oportunidades para incursionar en un proceso de aprendizaje tecnológico y organizacional.

documentado casos en los que algunas empresas maquiladoras instaladas en México, han sufrido cambios cualitativos importantes fruto de procesos de aprendizaje internos y de cambios en las estrategias de las empresas globales. Estos cambios se han observado en la naturaleza de las actividades productivas y tecnológicas que generan productos más complejos y actividades de mayor contenido tecnológico. (Urióstegui, 2002; Sampedro, 2003; Arias y Dutrénit, 2003) Así, los casos de Phillips, Thomson y las entrevistas realizadas en Delphi confirman que no es solo un escalamiento productivo y tecnológico, ha habido además una acumulación local de capacidades tecnológicas innovadoras.

En resumen, se puede decir que el ensamble “intensivo en mano de obra”, característico de la industria maquiladora, por mucho tiempo, es rebasado por un fenómeno de escalamiento hacia nuevos procesos y productos, hacia estructuras organizativas más complejas y hacia la instalación de centros técnicos dedicados a realizar actividades de diseño e I+D.

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, vale la pena destacar 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>26</sup> que ha servido de base para trabajos recientes relacionados con este tema de las maquiladoras en la frontera norte de México.<sup>27</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, algunos trabajos como el de

---

<sup>26</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/FLACSO/UAM, (Proyecto CONACYT núm. 35947-s)

<sup>27</sup> En los trabajos de Urióstegui (2002), Sampedro (2003) y Arias y Dutrénit (2003) se discuten los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas en Philips, Thomson y Delphi respectivamente.

Villavicencio *et al.* (2002) buscan reconocer los vínculos fuertes o débiles, 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 Pymes que se han integrado a las redes de proveedores de maquiladoras de la industria automotriz y los factores claves que explican este éxito. (Dutrénit, Vera-Cruz y Gil, 2002)

El reto de estos estudios sobre vinculación, desde el punto de vista metodológico, consiste no solo en conocer el tipo y naturaleza de los agentes,<sup>28</sup> sino también y sobre todo 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 maquiladoras propician de manera determinante el aprendizaje tecnológico y organizacional, como se mencionó anteriormente.

Finalmente, se puede concluir que la IME ha sido y sigue siendo estudiada desde diferentes aspectos, tal es el caso del proyecto “Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial: Generación de Capacidades de Innovación en la Industria Maquiladora de México, COLEF/FLACSO/UAM” pero aun queda mucho por hacer para explicar el fenómeno maquilador en México y sus aportes y desaciertos en el desarrollo económico y tecnológico del país. Así, en este proyecto se inscriben diferentes temas relacionados con la IME, que han dado como resultado los siguientes trabajos: Dutrénit y Vera-Cruz (2004), Villavicencio *et al.* (2002), Barajas *et al.* (2002), Lara y Carrillo (2003), Hualde (2004), Arias y Dutrénit (2003), Urióstegui (2002), Sampedro (2003), entre otros.

## **2.4 Conclusión**

En este capítulo se hace una revisión de los principales temas que servirán de marco teórico y conceptual para la investigación que se presenta en los capítulos posteriores. El análisis se apoya en los distintos conceptos obtenidos, a partir de los tres conjuntos de literatura

---

<sup>28</sup> Los agentes se definen como instituciones públicas y privadas, organismos gubernamentales, empresas de proveeduría, entre otros.

relacionados con el aprendizaje tecnológico y las capacidades tecnológicas; las estrategias de las empresas globales y las subsidiarias; y los estudios realizados sobre la IME en México.

Esta tesis parte de la premisa de que el proceso de aprendizaje tecnológico es un elemento clave, en el análisis de la acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios estudiados de Delphi-México. Asimismo, el concepto sobre capacidades tecnológicas utilizado en esta tesis, se basa en la definición de Kim (1997), porque se adapta a las necesidades de esta investigación. Se analiza el nivel de acumulación de capacidades en la línea de negocio de sensores y actuadores, el negocio de la caja de dirección y el negocio de la flecha intermedia a partir de la utilización y adaptación, a la IME, de la matriz de capacidades tecnológicas desarrollada por Bell y Pavitt (1995).

En este contexto, no es posible explicar cómo ha sido el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas locales de estos tres negocios de Delphi, a partir sólo de la acumulación de capacidades de sus subsidiarias instaladas en México. Es necesario considerar el papel que juegan las estrategias globales del Corporativo, pues éstas parecen influenciar de manera significativa en el proceso de acumulación local. En este sentido, es importante destacar que la literatura sobre empresas globales se ha enfocado especialmente en las estrategias corporativas, y ha prestado poca atención a los procesos de acumulación de capacidades de las subsidiarias en las localidades donde estas empresas se instalan.

De ahí que en este capítulo se aborden temas relacionados con las estrategias de las empresas globales y las subsidiarias, y el contexto en el cual se mueven. Para analizar las estrategias de las empresas globales se utiliza el modelo de Porter (1986) que es presentado en Taggar (1998). En este modelo se define el comportamiento de la estrategia de la empresa y se caracteriza como es el comportamiento de la subsidiaria a partir de la estrategia de la empresa global. Lo anterior es importante en la medida en que las estrategias de la empresa global, influyen en el proceso de acumulación de capacidades locales.

Es importante resaltar que algunas subsidiarias han encontrado las condiciones necesarias para desarrollar capacidades innovadoras, a partir de largos procesos de acumulación de las mismas y basados en procesos de aprendizaje. Esto les ha permitido desarrollar, en algunos casos, una mayor capacidad de negociación y credibilidad frente a su Corporativo para dar respuesta a las estrategias de competitividad global de la empresa. También este proceso acumulativo de capacidades innovadoras, le permite a las plantas competir por los negocios con sus plantas “hermanas” ubicadas en otros países. Lo anterior, genera ciertos conflictos de pugna que han sido poco estudiados, lo que se manifiesta en una limitada literatura que analiza este tipo de temas.

Si bien se ha investigado sobre el papel que han jugado las empresas multinacionales y globales en el desarrollo de los países, a través de la IED y especialmente por la instalación de subsidiarias, todavía queda por ahondar y analizar el papel que juegan estas subsidiarias en este proceso de desarrollo. A partir de esto, se puede decir que las decisiones del Corporativo son importantes, pero lo son también las condiciones del entorno donde se encuentran las subsidiarias y lo que éstas son capaces de generar y acumular en cuanto a capacidades tecnológicas. En este sentido, vale la pena resaltar lo que señala Taggart (1997): “la coherencia estratégica entre las actividades de las subsidiarias y la estrategia global del Corporativo es considerada prerrequisito crucial en la construcción de capacidades en las subsidiarias”.

En este sentido, el tema de los mandatos de las empresas globales a las subsidiarias, el comportamiento en la evolución de la subsidiaria, la interacción entre la iniciativa local, la asignación del Corporativo, la creación de capacidades de I+D, la instalación de laboratorios en el extranjero para adaptar I+D mientras concentra las actividades tecnológicas centrales en el Corporativo, entre otros, se constituyen en temas que son el eje de análisis para esta tesis.

El tema de la internacionalización de las capacidades tecnológicas permite contextualizar como ha sido el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en México, a partir del caso de Delphi Corp. y de la instalación del MTC y su influencia en el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras. Así, se analiza si los casos que se

presentan en esta tesis obedecen o no a un fenómeno de internacionalización de capacidades tecnológicas innovadoras.

Este aspecto de la internacionalización de capacidades innovadoras es importante para la IME, puesto que en este régimen se encuentran empresas como Delphi Corp y su MTC que registra sus patentes en EEUU, lo que permite revelar un elemento importante de la internacionalización de capacidades innovadoras en México, a partir de negocios como la línea de sensores y actuadores de la división E&C de Delphi.

La revisión de los trabajos realizados en torno a la IME, permite tener una idea del estado del arte de los diferentes temas desde los cuales se ha estudiado esta industria. Así, se encuentra una gran variedad de estudios sobre el impacto de la IME en la economía mexicana (empleo, exportaciones, crecimiento, IED, etc.), en la industrialización de ciertas zonas y a partir de la década de los noventa en el escalamiento industrial de las zonas donde se encuentran instaladas las empresas maquiladoras. Para algunos autores, este escalamiento industrial se vincula con procesos de aprendizaje y de acumulación de capacidades tecnológicas que se han dado a partir de tener mayores responsabilidades en producción, con una mayor demanda de mano de obra calificada (técnicos especializados e ingenieros) y procesos y productos con mayor contenido tecnológico, entre otras actividades.

Con base en lo anterior, la presente investigación se enfoca a mostrar y analizar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en los tres negocios elegidos como objeto de estudio de la empresa global Delphi Corp. en México. Lo anterior, permite soportar el argumento de que sí existe acumulación de capacidades locales sobre la base del aprendizaje individual y organizacional y la aceleración de este proceso a partir de la instalación del MTC. El análisis de este proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras se realiza a la luz de los tres cuerpos de literatura estudiados en el presente capítulo, los cuales sirven como marco teórico y permiten evaluar y explicar lo que se sabe del tema específico y de otros que lo afectan y los aportes que se logran a partir de esta tesis.



## Capítulo 3. Marco analítico

Con base en la revisión de la literatura presentada en el capítulo anterior, a continuación se presenta el marco analítico de esta tesis. Con este marco analítico se busca dar a conocer al lector los principales conceptos que servirán de ejes para el análisis de la evidencia empírica, además permitirá confrontar los resultados obtenidos con lo que se sabe de la literatura estudiada, así como conocer el alcance y las limitaciones de la presente investigación.

Este capítulo está constituido por tres partes: i) la estructura conceptual, en donde se definen los conceptos que serán utilizados para la presentación y el análisis de la evidencia empírica, ii) la matriz de capacidades tecnológicas adaptada para el caso de la IME, y iii) la estructura analítica, en la cual se presentan de manera esquemática los conceptos utilizados para el análisis y cómo se vinculan entre sí.

### 3.1 Estructura conceptual

En esta sección se presentan algunos conceptos que serán de uso común a lo largo de la tesis y por lo tanto, se constituyen en una herramienta que permite entender con mayor claridad los planteamientos propuestos dentro de la investigación. Los conceptos básicos que se utilizan en esta tesis para realizar el análisis de los tres estudios de caso son los siguientes:

- i) Tecnología: se refiere al conjunto de actividades relacionadas con la solución de problemas que entrañan, en mayor o menor medida formas tácitas de conocimiento, contenidas en los procedimientos individuales y organizacionales. Dosi, *et al.* (1992) consideran que la tecnología está conformada por “información” con lo que se hace necesario tomar en cuenta los mecanismos y canales por los cuales fluye dicha información. Esta definición de tecnología lleva implícita la idea de que se trata de un sistema de información y de conocimientos acumulados, susceptibles de ser difundidos hacia los diferentes sectores que componen el sistema económico. Estos conocimientos que pueden servir para la producción de bienes y la creación de bienes nuevos y pueden ser incorporados en las fábricas, las máquinas, pueden ser

transcritos en documentos o pueden ser detentados por los actores de la producción (ingenieros, técnicos, obreros). (Perrin,1983)

- ii) Aprendizaje tecnológico: se refiere a cualquier proceso por el cual se incrementan o fortalecen los recursos para generar y administrar cambio técnico, o sea los procesos relacionados con los conocimientos, habilidades, experiencia, estructuras institucionales y vínculos con empresas, entre empresas y fuera de las empresas. Así el aprendizaje tecnológico se refiere al proceso dinámico de adquisición de capacidades tecnológicas. Asimismo, el proceso de aprendizaje permite que la empresa acumule conocimiento y capacidades a lo largo del tiempo, con lo cual puede llegar a innovar.
- iii) Capacidad tecnológica: es la habilidad para hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico, para asimilar, usar, adaptar y cambiar las tecnologías existentes. También es la capacidad para crear nuevas tecnologías y para desarrollar nuevos productos y procesos en respuesta a los cambios del medio ambiente económico. (Kim, 1997)

Otros conceptos que no se presentan en el capítulo de marco teórico y conceptual, pero que son utilizados dentro de la investigación son:<sup>1</sup>

- iv) Ensamble simple: es 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,<sup>2</sup> contiene un número pequeño de componentes. La tabla 3.1 describe sus características principales.
- v) 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

<sup>1</sup> Estos conceptos fueron adaptados de Buffa and Taubert (1975) y Evans (1993)

<sup>2</sup> Si el resultado de un proceso de ensamble es un componente, éste puede ser integrado como un subensamble de un proceso de subsecuente.

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 electro-mecánico. La tabla 3.1 describe sus características principales.

- vi) Ensamble final: es aquel proceso de conversión que involucra la unión de partes o componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos, así como el empaque final del producto. El resultado es un producto que va al consumidor final. El ensamble final puede incluir procesos de ensamble simple y/o complejo. Por ejemplo una televisión. Las plantas del sector de la electrónica de consumo se refieren al ensamble final como ‘manufactura del producto final’.
- vii) Proceso de manufactura:<sup>3</sup> es 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. En la tabla 3.1 se muestra una comparación del ensamble simple y complejo.

**Tabla 3.1 Tipos de ensamble**

Variable	Ensamble Simple	Ensamble Complejo
Procesos técnicos	Actividades mecánicas, 100%, intensivo en mano de obra	Actividades automatizadas, incorporación de equipo tecnológico complejo en las actividades de ensamble/manufactura.
Capacitación	Mínima capacitación	Mayores niveles de capacitación
Calidad	Mínima supervisión	Supervisión y control de calidad
Equipo y tecnología de producción	Equipo mecánico simple, de bajo contenido tecnológico	Tecnologías complejas o de punta
Ingeniería	Estudio de tiempos y movimientos	Ingeniería de proceso de manufactura, que incluye layout, distribución de la producción
Procesos	Réplica, adecuaciones menores que no implica cambio técnico	Mejora y adaptaciones en las estaciones de trabajo

Fuente: Grupo de trabajo “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: Generación de capacidades de innovación en la industria maquiladora de México”, COLEF/FLACSO/UAM, UAM (2002)

<sup>3</sup> Es importante aclarar que la manufactura o sistema de producción (también se pueden crear servicios) utilizado para crear bienes finales involucra materia prima y partes adquiridas, que son transformadas en bienes terminales 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.

### ***3.2 La matriz de capacidades tecnológicas de la industria maquiladora de exportación***

Otro de los elementos utilizados en el marco analítico de esta investigación para analizar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas, en los tres negocios de Delphi-México, se basó en la matriz adaptada a la industria maquiladora de exportación (IME). Esta matriz adaptada fue el resultado del trabajo empírico realizado entre abril de 2001 y octubre de 2002, por el grupo de trabajo encargado del tema de capacidades tecnológicas de la UAM-X, del Proyecto Maquila de Conacyt. Este trabajo empírico consistió en analizar las entrevistas realizadas en tres empresas maquiladoras de Ciudad Juárez: Thomson, Phillips y Delphi, a la luz del marco analítico propuesto por Bell y Pavitt (1995) y de las adaptaciones realizadas a éste por otros autores como Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2003), Ariffin y Figuereido (2001), Figuereido (2001), Ariffin (2002) entre otros. Este análisis permitió identificar algunas actividades características de la IME, las cuales fueron incluidas en la nueva matriz, dando origen a la matriz de capacidades tecnológicas adaptada a la IME. Así, se puede señalar que en esta matriz adaptada se recoge la filosofía original de la taxonomía pero, a partir de la evidencia sobre las características de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas en la IME, se adaptan las actividades que corresponden a cada nivel de acumulación.<sup>4</sup> La matriz adaptada al caso de la IME parte de las siguientes consideraciones:

- i) Está definida para las actividades de las maquiladoras en México, es decir muestra la acumulación de capacidades tecnológicas de cada línea de negocios en México, con independencia de las capacidades tecnológicas que tiene la empresa global. Así, la presente investigación utiliza esta matriz adaptada para analizar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en los negocios de sensores y actuadores, la caja de dirección y la flecha intermedia.
- ii) Se tienen tres funciones técnicas de soporte: vinculación interna, vinculación externa y modificación de equipos. La distinción entre actividades de vinculación interna y externa se debe a que reflejan dos aspectos relevantes de las relaciones de las maquiladoras: vínculos intra-empresa y vínculos con el entorno. Lo anterior, es importante puesto que en la IME estas dos actividades han evolucionado de forma

---

<sup>4</sup> Esta matriz adaptada también fue utilizada por Urióstegui (2002) y Sampedro (2003)

diferente y por lo tanto se requiere hacer un análisis por separado de dichas funciones. La incorporación a la función técnica de soporte de la actividad de modificación de equipo, se debe a que mediante esta actividad se han desarrollado procesos de aprendizaje con un importante impacto en la acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios. La definición de las actividades relacionadas con la modificación de equipos se basó en una adaptación de lo propuesto por Figueredo (2001).

- iii) Los principales cambios se realizaron en las funciones técnicas de producción y soporte. En la función técnica de producción se hizo énfasis en las actividades de: ensamble simple, ensamble complejo, ensamble final, y proceso de manufactura. La función técnica de inversión prácticamente no sufrió cambios, debido a que las actividades de esta función, definidas por Bell y Pavitt, se ajustaban en términos generales para realizar el análisis del comportamiento de la IME.
- iv) Dentro de cada una de las funciones técnicas se definieron actividades que se ajustaran al comportamiento de las empresas que hacen parte de la IME. Así, algunas de las actividades presentadas en el marco analítico de Bell y Pavitt se conservaron como tal, otras fueron incorporadas y otras se redefinieron ajustándolas al comportamiento de las empresas maquiladoras, con base en la consulta a especialistas del sector. En cada etapa de acumulación de cada función técnica se listaron las actividades más características de ese nivel. Lo anterior, puede estar relacionado con el sector en el cual se encuentre cada empresa y su dinamismo tecnológico, así por ejemplo, puede darse el caso de que en un tipo de maquiladora una actividad pueda considerarse como innovadora básica y en otra pueda ser innovadora intermedia.
- v) Se mantuvo la distinción entre capacidades tecnológicas operativas básicas y las capacidades tecnológicas innovadoras, con sus tres niveles: básicas, intermedias y avanzadas. Las capacidades operativas básicas son aquellas actividades mínimas necesarias requeridas para estar en el mercado. Mientras que las capacidades innovadoras son aquellas que le permiten a la empresa no sólo estar en el mercado, sino diferenciarse de sus competidores.

En la tabla 3.2 se presenta la matriz de capacidades tecnológicas adaptada a la IME.

**Tabla 3.2 Matriz de Capacidades Tecnológicas para la Industria Maquiladora de Exportación (IME)**

Nivel de capacidades tecnológicas	Función Técnica de Inversión		Función Técnica de Producción		Función Técnica de Vinculación	
	Toma de Decisiones y Control	Preparación y ejecución del proyecto	Centradas en Procesos y Organización de la Producción	Centradas en el Producto	Vinculación Externa	Vinculación Interna
<b>Capacidades Operativas Básicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación de desembolsos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación protocolo</li> <li>• Preparación 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 supervisión. y/o control de calidad</li> <li>• Ing. 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 o Corporativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación con el sector Corporativo para recibir autorizaciones sobre insu especificaciones técnicas de productos procesos y proyectos inversión</li> </ul>
<b>Capacidades Innovadoras Básicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo activo y control de:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-estudios de factibilidad</li> <li>-selección de tecnología/ proveedores</li> <li>-programación de actividades</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de factibilidad</li> <li>• Búsqueda de equipo estándar</li> <li>• Ing. básica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptaciones menores al proceso de ensamble basados en estudios de tiempos y movimientos                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metodologías Shainin, Taguchi</li> <li>- Implementación de Poka-yokes en estaciones críticas</li> </ul> </li> <li>• Formación de grupos trabajo</li> <li>• Mejora del Layout</li> <li>• Programación de la producción y mantenimiento productivo total</li> <li>• Escalamiento del proceso ensamble y/o manufactura de piezas de diferente tamaño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptaciones menores al producto de acuerdo con las 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> <li>• Búsqueda de vínculos con instituciones locales para entrenamiento de personal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de grupos de trabajo para vinculación plantas, centros de diseño, divisiones Corporativo</li> </ul>

Nivel de capacidades tecnológicas	Función Técnica de Inversión		Función Técnica de Producción		Función Técnica de Vinculación	
	Toma de Decisiones y Control	Preparación y ejecución del proyecto	Centradas en Procesos y Organización de la Producción	Centradas en el Producto	Vinculación Externa	Vinculación Interna
<b>Capacidades Innovadoras Intermedias</b>	<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>• Ing. de detalle</li> <li>• Adquisición de equipos</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 del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rediseño y/o diseño de partes del proceso de ensamble y/o manufactura</li> <li>• Validación de procesos de acuerdo al producto</li> <li>• Estiramiento de la capacidad 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 de parte del proceso de toma de decisiones, diseños, compras a proveedores institucionales</li> </ul>
<b>Capacidades Innovadoras avanzadas</b>	<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>• Innovación de producto 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, productos secundarios, etc.</li> </ul>

Fuente: Dutrénit, Vera-Cruz, Arias, Avendaño, Gil, Sampedro, Urióstegui (2002) adaptada de Bell y Pavitt (1995)

Si se tiene en cuenta que, el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras está fuertemente relacionado con el proceso de acumulación de conocimientos, vale la pena presentar en que consiste este último proceso.

Para investigadores como Rosenberg (1979), Arvanitis (1987), Villavicencio (1990), y Ruffier (1991) el proceso de acumulación de conocimientos consta de dos dimensiones diferentes, pero complementarias: i) la primera dimensión hace referencia a conocimientos que se concretizan materialmente en los equipos de producción (la maquinaria con sus dispositivos y las técnicas de producción), así como en documentos y textos de diversa índole que forman parte de los paquetes tecnológicos; en ese sentido se trata de conocimientos formalizados y por lo mismo, susceptibles de ser transmitidos de un sistema de producción a otro, de un país a otro; y ii) la segunda dimensión hace referencia a los conocimientos logrados por los actores involucrados en la investigación científica y aplicada, así como en la producción de bienes; son conocimientos que resultan, las más de las veces, de experiencias individuales y colectivas acumuladas en largos procesos de aprendizaje, experiencias que es difícil formalizar en documentos y que sólo es posible percibir de manera parcial en la práctica de quienes realizan actividades de I+D, como de quienes ejecutan los procesos de trabajo y de producción.

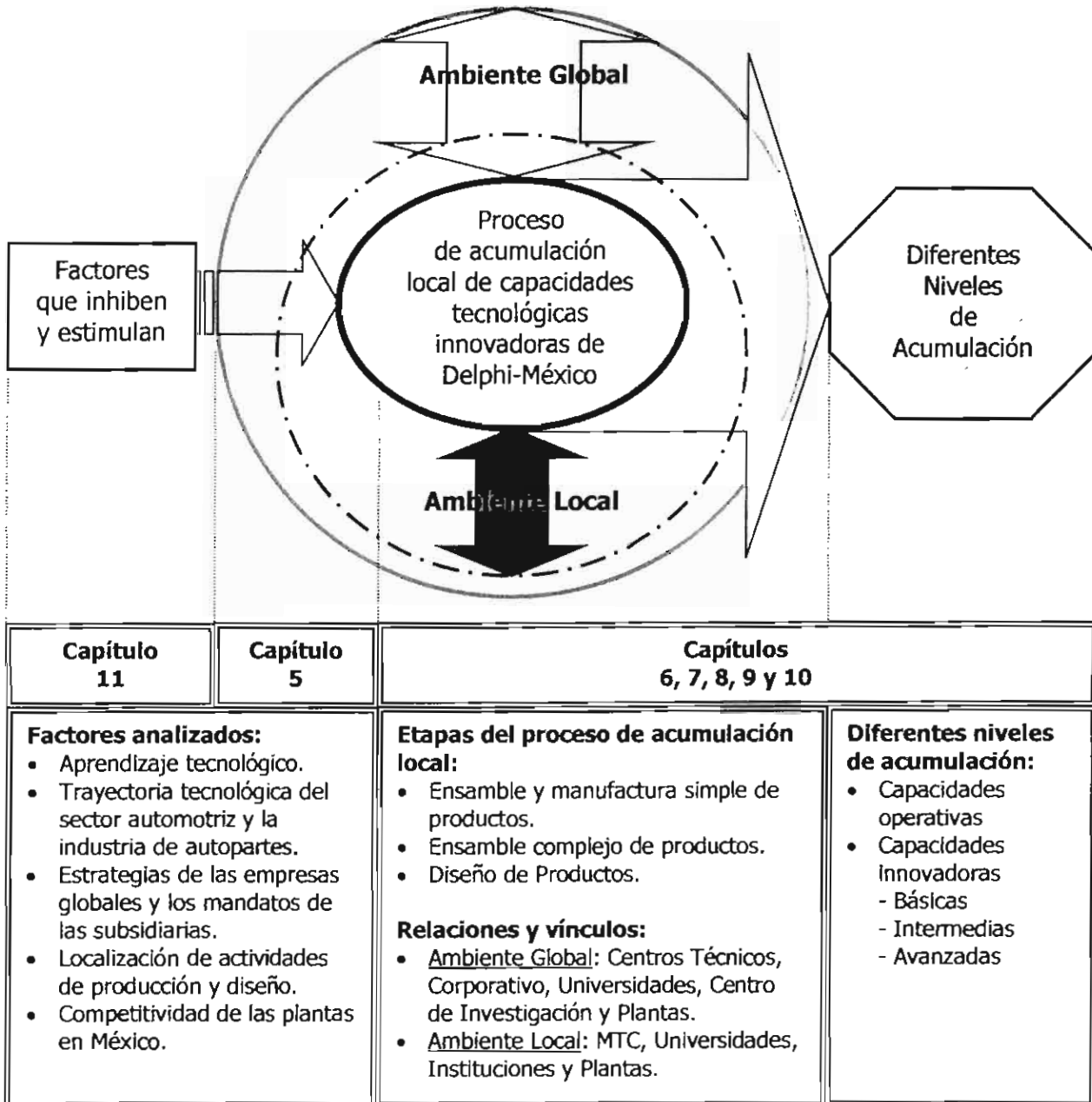
En este contexto es importante señalar que si bien esta investigación se concentra en analizar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras, en los tres negocios de Delphi-México, implícitamente analiza el proceso de acumulación de conocimientos que se constituye en el ente dinamizador de las actividades que se realizan, tanto en las plantas como en el MTC.

### ***3.3 Estructura analítica***

La estructura analítica es una guía para que el investigador desarrolle el estudio. Esta estructura se diseñó con base en la unidad de análisis escogida, es decir, “el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios estudiados.” Los componentes que constituyen la estructura conceptual se presentan en la figura 3.1.



Figura 3.1 Estructura analítica de la investigación



Fuente: Elaboración propia (2004)

En la figura 3.1 se observa que el foco de esta investigación es el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas, representado por el círculo central. Este proceso de acumulación se desarrolla en un ambiente local y global. Local porque los negocios en estudio se encuentran ubicados en México y global porque Delphi Corp. es una empresa global, y por lo tanto, sus negocios y sus procesos de acumulación de capacidades no están

exentos de la influencia y el impacto de estos dos contextos. Así, la influencia de los ambientes, local y global, se representan en la figura anterior con las flechas de doble vía que salen y entran en el proceso de acumulación de capacidades y que son analizados en esta investigación como los vínculos para la innovación que se realizan con distintos agentes, tanto internos como externos. Estos vínculos se constituyen en el soporte de la actividad innovadora en los tres negocios estudiados.

Así, el análisis se enfoca a identificar los principales agentes que contribuyen a la actividad innovadora y por ende al proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras locales. Estos agentes son principalmente las universidades e institutos de investigación, especialmente los que se ubican en el ambiente global, los centros de ingeniería de Delphi en diferentes lugares del mundo, *Delphi Technologies Inc.*, entre otros. Con estos agentes ubicados fuera de México, el MTC al parecer ha creado vínculos importantes, los cuales serán analizados en los capítulos posteriores. Asimismo, se analizarán los agentes con los cuales se hayan creado vínculos locales para conocer su impacto en el proceso de acumulación.

Como todo proceso, el que se analiza en esta investigación está influenciado por factores, representados en la figura con el cuadrado, que estimulan e inhiben su funcionamiento, lo cual se ve reflejado en los resultados que se obtienen al final del proceso. En este caso el resultado, que en la figura 3.1 se representa con el octágono, se vincula con el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas alcanzado en los diferentes niveles de profundidad. Este análisis se hace con base en la matriz de capacidades adaptada para la IME, reconstruyendo a través del tiempo la historia tecnológica de los negocios. Para facilitar su comprensión se utilizan etapas que caracterizan las condiciones que se dieron en la evolución de cada uno de los tres negocios.

Así, la figura 3.1 permite esquematizar los diferentes agentes que hacen parte del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras, en los tres negocios estudiados para la empresa Delphi Corp. en México.

## Capítulo 4. Metodología

La metodología es uno de los procesos más importantes para obtener el éxito en el desarrollo de las investigaciones, de ahí que sea importante definir este concepto. Boudon y Lazarsfeld (1973) consideran que la metodología puede ser definida como el arte de aprender a descubrir y analizar los presupuestos y procedimientos lógicos en que se basa implícitamente la investigación, con objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos. Según Iñiguez (1995) por metodología se entiende la aproximación general al estudio de un objeto o proceso, es decir, el conjunto de medios teóricos, conceptuales y técnicos que una disciplina desarrolla para la obtención de sus fines.

Para Taylor y Bogdan (1992) este término designa el modo en que se enfocan los problemas y se buscan las respuestas. Para el caso de las ciencias sociales se aplica a la manera de realizar la investigación. En este sentido, Taylor y Bogdan muestran que en las ciencias sociales han prevalecido dos perspectivas teóricas principales: el positivismo y la fenomenología.

El positivismo afirma que el espíritu humano debe renunciar a conocer el ser mismo (la naturaleza de las cosas) y contentarse con las verdades que proporcionan la observación y la experimentación.<sup>1</sup> Esta corriente relega la subjetividad humana y busca la verificación empírica de los hechos y sus causas, con el objetivo de establecer leyes universales. La complejidad de todo lo humano se reduciría a variables que, cuantificadas y analizadas, facilitarían el cálculo de la probabilidad estadística de que algo ocurra. Precisamente, el positivismo es la cuna del desarrollo formal del método científico y de la investigación cuantitativa, que con frecuencia, se asimila a la única forma válida para la adquisición de conocimientos.<sup>2</sup>

La fenomenología, se presenta como una reacción al positivismo. La fenomenología plantea que la realidad se puede conocer a través de la abstracción teórica, analizando las cualidades de la experiencia, que permite aprehender la esencia misma del fenómeno.<sup>3</sup> En

---

<sup>1</sup> Esta corriente filosófica fue formulada por Augusto Comte en el siglo XIX

<sup>2</sup> Página web: [http://inicia.es/de/maricg/fund\\_enf.htm](http://inicia.es/de/maricg/fund_enf.htm)

<sup>3</sup> Esta corriente filosófica fue impulsada por Husserl a finales del siglo XIX

esta línea, la observación y los sentidos a veces engañosos, son aproximaciones de segundo orden respecto a la intuición y a la meditación, las que sí permitirían adentrarse en la complejidad del ser. La fenomenología fundamenta la investigación cualitativa. Es evidente que el estudio y la comprensión de los problemas exigen de la pluralidad metodológica, realizando un mayor énfasis en uno u otro método, según el problema concreto a investigar.<sup>4</sup>

La investigación cualitativa ha sido clave en el ámbito de las ciencias sociales. En efecto, para desarrollar el conocimiento en el que se fundamentan la sociología, antropología, psicología y pedagogía se han seguido las dos corrientes filosóficas explicadas anteriormente. Así, la metodología cualitativa, la cual en su más amplio sentido se refiere a la investigación que produce datos descriptivos a través de las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable. La metodología cualitativa, a semejanza de la metodología cuantitativa, consiste en más que un conjunto de técnicas para recoger datos, es un modo de encarar el mundo empírico. (Rist, 1977)

Para la presente investigación, es la fenomenología la que cobra gran importancia, ya que busca la comprensión por medio de métodos cualitativos, tales como, la observación participante, la entrevista con profundidad y otros, que generan datos descriptivos. En este sentido, a continuación, se presenta la descripción del proceso metodológico llevado a cabo en esta tesis doctoral.

#### ***4.1 Selección de la estrategia de investigación***

Esta tesis se basa en una estrategia de investigación de las ciencias sociales denominada estudio de caso. Con el estudio de caso se busca comprender por métodos cualitativos, tales como la observación participante, la entrevista en profundidad y otros, la realidad tal y como otros la experimentan. El estudio de caso permite usar diferentes fuentes de información e incluir un análisis retrospectivo, que contribuye a entender mejor las bases del comportamiento actual de las empresas y de las instituciones, así como de los problemas que enfrentan en la actualidad. (Taylor y Bogdan, 1992)

---

<sup>4</sup> Página web: [http://inicia.es/de/maricg/fund\\_enf.htm](http://inicia.es/de/maricg/fund_enf.htm) (2004)

Yin (1994) plantea que el estudio de caso consiste en una investigación empírica que analiza un fenómeno contemporáneo, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no resultan claramente evidentes. Se usa cuando quieren cubrirse las condiciones del contexto, pues se considera que pueden ser pertinentes para el fenómeno bajo estudio. Por tal razón, requiere definirse un conjunto de características técnicas que incluyen estrategias para la recolección de información. De esta manera, la investigación de estudio de caso hace frente a una situación en la que hay más variables de interés que puntos de información, por lo que confía en múltiples fuentes de evidencia, cuyos datos deben converger de modo triangular, y se aprovecha del desarrollo de planteamientos teóricos previos que guían la recolección y análisis de los datos.

Así, el estudio de caso fue la estrategia utilizada para la investigación debido a que según Yin (1994):

- a) las preguntas de la investigación planteadas eran de la forma “cómo” o “por qué”,
- b) no se tenía ningún control sobre los eventos que se iban a analizar, y
- c) el fenómeno que se analizaba es contemporáneo de la vida real.

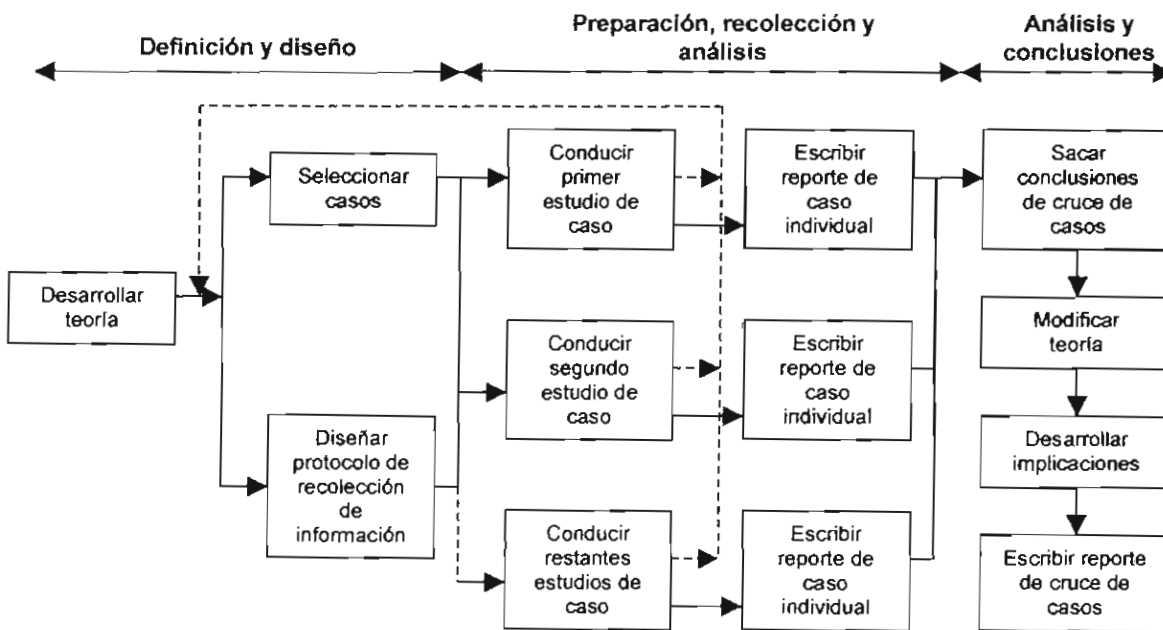
En este contexto es importante mencionar que Yin define más específicamente un tipo de estudio de caso denominado “exploratorio”, el cual sirvió de base para realizar la visita de campo piloto y toda la investigación. El estudio de caso exploratorio es útil para identificar problemas no abordados por la bibliografía y se basa en una forma o manera de investigar un tópico empírico siguiendo un conjunto de procedimientos pre-especificados (tales como definir el problema, diseñar el método de recolección de los datos, definir el análisis y presentar el informe), que permite obtener respuestas a interrogantes previamente planteados, a partir de los datos recogidos en el trabajo de campo.

Vale la pena mencionar, que con la realización de la visita de campo piloto a Delphi en Ciudad Juárez, en el año 2001, se eligió tomar la línea de negocio de sensores y actuadores como objeto de estudio. Lo anterior, teniendo en cuenta las características del proceso acumulativo de capacidades logrado por esta línea de negocio desde su instalación en México. Posterior a la visita piloto, se hicieron otras visitas (réplicas) que permitieron

identificar otros casos que podrían servir de objeto de estudio para realizar la comparación con la línea de negocio de sensores y actuadores. Con base en lo anterior, se decidió realizar un estudio de caso múltiple mediante el cual se pueden encontrar resultados similares o contrastantes de los casos que se examinan y permiten la comparación. Los casos elegidos para esta tesis son: la línea de negocio de sensores y actuadores de la división E&C; el negocio de la caja de dirección y el negocio de la flecha intermedia de la división de Saginaw de Delphi Corp.

Siguiendo a Yin (1994) el diseño de caso múltiple se usa cuando el mismo estudio 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 asume es la *lógica de la réplica*. Así, cada caso se selecciona de manera que: i) predice similares resultados: una réplica literal, o ii) produce resultados contrastantes, pero por razones predecibles: réplica teórica. En la figura 4.1 se presenta el diagrama de flujo que sirve para explicar el método de estudio de caso múltiple.

**Figura 4.1 Método de estudio de caso múltiple**



Fuente: Yin (1994)

El estudio de caso es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes. Se estudia un caso cuando tiene un interés muy especial en sí mismo. Así, el estudio de caso contribuye únicamente al conocimiento de fenómenos individuales. Por lo tanto, una limitación que presenta la utilización del estudio de caso radica en la concepción que se tiene acerca de la generalización de los hallazgos. Cada caso es único dentro de su contexto particular y esto se puede considerar como un obstáculo para poder hacer generalizaciones. En este sentido, Yin soslaya tal dificultad indicando que la generalización que se realiza desde los estudios de caso no se hace a poblaciones o universos, sino a planteamientos teóricos. Siendo así, no se constituyen en “muestras”, y lo que se busca es expandir y generalizar teorías y no enumerar frecuencias (generalización teórica no estadística).

#### ***4.2 Acerca de la investigación***

El planteamiento de una investigación referente a un determinado aspecto de la realidad social, implica aclarar la relación que se da entre el conocimiento y la metodología y los problemas relativos a la explicación y causalidad. Esto es importante puesto que las diferentes interpretaciones teóricas al respecto determinan el diseño de un proyecto de investigación, la forma en que son recolectados los datos y el papel que desempeña el investigador en la totalidad del proceso. (Yin, 1994)

El diseño de investigación adoptado, estudio de caso, es una estrategia de hacer investigación social que según Yin presenta dos dificultades básicas. Una, relativa a las habilidades del investigador y su preparación previa, pues demanda mucho más que cualquier otra estrategia de investigación, especialmente en el momento de la recolección de datos, ya que sus procedimientos no están “rutinizados”, como sucede en experimentos y encuestas. La otra, se refiere a la dificultad y complejidad del análisis de la información, pues se requiere plantear al inicio de la investigación una estrategia general para el análisis que priorice qué analizar y por qué.

Con base en lo anterior, a continuación se presenta el diseño del estudio de caso, se describe el proceso de recolección de la información y la estrategia para el análisis de los hallazgos.

### **4.3 Diseño de la investigación de estudio de caso**

El diseño de la investigación es la secuencia lógica que conecta, en un principio, los datos empíricos a las preguntas de investigación del estudio, y posteriormente, éstos a las conclusiones. Coloquialmente, el diseño de la investigación es un plan de acción para llevar de un conjunto inicial de preguntas a responder, a un conjunto de conclusiones ó respuestas. (Yin, 1994)

Los componentes del diseño para la presente investigación son: i) preguntas del estudio de caso, ii) proposiciones teóricas, iii) unidad de análisis, iv) revisión bibliográfica, v) protocolo para la recolección de información, vi) recopilación de datos y fuentes de información, y; vii) análisis de la evidencia.

#### **4.3.1 Preguntas del estudio de caso**

A continuación se presentan las preguntas que son el eje de discusión de la tesis:

1. ¿Qué ha caracterizado a los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras de los tres negocios instalados en Delphi-México?
  - 1.1 ¿Cómo se dio el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios?
  - 1.2 ¿Qué tipo de capacidades tecnológicas se han acumulado en estos tres casos?
  - 1.3 ¿En qué consisten las principales similitudes y diferencias en los tres procesos de acumulación?
  - 1.4 ¿Qué papel juegan, positiva o negativamente, la estrategia corporativa global y las decisiones de Delphi Corp. y cómo influyen en el proceso acumulativo de capacidades tecnológicas innovadoras locales?
  
2. ¿Por qué los vínculos para la innovación tanto internos como externos inciden en la acumulación de capacidades innovadoras?
  - 2.1 Líneas de negocio y Divisiones de la empresa.
  - 2.2 Instituciones locales, regionales y mundiales.
  - 2.3 Corporativo, centros técnicos y plantas
  
3. ¿Qué factores han estimulado o inhibido la acumulación de capacidades innovadoras en los tres casos en estudio?



- 3.1 ¿Cuáles han sido los factores que han afectado positiva y negativamente este proceso?
- 3.2 ¿La cercanía de los centros técnicos a las plantas de ensamble y/o manufactura es un factor relevante ó su importancia depende de las características y necesidades del producto y las capacidades desarrolladas por las plantas?
- 3.3 ¿En la pugna por retener y/o atraer productos y procesos juega un papel importante los directivos de las plantas de producción en las cuales se han alcanzado capacidades locales relevantes?

#### **4.3.2 Proposiciones teóricas**

Las proposiciones teóricas dirigen la atención hacia algo que debe ser examinado dentro del alcance del estudio. Para Yin (1994) las proposiciones, además de reflejar algún asunto teórico importante, también indica dónde buscar evidencia relevante. Así, la presente investigación tiene como base las siguientes proposiciones teóricas:

1. El proceso acumulativo de capacidades tecnológicas en los tres negocios ha sido gradual, discontinuo y no homogéneo.
2. El aprendizaje tecnológico es un proceso clave para la acumulación local de capacidades tecnológicas en los negocios de Delphi.
3. El proceso de acumulación en la IME depende de la dinámica de acumulación propia de cada negocio pero está íntimamente relacionado con las estrategias de las empresas globales y el comportamiento de las subsidiarias.
4. La instalación de centros técnicos es un catalizador del proceso de acumulación local de capacidades tecnológicas para los negocios instalados en países en desarrollo.
5. Los vínculos internos y externos producen un efecto dinamizador en las actividades innovadoras a través de la interacción de los diferentes agentes y los flujos de conocimiento entre ellos.
6. En el proceso acumulativo de capacidades tecnológicas innovadoras para los tres casos en estudio existen factores que estimulan e inhiben dicho proceso acumulativo.

### 4.3.3 Unidad de Análisis

La unidad de análisis es la realidad que se pretende observar. Constituye el objeto global de estudio en la investigación y de ella se obtienen los datos empíricos necesarios para contrastar las proposiciones teóricas con la realidad. La definición de la unidad de análisis está relacionada con el problema fundamental de definir cuál es el caso. De manera general, la definición de la unidad de análisis (y por tanto del caso) está relacionada con la forma en que han sido definidas las preguntas iniciales de la investigación. La selección de la unidad de análisis apropiada resulta de la seguridad al especificar las preguntas. Si las preguntas no favorecen una unidad de análisis sobre otra, las preguntas pueden ser muy vagas o numerosas, y pueden presentarse problemas al conducirse el estudio. (Yin, 1994)

La unidad de análisis para la presente investigación es: “El proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en cada uno de los tres negocios estudiados.”

### 4.3.4 Revisión bibliográfica

La revisión bibliográfica comprende todas las actividades relacionadas con la búsqueda de información escrita sobre el tema que se va a investigar y sobre el cual, se reúne y discute críticamente, toda la información recuperada y utilizada. Así, se busca conocer el estado actual del tema, averiguando qué se sabe y qué aspectos quedan por estudiar.

Para esta tesis, se realizó una revisión bibliográfica que sirvió de marco teórico inicial para la investigación y para hacer el trabajo de campo. Posteriormente, esta revisión fue modificada teniendo en cuenta los hallazgos obtenidos a través del trabajo de campo. Así, el trabajo de campo permitió descubrir nuevos enfoques que hizo necesario replantear la revisión de la literatura que se había hecho en un principio. De ahí que se hiciera nuevamente la búsqueda de información relacionada con los nuevos tópicos de interés para la tesis.

Esta revisión bibliográfica se realizó teniendo en cuenta dos tipos de documentos: i) primarios: son los originales que transmiten una información directa (artículos originales, tesis doctorales, etc.; y ii) secundarios: son los que hacen referencia a los documentos primarios y de los que ofrecen la descripción (autor, título, revista, etc.). Con base en lo anterior, se realizó un nuevo marco teórico que sirvió de base para hacer el análisis final

contrastando la teoría con la evidencia empírica, lo que permitió hacer los aportes de esta tesis al conocimiento del tema central estudiado.

#### **4.3.5 Protocolo para la recolección de datos**

El protocolo contiene el instrumento, los procedimientos y las reglas generales que deben ser seguidos en la investigación. Yin (1994) considera que el protocolo es una herramienta especialmente efectiva para enfrentar los problemas de confiabilidad de los estudios de caso y es una guía para que el investigador lleve a cabo su estudio. A continuación se presentan los pasos que se tuvieron en cuenta para la recolección y presentación de los datos:

1. Preparación del proyecto de investigación que contenía el problema, el objetivo de la investigación, las preguntas, los antecedentes, la revisión de la literatura y el plan de trabajo.
2. Visita de campo piloto para identificar el objeto de estudio.
3. Revisión, ajuste y re-enfoque del proyecto de investigación.
4. Preparación del trabajo de campo: elaboración de las guías de entrevista, identificar las fuentes de información, trámite para realizar las visitas y plan de trabajo para llevar a cabo las entrevistas.
5. Elaboración de los avances del trabajo de investigación y presentación de los resultados.
6. Presentación del informe final de investigación.

#### **4.3.6 Recopilación de datos y fuentes de información**

La técnica de investigación para la recopilación de datos de esta tesis doctoral se basó fundamentalmente en entrevistas con personal de la empresa en estudio, para lo cual, como ya se mencionó se utilizó el estudio de caso exploratorio.

Con base en lo anterior, se utilizaron "guías de entrevista" para orientar la entrevista hacia la obtención de información relevante relacionada con el objetivo de la tesis y para encontrar respuestas a las preguntas planteadas. De esta manera, se aseguró que todos los temas clave para la investigación, se tuvieran en cuenta y fueran explotados con un buen número de informantes.

Estas guías de entrevista se aplicaron al personal de la empresa a través de preguntas abiertas y cerradas, semi-dirigidas y focalizadas. Con base en lo anterior, se identificaron los hechos ocurridos en la empresa a través de las opiniones y el conocimiento que tenían los entrevistados. Asimismo, se trató de cubrir tópicos específicos de los casos haciendo énfasis en los temas más importantes para la investigación y solicitando información escrita.

Se entrevistó a una amplia gama de personal clave de Delphi en México, tal como personal de diferentes unidades, departamentos y de diferentes posiciones jerárquicas (gerentes (en los diferentes niveles de mando), técnicos y operarios). Con estas entrevistas se buscó identificar el comportamiento de los individuos y la evolución de las líneas de negocio en el tiempo. A continuación, se describe con más detalle las principales fuentes de información que sirvieron de base para estructurar la evidencia empírica que se presenta en los capítulos posteriores de la tesis.

#### **4.3.6.1 Entrevistas**

Las entrevistas fueron realizadas entre abril de 2001 y octubre de 2003 en el MTC y al interior de las plantas localizadas en las ciudades de: Ciudad Juárez, Chihuahua y Querétaro. Como se mencionó anteriormente, estas entrevistas se aplicaron a personal de distintos niveles, con el fin de poder tener una visión más amplia de los hechos ocurridos en las líneas de negocio a estudiar. A las personas de entidades relacionadas con la industria maquiladora se les preguntó acerca de aspectos generales con el fin de analizar el entorno en el cual se inserta Delphi Corp y sus plantas.

Se contó con la colaboración de los directivos de Delphi Corp. para realizar las entrevistas. Así, los directivos del MTC y de las plantas permitieron que se entrevistara al personal teniendo en cuenta su disponibilidad de tiempo. Se hicieron grabaciones magnéticas de voz en la mayoría de las entrevistas, contando con la autorización del entrevistado, en las otras entrevistas solo se tomaron notas. En algunos casos, se tuvo la posibilidad de entrevistar en más de una ocasión a las mismas personas, con lo cual fue posible confirmar y precisar información importante para la investigación. Los temas que se tuvieron en cuenta para la elaboración de las preguntas de las guías de entrevista fueron:

1. *Aspectos generales*, para identificar las principales características de la empresa global y sus subsidiarias en México específicamente las que se encargan de las líneas de negocio objeto de estudio.
2. *Tecnología*, con el fin de conocer las fuentes internas y externas de tecnología y su importancia en la evolución de las líneas de negocio.
3. *Investigación y Desarrollo*, con el propósito de conocer la importancia de la actividad de I+D.
4. *Proyectos de Cambio Técnico*, para describir la historia de proyectos específicos de cambio técnico en maquinaria y equipo.
5. *Mecanismos de aprendizaje*, para identificar las fuentes internas y externas del conocimiento técnico y los mecanismos de acumulación de conocimiento o aprendizaje.
6. *Rutinas de la empresa*, se buscó identificar algunos procedimientos, costumbres o rutinas relativas a la solución de problemas técnicos, así como identificar los mecanismos de coordinación entre producción y tecnología
7. *Administración del conocimiento*, para identificar los mecanismos que utiliza la empresa y que le permite mejorar el conocimiento que maneja.
8. *Nivel y evolución de las capacidades tecnológicas*, para identificar el nivel de las capacidades tecnológicas propias a través de las actividades desarrolladas y su evolución en el tiempo.

Con base en los temas anteriores, se identificaron a los informantes que tuvieran mayor dominio en cada uno de los temas y se les aplicó la entrevista, cuidando de manejar un lenguaje claro. En los casos en que las personas desconocían algunos de los términos utilizados, la entrevistadora procedió a explicar en términos más sencillos lo que se deseaba conocer, con el fin de lograr una respuesta más aproximada a la realidad. Posterior a cada visita, las entrevistas que fueron grabadas se transcribieron, al igual que las entrevistas en las que solo se tomaron notas. Se organizó la información en los diferentes temas de interés para la tesis y se identificaron los vacíos de información que se tenían, con el fin de poderlos cubrir en las siguientes visitas.

En la tabla 4.1 se presenta un resumen del total de entrevistas realizadas desde mayo de 2001 hasta octubre de 2003.

**Tabla 4.1 Resumen de entrevistas**

		No. De entrevistas	Tiempo de entrevistas (min.)
<b>Entrevistas realizadas en Delphi Corp.</b>	Directores	11	1,155
	Gerentes	14	1,095
	Ingenieros	31	1,875
	Técnicos y Operarios	17	850
	<b>Subtotal</b>	<b>73</b>	<b>4,975</b>
	<b>Subtotal (horas)</b>		<b>82.9</b>
<b>Entrevistas realizadas en otras instituciones</b>	Cenaltec*	3	115
	Royal Phillips Electronics	2	150
	Canacindra**	3	300
	NPD Techhology	1	120
	Lear Corp.	2	120
	Científica Atlanta	1	90
	CNIME +	1	90
	Secretaría de Economía	3	255
	Consultores Internacionales	1	100
	Funtec **	1	105
	Notaría No. 1 Ciudad Juárez	2	240
	<b>Subtotal</b>	<b>20</b>	<b>1,685</b>
	<b>Subtotal (horas)</b>		<b>28.1</b>
<b>Total de entrevistas realizadas/ total en horas</b>		<b>93</b>	<b>111.0</b>

\* Centro de capacitación en alta tecnología

\*\* Cámara Nacional de la Industria de la Transformación

+ Consejo Nacional de la Industria Maquiladora de Exportación

\*\* Fundación Mexicana para la Innovación y Transformación de Tecnología

Fuente: Elaboración propia (2003).

En la tabla 4.2 se presentan las entrevistas realizadas en la primera visita exploratoria que se llevó a cabo durante los días 30 y 31 de mayo y 1 de junio de 2001. En estos días se visitaron distintas entidades y se entrevistaron a las siguientes personas:

**Tabla 4.2 Visita exploratoria a Ciudad Juárez**

Ciudad	Entidades	Cargo	t. entrevista (min.)	
Ciudad Juárez	Delphi Corp.	Centro Técnico	Ingeniero Staff Grupo de Avanzada (E&C)	180
			Ingeniero Staff Grupo de Avanzada (E&C)	60
			Ingeniero de Producto sensores análogos (E&C)	30
			Supervisor de Ingeniería y Project Manager (E&C)	30
			Ingeniero Staff Grupo de Avanzada (E&C)	120
		Planta 35	Gerente Planta 35 ABS (E&C)	45
			Gerente de Producción de ABS (E&C)	60
		Otras instituciones	Coordinador Cenaltec	45
			Supervisor y maestro del Taller Cenaltec	40
			Director Cenaltec	30
			Vicepresidente de Phillips para México	60
			Presidente Canacintra Juárez	90
			Director General Canacintra Juárez	90
		Gerente y socio de NPD Technology	120	
<b>Total tiempo de entrevistas</b>			<b>1,000</b>	
<b>Total horas de entrevista</b>			<b>16.6</b>	

(E&amp;C): División Energy &amp; Chasis Systems

Fuente: Elaboración propia (2001).

En el período comprendido entre el 18 de febrero y el 8 de marzo de 2002 se realizó la segunda visita a Ciudad Juárez para llevar a cabo el trabajo de campo. En las entrevistas realizadas se preguntó, entre otros temas, sobre las principales actividades de investigación y desarrollo que realiza el Centro Técnico y se identificó que cada división tiene su propia visión de lo que necesita en este aspecto de acuerdo con el tipo de producto que cada una de las divisiones tiene a su cargo. Asimismo, se obtuvo información general sobre las plantas que tiene actualmente Delphi en México, y se hizo un acercamiento a las bases de datos que manejan todas las áreas vinculadas con Desarrollo de productos y de Tecnología en Delphi a escala mundial.

En la tabla 4.3 se presentan las entidades visitadas y las personas entrevistadas durante dicho periodo.

Tabla 4.3 Segunda visita a Ciudad Juárez

Ciudad	Entidades	Cargo	t. entrevista (min.)	
Ciudad Juárez	Centro Técnico	Ingeniero Staff Grupo de Avanzada (E&C)	45	
		Ingeniero Staff Grupo de Avanzada (E&C)	30	
		Director Grupo de Desarrollo de Productos (S)	60	
		Ingeniero de Manufactura Senior (S)	120	
		Ingeniero Staff Grupo de Avanzada (E&C)	60	
		Ingeniero de Aplicación (P)	50	
		Ingeniero de Aplicación (P)	45	
		Director Grupo de Desarrollo de Productos (S)	135	
		Ingeniero Staff Grupo de Avanzada (E&C)	40	
	Delphi Corp.	Planta 35	Ingeniero de Producto Planta ABS (E&C)	50
			Ingeniero de Proceso Planta ABS (E&C)	45
			Gerente Planta ABS (E&C)	160
			Supervisor de Producción Multec (E&C)	40
			Ingeniero de Producto Multec (E&C)	30
			Supervisor de Mantenimiento Multec (E&C)	50
			Ingeniero de Proceso Multec (E&C)	90
			Ingeniero de Producto Transmisiones (E&C)	150
			Ing. Manufactura de Procesos Transmisiones (E&C)	45
			Ing. Manufactura de Procesos Transmisiones (E&C)	45
			Supervisor de Mantetimiento ABS (E&C)	60
			Ingeniero de Producto Multec (E&C)	40
			Gerente de Manufactura Multec (E&C)	90
			Técnico en Control de Calidad (E&C)	45
			Técnico en Control de Calidad (E&C)	60
	Gerente de Operaciones Planta 35 (E&C)	80		
		Planta 11	Ingeniero Divisional de Pruebas (P)	120
			Ingeniero Divisional de Pruebas (P)	70
Otras instituciones		Supervisor de Manufactura Phillips	90	
		Ingeniero de Apoyo a Proyectos Lear Corporation	60	
		Superintendente de Producción Científica Atlanta	90	
		Ingeniero de Apoyo a Proyectos Lear Corporation	60	
<b>Total tiempo de entrevistas</b>			<b>2,155</b>	
<b>Total horas de entrevista</b>			<b>35.9</b>	

(S): División Saginaw Steering Systems

(P): División Packard Electric Systems

Fuente: Elaboración propia (2002).

El día 8 de mayo de 2002 se hizo una visita exploratoria a la Planta 65 de Delphi Saginaw en Querétaro y se entrevistaron a las personas que aparecen en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Visita exploratoria a la ciudad de Querétaro

Ciudad	Entidades	Cargo	t. entrevista (min.)
Querétaro	Planta 65	Director de Operaciones Saginaw México	150
		Gerente de Compras de Material Directo (S)	45
		Gerente de Compras de Material Indirecto (S)	20
		Gerente de Manufactura (S)	30
<b>Total tiempo de entrevistas</b>			<b>245</b>
<b>Total horas de entrevista</b>			<b>4.1</b>

Fuente: Elaboración propia (2002).



En esta visita se preguntó sobre diferentes temas relacionados con los proveedores nacionales y su relación con la planta, los clientes, las materias primas, la relación de las plantas con el Centro Técnico de Ciudad Juárez, los productos, la tecnología que posee la planta, entre otros temas de interés para la investigación.

La visita para realizar la etapa final del trabajo de campo de la línea de sensores y actuadores se llevó a cabo entre el 6 y el 18 de octubre de 2002. En la tabla 4.5 se muestran las entrevistas que se llevaron a cabo durante este período.

**Tabla 4.5 Tercera visita a Ciudad Juárez y primera a la ciudad de Chihuahua**

Ciudad	Entidades	Cargo	t. entrevista (min.)
Ciudad Juárez	Centro Técnico	Supervisor de Ingeniería y Project manager (E&C)	50
		Ing. Depto. Delphi Dynamics & Propulsion Innovation Center (E&C)	70
		Site Manager (E&C)	120
		Director Grupo de Desarrollo de Productos y apoyo a plantas (S)	180
		Ingeniero de Diseño (E&C)	60
	Planta 35	Gerente de Manufactura Multec (E&C)	130
	Change Implementation Leader (CIL) (E&C)	60	
	Gerente Planta ABS (E&C)	90	
Ciudad de Chihuahua	Planta 57	Ing. Producto sensores digitales (E&C)	45
		Coordinador de capacitación (E&C)	70
		Coordinador del taller de máquinas-herramientas (E&C)	40
		Coordinador del taller de máquinas-herramientas Plantas 57,58 (E&C)	30
		Director de Personal plantas 57 y 58 (E&C)	60
		Supervisor de Capacitación (E&C)	30
		Ing. Manufactura sensores para sistemas de arranque del motor (E&C)	20
		Ing. Industrial, sensor VR (E&C)	30
	Planta 58	Directora de Operaciones plantas Chihuahua (E&C)	45
		Supervisor de producción (E&C)	90
		Ing. Manufactura del MRA (E&C)	50
		Supervisor de Producción, bombas y Camphaser (E&C)	15
		Supervisor de Producción, bombas y Camphaser (E&C)	40
<b>Total tiempo de entrevistas</b>			<b>1,325</b>
<b>Total horas de entrevista</b>			<b>22.1</b>

Fuente: Elaboración propia (2002).

Durante los meses de marzo, abril y mayo de 2003 se realizaron algunas entrevistas en la Ciudad de México con el fin de conocer mejor la industria maquiladora de exportación en México.

**Tabla 4.6 Entrevistas realizadas en Ciudad de México**

Ciudad	Entidades	Cargo	t. entrevista (min.)
Ciudad de México	Notaría No. 1 Ciudad Juárez	Abogado negociador entre las maquiladoras y el Gobierno	240
	CNIME	Presidente de operaciones	90
	Secretaría de Economía	Subdirector de Fomento a la Industria Maquiladora	75
		Subdirector de Tecnología	60
		Directora General de Comercio Exterior	120
	Consultores Internacionales	Especialista consultor	100
	Funtec	Funcionario	105
Canacintra	Vicepresidente en Ciudad Juárez	120	
<b>Total tiempo de entrevistas</b>			<b>910</b>
<b>Total horas de entrevista</b>			<b>15.2</b>

Fuente: Elaboración propia (2003).

Entre el 6 y el 10 de octubre de 2003 se realizó la etapa final del trabajo de campo para la caja de dirección y la línea de negocio de flecha intermedia del sistema de dirección. Durante los días de la visita se llevaron a cabo las siguientes entrevistas (ver tabla 4.7).

**Tabla 4.7 Segunda visita a la ciudad de Querétaro**

Ciudad	Entidades	Cargo	t. entrevista (min.)
Querétaro	Planta 65	Supervisor de Desarrollo Organizacional (S)	60
		Gerente de Manufactura (S)	90
		Supervisor. Líder de equipo. Maquinado y Ensamble (S)	40
		Ingeniero de Producto Planta 65 (S)	100
		Supervisor Calidad Proveedores Plantas 65 y 66 (S)	90
		Superintendente de Calidad (S)	130
		Ingeniero de Manufactura. Tratamientos Térmicos y Soldadura (S)	50
		Ingeniero de Manufactura (S)	70
	Planta 65 y 66	Ingeniero de Calidad (S)	120
		Gerente Planta 65 (S)	45
		Coordinador de Mantenimiento Preventivo y Predictivo Plantas 65 y 66 (S)	40
	Planta 66	Gerente Planta 66 (S)	80
		Ingeniero de producto. Planta 66 (S)	60
		Asistente Desarrollo Organizacional (S)	50
	<b>Total tiempo de entrevistas</b>		
<b>Total horas de entrevista</b>			<b>17.1</b>

Fuente: Elaboración propia (2003).

Las entrevistas estuvieron enfocadas principalmente a precisar datos e información obtenida durante las visitas realizadas al Centro Técnico de Ciudad Juárez y a la Planta 65 durante los años 2001 y 2002.

En esta visita se indagó principalmente sobre la caja de dirección y línea de negocio de la flecha intermedia para el caso de la División de Delphi Saginaw. Se buscó precisar información relacionada con los proyectos de inversión y toma de decisiones, tipo de producto, calidad de la mano de obra, tiempo de creación de la planta, intervención del corporativo, entre otras; así como información sobre la evolución de los productos desde 1985 a la fecha.

Se entrevistaron principalmente a los ingenieros de producto y de manufactura de las plantas para diferentes productos. Asimismo, se entrevistó a los Gerentes de Planta de las dos plantas de Querétaro.

#### **4.3.6.2 Otras fuentes de información**

Las entrevistas constituyeron la principal fuente de información, pero las otras fuentes permitieron corroborar y rectificar el tiempo de ocurrencia de los hechos, además de enriquecer la evidencia obtenida. Así, además de las guías de entrevista, se utilizó: i) información obtenida a través de la observación directa, ii) información documental de las líneas de negocio en estudio, iii) libros, artículos y otros materiales escritos de diferentes fuentes e iv) información de prensa.

Se obtuvo información importante de la página web de Delphi Corp., del Reporte Anual 2002 y en otros documentos que fueron proporcionados por personal de la empresa. Asimismo, se consultó la información presentada para el Premio Nacional de Tecnología 2003, que fue entregado a la línea de negocio de sensores y actuadores de Delphi- E&C.

Las entrevistas fueron transcritas y procesadas, identificando y clasificando la información de interés para el tema de la tesis. Con la información obtenida en las entrevistas, así como en las otras fuentes de información se construyó la evidencia empírica, que permitió dar respuesta a las preguntas formuladas y que guiaron la dirección de esta tesis doctoral.

### **4.3.7 Análisis de la evidencia**

El análisis de la evidencia consiste en examinar, categorizar, tabular o recombinar la evidencia para manejar las proposiciones teóricas iniciales del estudio. Para Yin (1994) analizar la evidencia de los estudios de caso es, especialmente, difícil porque las estrategias y las técnicas no han sido bien definidas en el pasado. Sin embargo, muchas investigaciones deben empezar con una estrategia analítica general, dando prioridad a para qué analizar y por qué.

En este contexto, la presente tesis tuvo como estrategia general analítica el uso de las proposiciones teóricas del estudio, las cuales fueron presentadas anteriormente, lo que permitió tratar la evidencia con claridad, buscando producir conclusiones analíticas precisas y descartar interpretaciones alternativas.

Vale la pena mencionar que el estudio de caso utiliza frecuentemente el llamado “método de generalización analítica”, en el que una teoría desarrollada previamente se usa como un modelo con el que se comparan los resultados empíricos del estudio.<sup>5</sup> Si dos o más de los casos apoyan la teoría, se dice que hay réplica. Los resultados empíricos pueden ser considerados más válidos si dos o más casos apoyan la misma teoría pero no lo hacen con una posible teoría rival. (Yin, 1994)

Este método de generalización analítica no fue utilizado en esta tesis doctoral, en cambio se utilizaron las proposiciones teóricas para hacer el análisis comparativo de los tres negocios, teniendo como base las preguntas.

#### **4.3.7.1 Interpretación de datos**

Como modo de análisis se utilizó la comparación con un modelo definido a través de las proposiciones teóricas. Cada una de estas proposiciones se comparaban con los hallazgos hechos en cada caso y se documentaba con la evidencia encontrada.

Para este análisis se diseñaron tablas que contenía los siguientes aspectos:

---

<sup>5</sup> Para los estudios de caso, el desarrollo de teoría como parte de la fase de diseño es esencial, ya que el propósito de este tipo de estudio es desarrollar o probar la teoría.

- a) Las proposiciones teóricas
- b) Los tres negocios en estudio
- c) Los hallazgos y las evidencias empíricas

Con estos aspectos se organizó la evidencia en un orden que permitiera ver el proceso evolutivo de acumulación, para proceder a su análisis. Se describieron los hallazgos obtenidos a partir de las entrevistas y de las otras fuentes de información para cada uno de los tres casos y se hicieron las comparaciones entre los mismos. Asimismo, se obtuvieron las conclusiones de los casos respecto de las proposiciones analizadas y teniendo como marco la revisión de la literatura y el marco analítico.

#### **4.3.7.2 Medición**

La medición en un principio fue definida por Stevens (1951) como “la asignación de números a objetos o eventos de acuerdo a las reglas”. El problema con esta definición desde el punto de vista de las ciencias sociales es que muchos de los fenómenos no son objetos ni eventos. Por lo tanto, esta definición es más apropiada para la física que para las ciencias sociales. (Carmines y Zeller, 1979)

Según Riley (1963) la medición es más útil para las ciencias sociales, vista como “el proceso de vinculación de conceptos abstractos con indicadores empíricos”, como un proceso que involucra un plan explícito y organizado para clasificar (y frecuentemente cuantificar) el sentido particular de los datos, y manipular los indicadores, en términos del concepto que los investigadores tienen en mente. Esta definición deja en claro que la medición es un proceso que involucra tanto consideraciones teóricas como empíricas.

La medición, en ciencias sociales, se ha presentado como un logro, convirtiéndose en pivote del desarrollo de la Ciencia Social en su conjunto. En los últimos años, los paradigmas dominantes en las ciencias sociales han entrado en crisis, y una de sus consecuencias ha sido la apertura hacia otras comprensiones de la realidad social y, consecuentemente, a otras estrategias para estudiarla. (Iñiguez, 1995) En la práctica se aprecia, efectivamente, cómo los estudios empíricos se realizan cada día más sobre la base

de métodos<sup>6</sup> cualitativos. Si bien no puede decirse que el uso de métodos cuantitativos haya dejado de ser el dominante, es un hecho que cada día es más importante la apuesta cualitativa. Esto no significa que el uso de métodos cualitativos se haya generalizado.<sup>7</sup>

Así, uno de los problemas más importantes que tiene planteada la medición en ciencias sociales radica en las características y las consecuencias que ésta tiene. Toda medida implica, ineludiblemente, segmentación y el comportamiento social no puede ser ni segmentado ni dividido puesto que es un flujo. Otro problema son las características de las distintas teorías que tratan de la medida en las ciencias sociales.

Debido a la dificultad que existe para hacer medición cuantitativa en las ciencias sociales, se ha dado un auge de los métodos cualitativos, cuyas perspectivas y teorías muestran instrumentos analíticos que descansan en la interpretación. En efecto, estos procedimientos se adecuan perfectamente al buscar la comprensión de los procesos sociales, más que su predicción, o si se prefiere, al buscar dar cuenta de la realidad social, comprender cuál es su naturaleza, más que explicarla. En buena medida, al ubicar el debate en estos parámetros, pierden fuerza las críticas estereotipadas, y con frecuencia poco fundamentadas, que la investigación cualitativa recibe en términos de falta de objetividad, falta de validez, trivialidad o relativismo. (Iñiguez, 1995)

Con base en lo anterior, la pregunta que surge es ¿cómo los científicos sociales pueden determinar el grado en el cual un indicador particular puede representar un concepto teórico dado?. En este contexto surgen dos propiedades básicas de la medición empírica: i) la confiabilidad que es el grado en el cual un experimento, una prueba o algún procedimiento de medición, produce el mismo resultado en varios ensayos. Por lo tanto, esto involucra un nivel de error, debido a que una repetición no es exactamente igual a otra. En este sentido, el grado de error está inversamente relacionado con el grado de confianza del instrumento de medición; y ii) la validez es el grado en el cual algún instrumento de medición mide lo

---

<sup>6</sup> El método engloba todas las operaciones y actividades que, regidas por normas específicas, posibilitan el conocimiento de los procesos sociales.

<sup>7</sup> Esto se debe a que el uso de métodos cualitativos ha estado acompañado de críticas relacionadas con su presunta falta de objetividad, la imposibilidad de reproducción de sus resultados, la falta de validez, etc., en definitiva, que se trata de un tipo de actividad más próxima a la literatura que a la ciencia. Iñiguez (1995)

que está destinado a medir, y no busca reflejar ningún otro fenómeno. Esto es, que no se valida el instrumento de medición en sí mismo sino el instrumento de medición en relación con el propósito para el cual ha sido usado. (Carmines y Zeller, 1979)

Según Rist (1977), los investigadores cualitativos dan énfasis a la validez en su investigación, mientras los cuantitativos hacen hincapié en la confiabilidad y la reproducibilidad de la investigación.

En este contexto, vale la pena resaltar lo expresado por LaPiere (1935) sobre que las mediciones cuantitativas son cuantitativamente precisas; las evaluaciones cualitativas tienen un componente subjetivo mayor, pero no obstante parecería que vale mucho más la pena una conjetura perspicaz acerca de lo esencial, que una medición precisa de lo que probablemente revele carecer de importancia.<sup>8</sup>

Para el caso particular de esta tesis doctoral, es importante poder “medir” o hacer una valoración de algunos de los resultados que fueron obtenidos a partir de las entrevistas (ya que éstas se constituyen en la principal fuente de información del estudio de caso). Así, se busca que la investigación deje de ser primordialmente descriptiva y permita realizar una aproximación cuantificable que le dé a la investigación un rasgo menos subjetivo.

Esta valoración se enfoca básicamente a cuantificar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los negocios en estudio. Es importante aclarar que la idea aquí no es reducir las palabras y actos de las personas a ecuaciones estadísticas o a números, sino enriquecer el estudio con una valoración cualitativa que permitan reflejar mejor lo que las personas conocen de los negocios en estudio y permite realizar una comparación entre los casos.

---

<sup>8</sup> Citado en Taylor y Bogdan (1992)

### *Valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas*

Con el fin de evaluar y comparar los niveles de acumulación en diferentes períodos de tiempo se diseñó una valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas. La valoración cualitativa refleja el nivel de capacidades tecnológicas que adquirió y acumuló una determinada línea de negocio en Delphi-México en un periodo definido.

Se toma como base la matriz de capacidades tecnológicas adaptada para la IME y se califica cada nivel con un valor que va de 1 a 4 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 períodos de tiempo permite observar la evolución de las capacidades tecnológicas 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 4.8 presenta las ponderaciones asignadas a cada función técnica en cada uno de sus niveles de acumulación.

**Tabla 4.8 Valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas**

Niveles de capacidades	Función Técnica de Inversión		Función Técnica de Producción		Función Técnica de Soporte			Total por nivel Acumulación
	Toma de Decisiones y Control	Preparación y Ejecución del Proyecto	Centradas en Procesos y Org. Producción	Centradas en el Producto	Vinculación Interna	Vinculación Externa	Modificación de Equipo	
Capacidades Operativas Básicas	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	1
Capacidades innovadoras básicas	0.30	0.30	0.40	0.40	0.20	0.20	0.20	2
Capacidades innovadoras intermedias	0.45	0.45	0.60	0.60	0.30	0.30	0.30	3
Capacidades innovadoras avanzadas	0.60	0.60	0.80	0.80	0.40	0.40	0.40	4

Fuente: Dutrénit, Vera-Cruz, Arias, Avendaño, Gil, Sampedro, Urióstegui (2002), "Marco analítico para el análisis de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas.



Las ponderaciones fueron asignadas de acuerdo con los siguientes criterios: i) las funciones técnicas de inversión y de producción tienen valores más elevados que la función técnicas de soporte. Dado que es una valoración cualitativa de capacidades tecnológicas, se decidió darle mayor importancia a las funciones técnicas relacionadas más directamente con la actividad innovadora; ii) la función técnica de producción tiene un valor de 0.20 en cada nivel de acumulación, y la función técnica de inversión un valor de 0.15. A la función de soporte, que apoyan la actividad innovadora, se le asignó un valor menor de 0.10 a cada una de las actividades que la componen.

En cada función técnica se determina el nivel de acumulación que tiene y se le asigna el valor correspondiente de acuerdo a la tabla 4.8. El máximo valor es 4, que corresponde a la situación en la que el negocio en estudio tiene capacidades tecnológicas innovadoras avanzadas en todas las funciones técnicas. Cuando el resultado de la valoración cualitativa es un número entero entre 1 y 4, esto puede tener dos significados: i) que la acumulación de capacidades en las diferentes funciones técnicas es uniforme, o sea que todas las funciones tienen el mismo nivel de acumulación; ó ii) 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.

La construcción de la valoración cualitativa, tal como la adaptación de la matriz de capacidades tecnológicas para la IME explicada en la sección 3.2 del capítulo 3, se sustentan en el análisis empírico realizado a tres empresas maquiladoras de los sectores de la electrónica y automotriz, mediante entrevistas a profundidad y cuestionarios realizados a personal de las mismas.

#### ***4.4 Mecanismos de validez y confiabilidad***

La concepción de validez según García (2002) está referida a la firmeza o seguridad de algún acto y las condiciones necesarias para su permanencia, vigencia y autenticidad. La validez, bajo el enfoque cualitativo, concierne a la exactitud con que las conclusiones representen efectivamente la realidad empírica y si los constructos diseñados representan categorías reales de la experiencia humana.

La confiabilidad consiste en la esperanza firme que se tiene sobre algún acto, así como su presunción en eventos futuros. La confiabilidad, bajo la perspectiva cualitativa, es un proceso empírico para verificar el grado de similitud entre el contexto del evaluador y el contexto del evaluado. Es relativa y depende totalmente del grado de superposición o apareamiento de sus características más sobresalientes. A su vez, depende enteramente de la descripción detallada que realice el evaluador sobre el tiempo, lugar y cultura donde ocurre la evaluación, para poder así transferir juicios hacia otros evaluadores. (García, 2002)

Así, considerando las anteriores definiciones y con el fin de garantizar la calidad, en términos de la validez y la confiabilidad, de la información recopilada a través de las entrevistas, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones: i) se utilizó un mismo tipo de guía de entrevista para todos los entrevistados, teniendo en cuenta el nivel jerárquico dentro de la organización, el área donde estaba ubicado el entrevistado y el conocimiento de los temas, ii) se hicieron preguntas formuladas de diferente manera sobre temas similares, con el fin de corroborar la información, iii) se realizaron las mismas preguntas a distintos informantes clave, con el fin de reconstruir un mismo hecho desde diferentes puntos de vista,<sup>9</sup> y iv) se entrevistaron algunos informantes clave en más de una ocasión, para confirmar datos y puntualizar hechos importantes para la tesis.

Con base en lo anterior, se lograron obtener diferentes opiniones sobre un mismo tema y se buscó comprobar las contradicciones. Así, se logró validar la información proporcionada por los diferentes informantes y se pudo corroborar y en otros casos aclarar alguna información aparecida en artículos relacionados con la empresa y que eran importantes para la presente investigación. Asimismo, alguna de la información obtenida en las entrevistas se pudo cruzar con otras fuentes de información, como documentos proporcionados por la empresa, y también con informantes clave que leyeron parte del trabajo y proporcionaron nuevos datos e hicieron correcciones.

Finalmente, vale la pena aclarar que lo presentado en esta investigación doctoral, recoge la visión de la autora sobre lo observado, con base en las distintas fuentes de información.

---

<sup>9</sup> Esto se realizó teniendo en cuenta lo planteado por Yin (1994)

## **Capítulo 5. La Industria Maquiladora y el Sector Automotriz**

En el presente capítulo se hace una revisión de las principales características de la industria maquiladora de exportación en México (IME); del sector automotriz a escala mundial y en México y de la industria de autopartes en particular. El objetivo de este capítulo es contextualizar el análisis que se realiza en la tesis, teniendo en cuenta que Delphi Corp. pertenece a la IME, es una empresa de la industria de autopartes en México y es proveedora del sector automotriz.

En este sentido, el presente capítulo está organizado con la siguiente estructura: en la primera sección se presentan los aspectos más relevantes que han caracterizado a la IME en México, en la segunda sección se hace una presentación de los principales aspectos que influyen en el sector automotriz a escala mundial y en México y en la tercera sección se presentan las conclusiones de capítulo.

### ***5.1 La Industria Maquiladora de Exportación en México (IME)***

La presente tesis analizó la acumulación de capacidades tecnológicas en la IME en México, por lo cual es necesario realizar una revisión del origen de esta industria y de su evolución. La importancia económica de esta industria se refleja en que genera más de un millón de empleos directos y hace una aportación de divisas que ha permitido equilibrar la balanza de pagos.

A continuación se hace una revisión en el primer punto, de los antecedentes; en el segundo de la evolución, en el tercero del desempeño e impacto de la IME y finalmente en el cuarto punto se hace un corto análisis del sector equipo de transporte en la IME, con lo cual se busca caracterizar la IME en México.

#### **5.1.1 Antecedentes de la IME**

“Maquiladora” o “maquila” es derivada de la palabra española “maquilar” la cual históricamente se refería a la molienda de trigo en harina, por lo cual el agricultor debería compensar al molinero con una porción del trigo. Esta compensación del molinero hace referencia a la “maquila”. El significado moderno de la palabra evolucionó de este uso a

describir una actividad parcial en procesos de manufactura, tales como ensamble o empaque llevado a cabo por una empresa diferente a la empresa manufacturera original.

En México una “maquiladora” se refiere a un establecimiento de una compañía extranjera o mexicana que opera bajo un régimen especial aduanero, el cual le permite importar temporalmente a México sobre la base de libre impuesto, maquinaria, equipo, materiales, partes y componentes y otros insumos necesarios para el montaje o manufactura de bienes finales para exportación. (CNIME, 2003) Asimismo, se define a la maquila como “el proceso industrial o de servicio que implica transformación, elaboración o reparación de mercancías de procedencia extranjera importadas permanente o temporalmente para su exportación posterior.”<sup>1</sup>

Lo anterior, significa que la razón principal para que una empresa maquiladora se registre como tal es porque no pagará los impuestos de importación de sus insumos y de la maquinaria y el equipo. Asimismo, estará exenta de pagar el impuesto al valor agregado y, de acuerdo con el caso, las cuotas compensatorias, y en el caso de que paguen los impuestos de importación se le restituirán posteriormente. Otro rasgo clave es que operan bajo el concepto globalizador de “aprovechar las ventajas competitivas”, que en un principio era la mano de obra barata y abundante de los mexicanos. En cuanto a los impuestos de importación de los productos maquilados en México por parte de los EEUU, éstos se rigen principalmente por la partida 97.30, por la cual solo se grava el valor agregado en México.

El antecedente de esta industria en México se remonta a los años 1940, cuando el Programa de Braceros o el Acuerdo Internacional sobre de Trabajadores Migratorios fue aprobado por el Gobierno de los Estados Unidos y el de México el 23 de julio de 1942<sup>2</sup> y que se prolongó hasta que el Congreso de los Estados Unidos votó en contra de la Ley Pública No. 78 y solamente prorrogó este programa por un año, hasta 1965. Esto creó un elevado flujo de trabajadores migrantes hacia la frontera de México y produjo un explosivo crecimiento de

---

<sup>1</sup> Decreto para el Fomento y Operación de la IME de Exportación del 1 de Junio de 1998 y su reforma del 13 de Noviembre de 1998.

<sup>2</sup> El Acuerdo Internacional sobre Trabajadores Migratorios garantizó durante el tiempo que duró la Segunda Guerra Mundial y después durante la guerra de Corea el aprovisionamiento de fuerza de trabajo temporal para tareas agrícolas. Este programa llegó a su fin oficialmente en diciembre de 1964. Véase: Mendoza (1982).

la población y el desempleo de más de 200,000 trabajadores en las ciudades fronterizas mexicanas.

El gobierno mexicano decidió promover la franja fronteriza como una alternativa de inversión a industriales que estaban formando empresas en Japón, Taiwan y Hong Kong, ofreciendo ventajas geográficas por su cercanía con EEUU y mano de obra barata. Es así como el primero de Septiembre de 1965 el presidente Gustavo Díaz Ordaz se pronunció en su informe anual por fomentar la IME. El Gobierno Mexicano tenía una serie de objetivos entre los que se destacaban los siguientes:<sup>3</sup>

1. Promover empleo en zonas con problemas demográficos.
2. Obtener ingresos de Divisas y fortalecer la balanza de pagos.
3. Establecer industrias para capacitar personal dedicado sólo a actividades primarias no industriales.
4. Obtener mercado para productos nacionales e incrementar los ingresos en las zonas marginadas económicamente.
5. Erradicar la idea de la deficiente calidad de mano de obra mexicana.
6. Obtener inversiones en infraestructura industrial.
7. Obtener ingresos para el desarrollo nacional en el interior del país e impulsar el desarrollo en la franja fronteriza.
8. Incrementar la recaudación fiscal en todos los niveles.

En este contexto se estableció el Programa de Industrialización Fronteriza (PRONAF),<sup>4</sup> cuyo objetivo fue desarrollar económicamente la frontera norte. Bajo este programa en 1966 se establecieron las primeras maquiladoras<sup>5</sup> en los estados de Baja California y Chihuahua. Así, en este año se construye el primer parque industrial en Ciudad Juárez, Chihuahua, el cual atrajo una empresa maquiladora dedicada al ensamble de componentes

---

<sup>3</sup> Tomado de Rosette (2003)

<sup>4</sup> El PRONAF se dio a conocer el 20 de mayo de 1965, aunque fue hasta el 1 de septiembre del mismo año, que se delineó los objetivos de este programa.

<sup>5</sup> Estas maquiladoras llevaron a cabo ciertos procesos de ensamble simple y reparación para algunas compañías medianas de EEUU.



Independiente del PRONAF, las bases legales para el establecimiento de la IME se lograron hasta 1966 en dos Oficios entre la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Secretaría de Industria y Comercio, en lo relativo al tercer párrafo del Art. 321 del Código Aduanero; en estos Oficios se determinaron los criterios para autorizar las operaciones de una empresa maquiladora, mismos que acordaban el otorgamiento de facilidades administrativas para la importación temporal de maquinaria, equipo y componentes, exentos del pago de derechos de importación, como un incentivo para la creación de empresas manufactureras que se orientaran a satisfacer las gigantescas demandas del mercado estadounidense.

Con base en ese instrumento de fomento se efectuaron los primeros esfuerzos de promoción de la IME, que entre 1965 y 1968 resultaron en el establecimiento de varias plantas en la zona fronteriza, la mayoría de ellas relativamente pequeñas, subsidiarias de corporaciones también pequeñas y medianas.

Al inicio de la década de los setenta se dio un nuevo impulso a la IME introduciendo un marco legal al unificar las diversas circulares y resoluciones adoptadas desde 1965. Primero el 15 de marzo de 1971, se agrega el marco legal para la actividad maquiladora en el artículo 321 del Código Aduanero. Para 1972 se realizan las primeras modificaciones ampliando el sistema de maquila a todo el territorio nacional, con la limitante de no hacerlo en áreas de alta concentración demográfica o industrial. En términos generales, estos cambios aseguraron la ampliación del radio de acción de la IME, con un mayor acceso al mercado nacional.

General Motors (GM) se establece en 1978 como la primera maquiladora de la industria automotriz en México, con su división Packard Electric. Este ejemplo, pronto fue seguido por Ford y Chrysler y por múltiples empresas de fabricación de autopartes, es así como a través del tiempo el giro de componentes y partes automotrices se convierte en uno de los más importantes y dinámicos en la IME. (CNIME, 2003)

Durante toda la década de los setenta, se dio un marco legal propicio para el desarrollo de la IME. A partir de 1982 la maquila de exportación se consideró como un sector crítico en la generación de empleo y como una variable importante para las exportaciones mexicanas.

En función de estos dos objetivos se expidió en 1983 y como parte de las medidas de reforma económica el primer Decreto para el Fomento y Operación de la IME de Exportación. Este decreto introdujo una nueva definición de la empresa maquiladora, entendiéndola como una empresa con un programa de maquila aprobado que exporta toda la producción, y describió en detalle lo que era un programa para maquiladoras. Al igual que el anterior ordenamiento, éste permitió la venta de hasta un 20% de la producción anual en el mercado mexicano, bajo condiciones específicas, y contempló con mayor atención la incorporación de un cierto nivel de contenido mexicano en el producto. Las compañías mexicanas que producían para el mercado interno podrían buscar un programa de maquila para utilizar la capacidad instalada subutilizada para dedicarla a la exportación. (Mendiola, 1999)

Con la entrada de México al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) en 1986 y el cambio en las reglas sobre inversión extranjera en 1989 el gobierno profundizó la apertura económica como eje de las reformas económicas. Los permisos de importación disminuyeron de 92% en 1985 a 20% en 1990.

A partir de 1988 se emitieron dos nuevos decretos ampliando los beneficios del marco jurídico de la IME a empresas del sector industrial tradicional. El decreto de 1989 amplió la posibilidad a que las empresas maquiladoras de exportación vendieran un porcentaje mayor de su producción en el mercado interno, profundizando esta tendencia ya presente en otros decretos. Las adiciones a este Decreto en 1994 abrieron la posibilidad a que cualquier empresa que tuviera como propósito abastecer de materias primas, partes y componentes a la IME, así como a empresas con programas de importación temporal (PITEX)<sup>7</sup> para producir artículos de exportación, podrían realizar importaciones temporales y recibir apoyos crediticios especiales del BANCOMEXT y NAFIN. Con esta disposición se amplió

---

<sup>7</sup> Se define como el programa de importación temporal para producir artículos de exportación, que se estableció el 3 de mayo de 1990 y ha tenido distintas reformas en términos normativos (en 1995, 1998, 2000 y 2001 y 2002) y que opera como una alternativa a la maquiladora. El programa permite importar de manera temporal bienes para ser usados en la fabricación de productos de exportación, lo que excluye del pago del IVA, de las cuotas compensatorias que se aplican a las importaciones definitivas y del impuesto general de importación en las mercancías originarias de los países del TLCAN y aquellas que se incorporan a los productos exportados a terceros países. Los bienes de importación temporal incluyen: materias primas, partes, componentes, materiales auxiliares, contenedores, herramientas, equipos y accesorios diversos, maquinaria, aparatos, instrumentos y refacciones, etc. (Bendezky *et al.*, 2003)



el marco jurídico que permite que las empresas manufactureras operen bajo el esquema maquilador.

El Decreto para el Fomento y Operación de la IME de Exportación, publicado en el Diario Oficial de la Federación el primero de junio de 1998 y el diverso que lo reforma del 13 de noviembre de 1998 y 30 de octubre de 2000, redujo sustancialmente los trámites a los que el anterior decreto obligaba a las empresas maquiladoras con el objetivo de hacer más expedita la entrada de inversiones y de disminuir los costos de operación. Entre los elementos más significativos está la supresión de la obligación de presentar información sobre el monto y valor de las mercancías que importan temporalmente, y la ampliación del plazo de permanencia de las materias primas importadas temporalmente de uno a dos años.

Con base en lo previsto en el Decreto para el Fomento y Operación de la IME de Exportación y sus Reformas el Programa de Maquila tiene cuatro modalidades:

1. **Operaciones de maquila cien por cien para la exportación:** Es la empresa o persona moral a quien 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.

Asimismo, también están considerados en este Decreto los procesos complementarios industriales o de servicio, realizados por personas distintas al titular del programa de

---

maquila que se denominan Submaquila. Los bienes que pueden importar temporalmente se agrupan en cuatro categorías:<sup>8</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.

Además de este Decreto el marco jurídico del Programa de Maquila de Exportación, incluía los ordenamientos y disposiciones legales y fiscales siguientes:

1. Ley Aduanera y su Reglamento.
2. Resolución Miscelánea de Comercio Exterior y sus Reformas.
3. Ley del Impuesto al Valor Agregado (IVA) y su Reglamento.
4. Ley del Impuesto sobre la Renta y sus Reformas.
5. Código Fiscal de la Federación y sus Reformas.

A partir del año de 1999 y como resultado de las negociaciones del TLCAN, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, anunció que a partir de enero de 2000 las empresas matrices de maquiladoras establecidas en México serían incluidas como posibles sujetos de funcionar bajo el esquema de *establecimiento permanente*.<sup>9</sup> Esta modificación derivada de la Ley del Impuesto Sobre la Renta causó gran inquietud ya que se consideró que las

---

<sup>8</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.

<sup>9</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% del impuesto al activo (sobre la maquinaria, equipo e inventarios).

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% 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>10</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 Diario Oficial de la Federación (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 el 23 de octubre de 2001, así como 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 PITEX, realizaran 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 del Impuesto de Importación y del Impuesto 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 EEUU 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% de impuesto sobre los activos empleados en México o 6.5% sobre los costos de producción en la operación de la maquila.

El 23 de octubre del 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 primero de mayo de 2003 se dio a

---

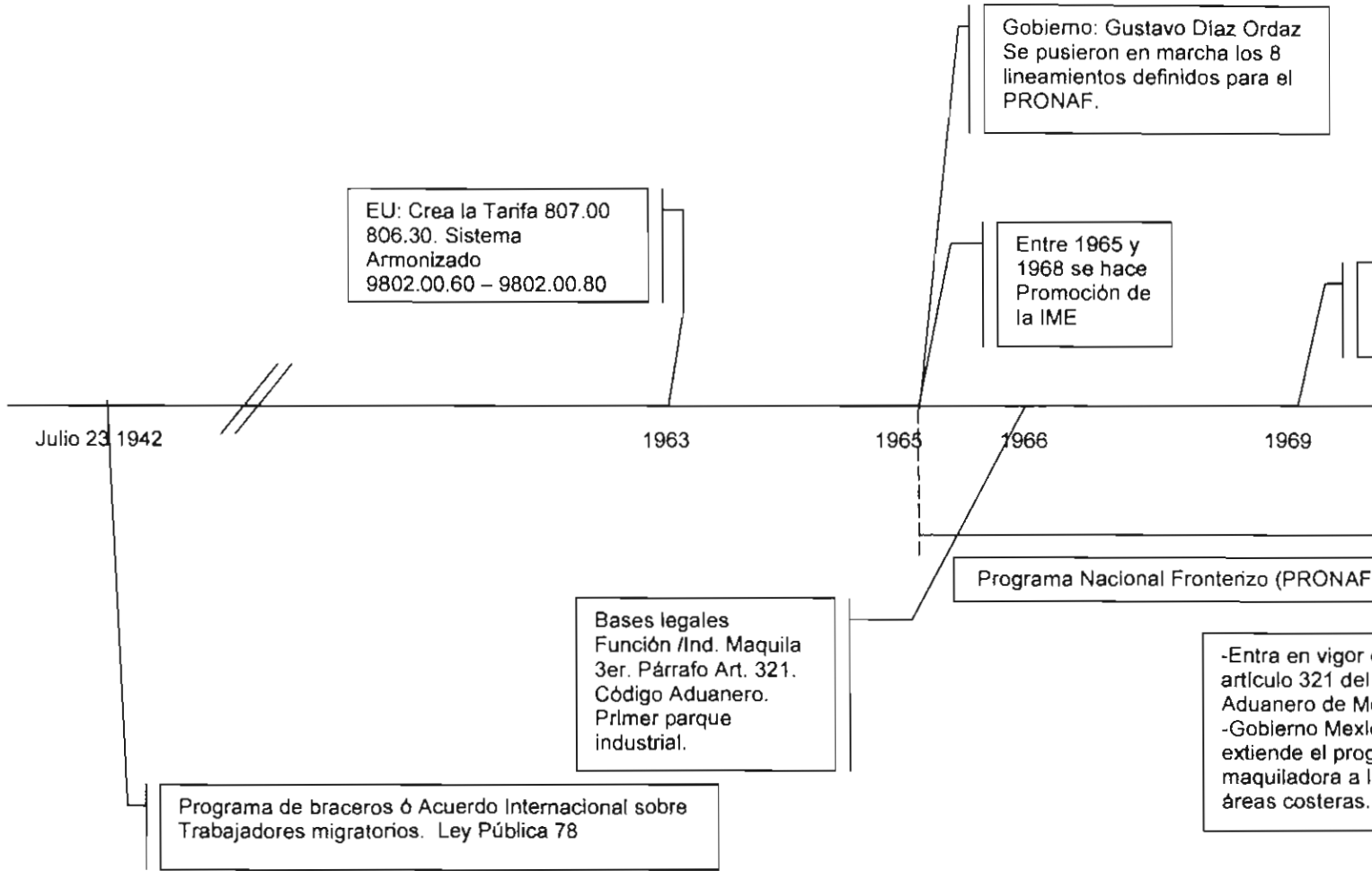
<sup>10</sup> Estos programas fueron establecidos por Decreto, y sirven como instrumento a las empresas para importar con arancel preferencial diversos bienes para ser utilizados en la elaboración de productos específicos, independientemente de si éstos se destinan a la exportación o al mercado interno.

conocer el Programa para la Competitividad de la IME, que posteriormente fue publicado en el DOF. Con la publicación de este programa, el cual, actualmente rige la actividad maquiladora en México, el gobierno mexicano buscaba 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”. 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 en el ámbito internacional y pretende potenciar el establecimiento de grandes centros de manufactura en México. (CNIME, 2003)

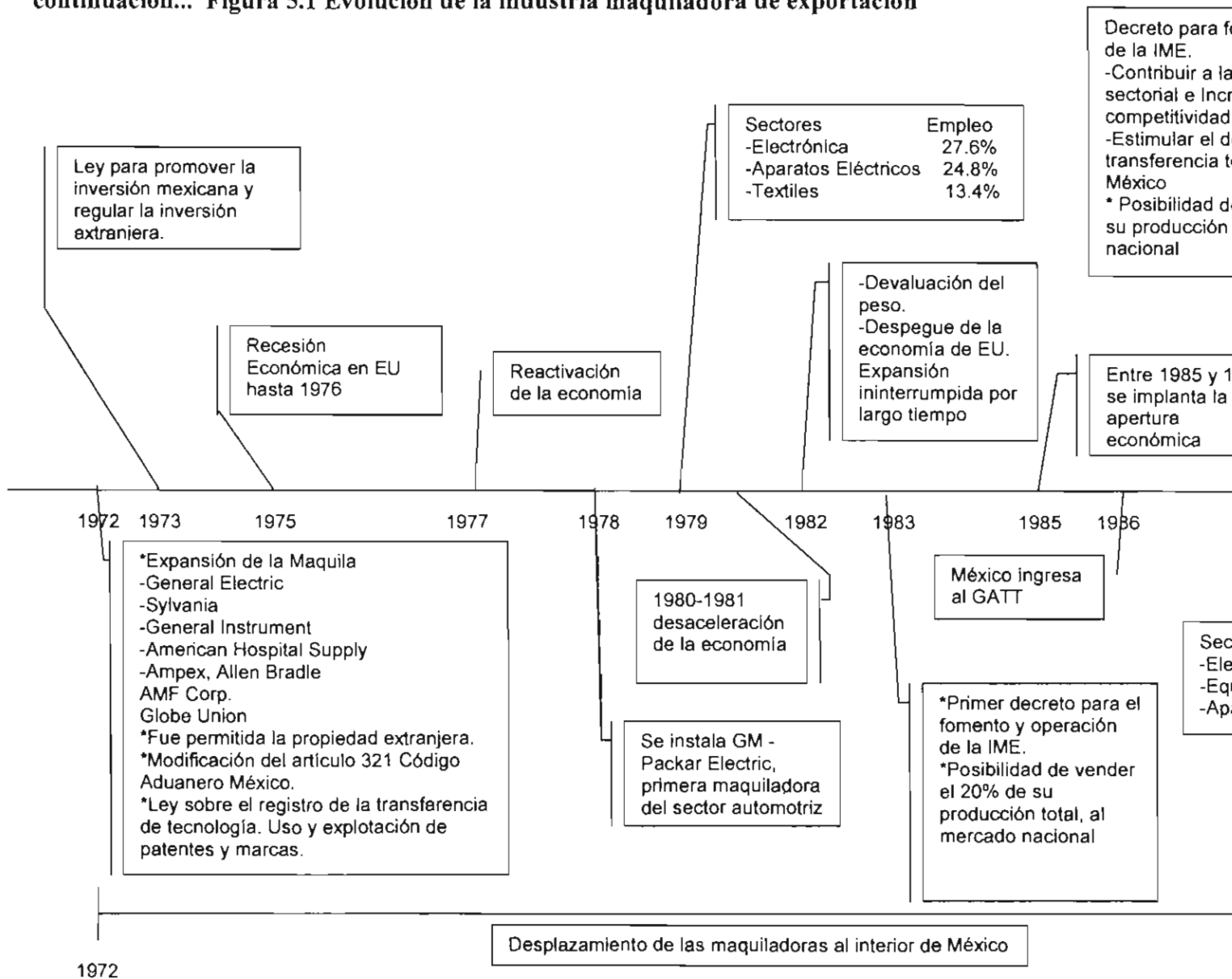
Dentro de este marco legal, vale la pena destacar que de acuerdo con un estudio realizado por la CNIME en el año 2002, las dos razones más importantes por las cuales las empresas instaladas bajo el régimen maquilador piensan abandonar México son: i) la incertidumbre jurídica fiscal para el entorno de negocios; y ii) la posibilidad de que la empresa se considere como establecimiento permanente. Así, el 30.18% de las empresas dejarían el país por la primera razón y el 24.53% lo dejaría por la segunda razón. El 37.74% de las empresas daban otras razones como: competitividad y mejores incentivos en otros países, costos laborales y la posibilidad de una recesión económica y sólo el 7.55% consideraban que no iban a salir del país. Con base en lo anterior, es evidente que la inseguridad jurídica fiscal es un factor preponderante en la toma de decisiones y la planeación estratégica de las empresas maquiladoras. (CNIME, 2002) Los últimos cambios en la regulación buscaron atenuar este factor. Para finalizar esta sección a continuación, se presenta la figura 5.1, la cual describe los hechos más relevantes en la evolución de la IME.

Figura 5.1 Evolución de la industria maquiladora de exportación



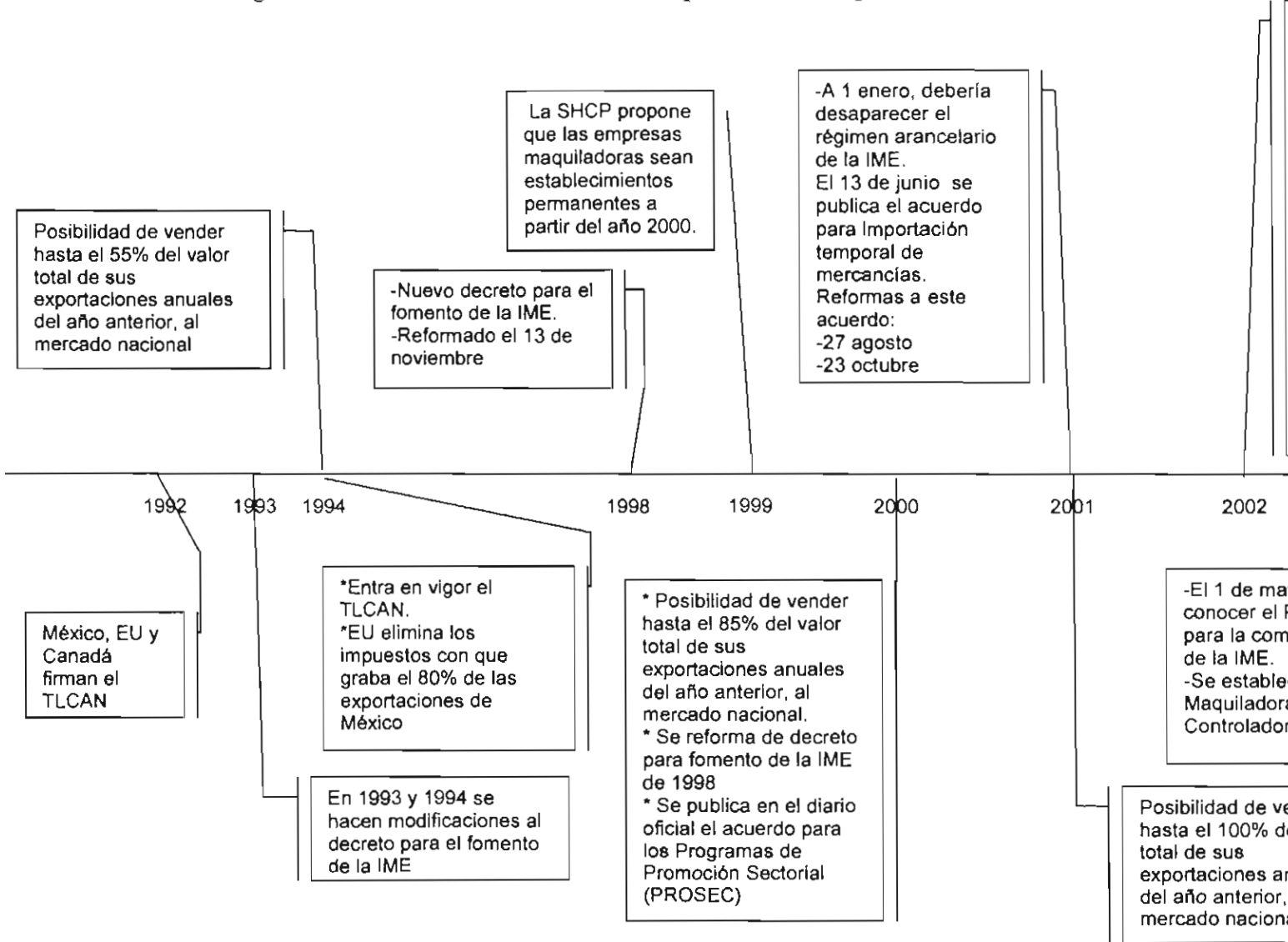
Fuente: Sampedro y Arias (2003).

continuación... Figura 5.1 Evolución de la industria maquiladora de exportación



Fuente: Sampedro y Arias (2003).

continuación... Figura 5.1 Evolución de la industria maquiladora de exportación



Fuente: Sampedro y Arias (2003).

### 5.1.3 Desempeño e impacto de la IME en México

La existencia y desarrollo de la IME se debe principalmente a la IED. Las compañías extranjeras especialmente de los EEUU, pero también Japón, Canadá y otros países, han establecido ensambles y operaciones manufactureras en México para tomar ventaja de la mano de obra barata mexicana, de la proximidad al mercado de los EEUU y de las políticas de desregularización que ha sufrido esta industria durante su existencia.<sup>11</sup>

Desde la década de los cincuenta, el empuje de las empresas japonesas empezó a influir en el cambio de la industria manufacturera estadounidense. La re-localización de los procesos productivos intensivos en trabajo de Japón a otros países asiáticos en la década de los sesenta y setenta habilitaron ese cambio. En respuesta, las empresas manufactureras norteamericanas vieron a México y el Caribe como sus fuentes de mano de obra barata requeridos con pocas habilidades, considerando que los países asiáticos líderes habían trasladado sus procesos productivos intensivos en mano de obra a países ubicados en el sur de Asia. (Frobel, Heinrichs and Kreye, 1980; Grundwald and Flamm, 1985; Buitelaar *et al.*, 1999)

En un principio, el establecimiento de empresas tipo maquiladoras en países en desarrollo estaba asociado con empleos mal remunerados y una reducida generación de divisas. Sin embargo, con el paso del tiempo esta actividad ha logrado beneficios sobre la economía en la que se ubica a través de la importación de bienes de capital y el conocimiento necesario para su uso y mantenimiento; la coexistencia con personal extranjero calificado; la aplicación de modernos sistemas de organización de la empresa y el trabajo, etc. (Buitelaar *et al.*, 1999)

A pesar del prejuicio que se tiene sobre la IME de ser una industria intensiva en mano de obra y poco tecnificada, esta industria ha sido económicamente una de las más dinámicas y es probablemente la más importante de la economía mexicana. Ha crecido sostenidamente

---

<sup>11</sup> Incluso después de que la Ley de Inversión Extranjera en México fue liberada en 1993, anticipándose a la implantación del NAFTA, existieron pocas restricciones sobre la IED en la IME.



al 10% anual desde 1992, generando más divisas que las industrias del turismo y el petróleo de México.<sup>12</sup>

Como se mencionó anteriormente, los cambios más importantes de la IME en México están relacionados con la entrada en vigor del TLCAN. Muchas dudas se plantearon sobre la vigencia y la viabilidad del programa de maquila ante este acontecimiento. En cuanto a la vigencia, el programa se rige mediante una serie de decretos presidenciales de duración indefinida, y debe atenerse a la ley aduanera. Generalmente, las compañías maquiladoras son 100% propiedad de sus casas matrices extranjeras. Mientras no hayan concluido las etapas de desgravación del Tratado, el programa maquilador seguirá atrayendo la inversión de grandes corporativos, especialmente estadounidenses. (Buitelaar *et al.*, 1999) Esta situación parece no haber cambiado en los primeros tres años del siglo XXI, así el modelo maquilador parece mantenerse sin mayores modificaciones.

Para algunos estudiosos de la IME su desempeño actual no obedece al movimiento del tipo de cambio como se ha dicho, la competitividad no está sustentada en la paridad, sino en la creciente productividad del personal que labora en la IME. Esta productividad en el personal ha provocado que el incremento del ingreso real en esta industria se ubique por encima de la inflación. Además, el costo de la mano de obra tampoco parece ser un factor que influya de manera importante en las decisiones de ubicación y permanencia de las plantas maquiladoras en el país.<sup>13</sup> Lo anterior, se puede constatar a través de las estadísticas relacionadas con este indicador, así el costo promedio del salario (en dólares) se incrementó en 38.3% en el periodo 1995-2000 al pasar de 1.69 a 2.74 dólares la hora. Durante este mismo periodo 1995-2000 la IME mostró un gran desempeño pues el número de establecimientos alcanzó la cifra de 3,703 y el de empleados 1,308,000 al final del mencionado periodo. Esta situación contrasta con la que tuvo lugar en el periodo 2000-2003, pues el costo promedio del salario sólo creció 1.4%, mientras que la IME experimentó una prolongada contracción de su actividad al registrar la presencia de tan sólo 2,838 establecimientos y 1,055,383 trabajadores al año 2003. (Palencia y Ángeles, 2003a)

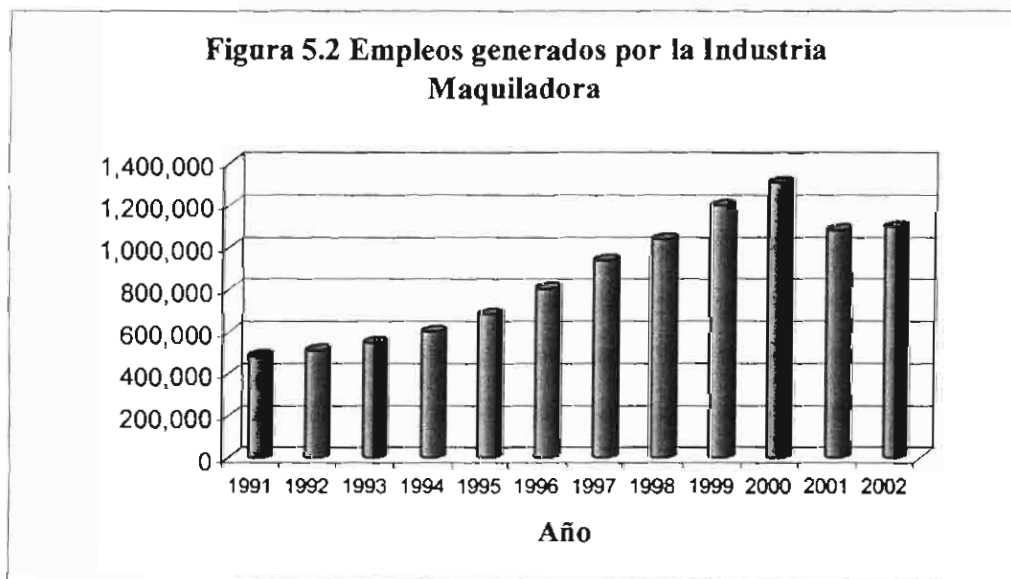
---

<sup>12</sup> Página web: <http://www.maquilaportal.com/> Maquila overview (2003)

<sup>13</sup> Esto concuerda con lo presentado en la sección anterior, donde se habla de las razones para abandonar a México.

En el año 2002, a pesar de que fue un año difícil, el valor agregado por las maquiladoras sumó 18,744 millones de dólares (mdd), ya que importaron insumos por 59,296 mdd y regresaron bienes terminados con un valor de 78,040 mdd. Sólo en el primer trimestre del año 2003 el valor agregado por las maquiladoras fue de 4,564 mdd. Esos datos demuestran que la maquila y, por extensión la manufactura en general, son actividades fundamentales para la economía mexicana.<sup>14</sup>

En la figura 5.2 se muestra como ha sido el crecimiento en el número de empleos generados por la IME desde 1991 hasta octubre de 2002.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

El empleo creado por las maquiladoras ha evolucionado de modo dinámico, pero 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% con repercusiones secundarias pobres. Este es un problema de índole general ya que el conjunto del sector exportador apenas explica el 6.5% del empleo nacional. (Mattar, Moreno-Brid y Peres, 2002)

En la Tabla 5.1 se presenta el número de trabajadores de la IME frente al total de trabajadores de la Industria de la transformación, para los años 1994 y 2003.

<sup>14</sup> Tomado de [http://www.manufacturaweb.com/pmfriend.asp?clave\\_id=98\\_23](http://www.manufacturaweb.com/pmfriend.asp?clave_id=98_23), 2003, Castillo, A.

**Tabla 5.1 El empleo en la IME en México**

Concepto	1994	2003
Trabajadores Industria de la Transformación (IT)	2,956,000	3,739,000
Trabajadores IME	600,585	1,055,383
Relación Trabajadores IME/ trabajadores IT	20.31%	28.23%

Fuente: Palencia y Ángeles (2003b), con datos del INEGI.

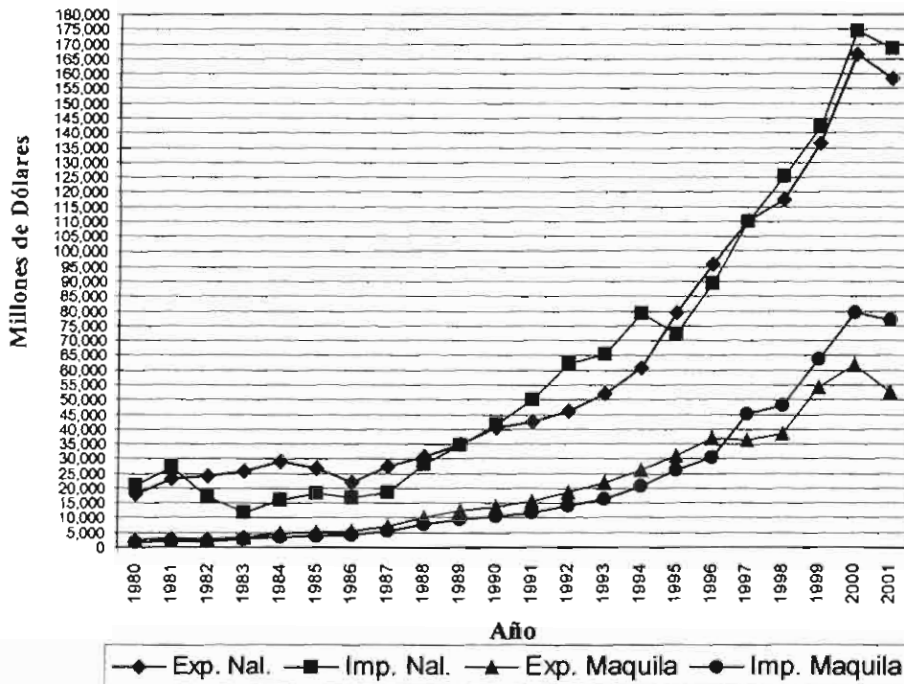
A pesar de las fluctuaciones que se han presentado en el empleo proporcionado por la IME en México, en el período 1994 al 2003, en la tabla 5.1 se muestra el incremento que ha logrado la IME en cuanto a su participación en el empleo del total de la Industria de la transformación, pasando de 20.31% en 1994 a 28.23% en el año 2003.

Los salarios en la IME en promedio equivalen a un 62% de la manufactura mexicana (Rendón y Salas, 2000) aunque esta brecha es menor en las ciudades fronterizas donde las remuneraciones son aproximadamente un 20% más altas que en el resto del país. La brecha entre los sueldos medios de los empleados es menor, ya que los de la maquiladora representaban en 1999 el 88% de los de la manufactura. Ello significa que las diferencias entre los gerentes y los trabajadores directos son mayores en la IME que en la manufactura.

Las exportaciones de la IME, por su parte, tienen un peso mayor al resto de las actividades económicas. Las exportaciones de la IME, como proporción de las exportaciones totales, aumentaron del 14% en 1980 a 48.5% en el año 2001. Una tendencia similar mostraron las importaciones de la IME, ya que aumentaron de 8.3% en 1980 a 34.2% en 2001, respecto de las importaciones totales.

En la figura 5.3 se muestra la evolución de las exportaciones e importaciones de la IME respecto del total nacional. Como se observa en esta figura, la IME ha jugado un papel muy importante dentro de la economía mexicana, posicionándose cada vez mejor a partir de una década atrás.

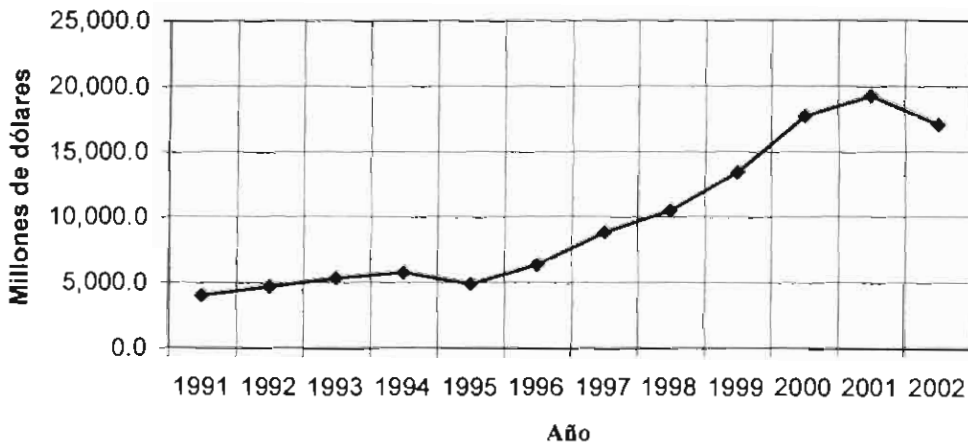
**Figura 5.3 Exportaciones e Importaciones Total Nal. vs. Industria Maquiladora**



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI (2002)

Asimismo, en la figura 5.4 se muestra el comportamiento de la Balanza Comercial de la IME en México.

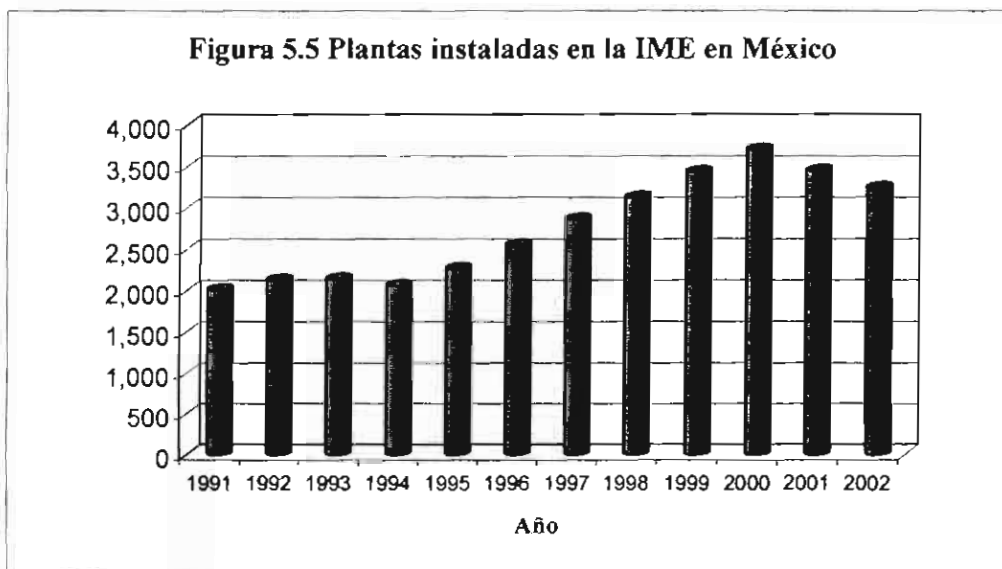
**Figura 5.4 Balanza Comercial de la Industria Maquiladora**



Fuente: Elaborado por el CNIME con datos del INEGI.

Como se observa, la balanza comercial de la IME ha tenido un comportamiento positivo, que ha repercutido de manera importante en el comportamiento de la balanza comercial total en México, especialmente a partir del año 1996.

En la década de los ochenta la IME mostró una transformación importante, ya que se dio una mezcla de fases intensivas en capital dentro de los procesos y fases que seguían siendo intensivas en trabajo. De esta situación emerge un nuevo tipo de maquiladora caracterizado por una alta productividad y con uso de una mayor tecnología de proceso. Lara (1998) Esto se ha reflejado en la instalación de nuevas plantas de empresas multinacionales y globales bajo el régimen maquilador en el país, tal como se muestra en la figura 5.5, aumentando así su contribución al crecimiento y productividad del país.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Aunque la IME se ha diversificado a lo largo del país, su concentración es clara en la frontera norte de México. La actividad de la IME inició con 12 establecimientos<sup>15</sup> y empleó a 3,107 trabajadores en las ciudades fronterizas, para el año 1970, el número de

<sup>15</sup> Para la Estadística Mensual de la IME 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).

establecimientos creció a 120 y el empleo a 20,327 trabajadores. (Pérez Llanas y Cámara, 2000) El crecimiento en términos de establecimientos y empleo no ha cesado, en 1995, de los 2,130 establecimientos, el 67.88% se concentró en los municipios fronterizos,<sup>16</sup> el resto en el interior del país. Para el año 2003, el número de establecimientos fue de 2,838 y la concentración de municipios fronterizos disminuyó a 59.83%. (Palencia y Ángeles, 2003a) Si bien hay un proceso de re-localización, la frontera norte de México continua siendo la región más importante para la IME.

Es importante destacar que por primera vez en la historia de la IME, en la década de los noventa, se registraron tasas de crecimiento negativas. Después de un acelerado crecimiento de 138.7% entre 1982 y 1988, en términos acumulados, el crecimiento en el número de plantas instaladas en México se desaceleró a una tasa acumulada de 49.4% en los sexenios de Salinas y de Zedillo. A pesar de que en el gobierno de Zedillo no se hizo nada por promover la IME, ésta repuntó a un ritmo de 72.2% gracias a la devaluación y al TLC.<sup>17</sup>

Para los años 2001 y 2002 prácticamente se ha conservado el número de maquiladoras en el país y se han aumentado las exportaciones, las cuales para el año 2002, sumaron 78,098 millones de dólares; sin embargo, esto no se ha reflejado en el incremento de empleos. Ruiz (2003) comenta que durante estos dos años salieron del país muchas empresas en busca de mano de obra más barata, pero llegaron otras. Así, para la subsecretaria de Industria y Comercio de la Secretaría de Economía: “las maquiladoras nuevas son menos intensivas en mano de obra con respecto a las que salieron de territorio azteca.”

#### **5.1.4 La IME y el sector de equipo de transporte**

El sector de equipo de transporte, dentro de la IME, representa la segunda fuente generadora de divisas, después del sector eléctrico-electrónico, al participar con alrededor de 20.0% de las exportaciones. Es conveniente señalar que ello se debe a que la mayor parte de la producción de vehículos, camiones, y autopartes en México se destina al mercado externo, esencialmente al de los EEUU. Por esta razón, una parte importante de

<sup>16</sup> Los principales municipios fronterizos son Tijuana, Ciudad Juárez, Mexicali, Matamoros, Nogales y Reynosa. En Monterrey se ubican parte de estos establecimientos.

<sup>17</sup> Página web: <http://www.manufacturaweb.com> (2003)

las empresas del sector de equipo y transporte se localizan en los estados fronterizos de México, aunque estados como Puebla, Estado de México, Guanajuato y el Distrito Federal albergan también a una cantidad significativa de estas empresas. Así, este sector contaba, a junio de 2003, con 572 empresas de las cuales 253 eran maquiladoras y empleaban a 233,716 personas; y 367 eran estadounidenses. (Palencia y Ángeles, 2003b)

En la década de los setenta el atractivo más importante para estas empresas del sector de equipo y transporte fue la mano de obra barata y abundante, ya que muchos de sus procesos eran intensivos en esta variable. Se tenían procesos de ensamble tradicional como los que se utilizaban para los arneses (cableados eléctricos). Posteriormente se construyeron plantas de manufactura para la producción de radiadores, mofles y partes para el motor (como los solenoides), con tecnología avanzada y a través de la utilización de prácticas del sistema JAT/CTC<sup>18</sup> Para el año 1994, ya se tenían empresas que producían diferentes tipos de productos: i) sistema eléctrico, ii) sistema de enfriamiento, iii) motores y sus partes, iv) transmisión, suspensión, dirección y embrague, v) frenos y sus partes, vi) accesorios, vii) estampados y sus partes, viii) vidrios y ix) alfombras, asientos y sus partes. (Carrillo y Ramírez, 1997)

La gran mayoría de las empresas maquiladoras (sean subsidiarias o no de las “Big 3”) surten a las empresas de “equipos originales”, esto es, venden, y en muchos casos entregan directamente a las ensambladoras de GM, Ford o Chrysler, establecidas en diversos lugares de los EEUU. El resto de estas empresas maquiladoras exportan directamente al consumidor final. En relación con los proveedores nacionales de autopartes, particularmente las grandes empresas proveedoras, suministran directamente a las ensambladoras ya sea dentro de México o en el exterior. (Carrillo y Ramírez, 1997)

Durante el periodo 1993-2001, aproximadamente el 22.4% del valor total de las mercancías exportadas a EEUU se condensó en 4 grandes grupos de productos correspondientes al sector de equipo de transporte.<sup>19</sup> Lo anterior, fue resultado del incremento promedio anual

---

<sup>18</sup> Al igual que el JAT, el CTC (control total de la calidad) hace énfasis en la prevención de defectos pero de una manera distinta, es decir corrigiendo desde su origen cualquier problema de calidad de acuerdo con varias categorías organizacionales y técnicas. La combinación del JAT/CTC es necesaria para asegurar mejores niveles de calidad a menores costos. (Schonberger, 1982)

<sup>19</sup> Estos 4 grandes grupos de productos son: Automóviles, Camiones, Motores y autopartes, y Asientos.

del 23.1% que mostraron los vehículos automotores y sus partes contra sólo 16.0% del total de las mercancías exportadas por México. Es importante señalar que la participación de la IME en el sector de equipo de transporte ascendió en ese periodo a 27.6% del total. En el año 2001, específicamente, representó el 28.1% del total exportado a EEUU, siendo los motores, autopartes y accesorios con un 20.4% los de mayor contribución. En el año 2002, contrario a lo que sucedió con el sector eléctrico-electrónico, la participación de la maquiladora en las exportaciones del sector equipo de transporte aumentó a 31.7%, y en el periodo enero-junio de 2003 a 33.5%. (Palencia y Ángeles, 2003b)

México alcanzó un importante avance en su posición competitiva en el año 2001, ya que se ubicó como uno de los grandes proveedores para el sector equipo de transporte estadounidense. Así, México fue prácticamente el único ganador a costa de las pérdidas de Canadá y Japón como proveedores del mercado estadounidense, debido a que incrementó su participación a 41.7% en camiones, a 43.1% en autopartes y a 33.2% en asientos.

Entre los años 2002 y 2003, la desaceleración de la economía estadounidense y la creciente competencia de países como China, afectaron de manera importante el dinamismo de las exportaciones maquiladoras mexicanas, por ejemplo en motores se pasó de 17.0% en 2001 a 16.2% en el primer semestre del año 2003. México registró ganancias en la participación en las importaciones de EEUU frente a sus competidores en autopartes pasando de 17.5% en el año 2001 a 17.9% en el año 2003 y en asientos de 31.4% en 2001 a 33.9% en 2003. En asientos, China continúa aumentando su participación, pero México la incrementa en la misma proporción, lo cual hasta ahora le ha permitido mantenerse como proveedor, no así en autopartes donde a pesar de todo ha sido desplazado por China. (Palencia y Ángeles, 2003b)

Si se observa el sector de equipo de transporte como un todo, se destaca el caso de los automóviles que redujo su participación de 13.4% en 2001 a 10% al año 2003, y el de camiones, donde México ha obtenido ganancias a costa de desplazar a proveedores menores.



## 5.2 El Sector Automotriz

“En el siglo XX el sector automotriz tuvo un papel muy relevante en el avance de la industrialización de muchos países. Esta relevancia reside en el hecho de que este sector ha sido pionero en la creación de innovaciones que transformaron radicalmente la organización del proceso de fabricación manufacturera. Tales innovaciones fueron adoptadas en mayor o menor grado por otros sectores y pasaron a transformar la industria manufacturera en su conjunto, incrementando la productividad laboral y el desarrollo industrial de manera significativa.” (CEPAL, 1998)

A continuación se describen algunos aspectos que sintetizan la evolución de este sector y sus principales aportes al desarrollo industrial y económico a escala mundial. Asimismo, en esta sección se analiza brevemente la industria de autopartes.

### 5.2.1 Antecedentes y cambio tecnológico en el sector automotriz

El sector automotriz ha sido considerado en el ámbito mundial como un sector piloto desde principios del siglo XX. Es definido por algunos como “ámbito tradicional donde la revolución de los procesos organizacionales y productivos toman su primer impulso para después difundirse a las demás actividades económicas.” (Maldonado, 1995) De ahí que se le considere como un sector líder en la dinámica productiva, a partir la implantación de la producción en masa con el llamado modelo de producción flexible.<sup>20</sup>

En el contexto de la evolución del sector automotriz concurren dos episodios que ejercieron una gran influencia en el desarrollo económico e industrial a escala mundial. El primer episodio está relacionado con la utilización de la banda móvil o línea de ensamblaje de vehículos automotores en los EEUU, a principios del siglo XX. Esta innovación hizo posible que la empresa Ford cambiara la forma tradicional de hacer los vehículos, reduciendo al mínimo los elementos artesanales que le fueron propios por mucho tiempo y le permitió consolidar esta actividad como un proceso de fabricación masiva de

---

<sup>20</sup> Flexibilidad es la capacidad de producir una amplia y cambiante gama de productos sobre pedido (*customized*), usando maquinaria reprogramable flexible y trabajadores multicalificados y multicapacitados. (Sayer, 1986) Un proceso de producción flexible es aquel proceso que tiene a la flexibilidad como su máxima prioridad estratégica.

productos estandarizados. Las externalidades derivadas de las economías de escala<sup>21</sup> y su impacto en la reducción de los costos unitarios y en el aumento de volúmenes de producción, colocó a la Ford en una posición de vanguardia a escala mundial. (Womack y otros, 1990)

Este sistema de ensamblaje fue copiado y mejorado por empresas como GM, que hicieron posible mejorar el área de organización del proceso de trabajo ajustándolo a la producción en serie, y convertir este sistema en la forma predominante para la producción de automóviles por los siguientes 50 años.<sup>22</sup> Durante este período, se consolidaron dos de las variables esenciales para competir en el sector automotriz: los costos y los altos volúmenes de producción de bienes escasamente diferenciados.

El segundo episodio en la evolución del sector automotriz está vinculado con el desarrollo del Sistema Toyota o de producción ajustada, también denominado *lean production*, que tuvo lugar en Japón, después de la Segunda Guerra Mundial. Este sistema proponía una forma diferente de organizar la producción de vehículos, considerando las diferencias en cuanto a la estructura del mercado y la dotación de recursos entre Japón y EEUU. Así, la empresa japonesa Toyota con la implantación de este sistema elevó su productividad en el sector automotriz japonés, e hizo posible que este sector se convirtiera en un importante actor en el mercado mundial. Con este nuevo esquema internacional las empresas que tradicionalmente había liderado a escala mundial el sector automotriz, se vieron obligadas a redefinir sus estrategias globales de inversión, producción y comercio.

En el recuadro 5.1 se presenta una síntesis de los principales aspectos que considera el Sistema Toyota y que lo hace diferente al Fordismo.

---

<sup>21</sup> Las economías de escala existen cuando el costo de producción de un simple producto decrece con el número de unidades producidas; a diferencia las economías de alcance son externalidades ahorradoras de costos entre líneas de productos (por ejemplo, la producción del bien A reduce el costo de producción del bien B) (Tirole, 1992)

<sup>22</sup> Es importante anotar que este sistema fue adoptado por la industria manufacturera en general.

### Recuadro 5.1 Sistema Toyota o de producción ajustada

“El proceso de fabricación propuesto con arreglo al “Sistema Toyota” se basó, entre otros, en tres elementos básicos. 1) La *organización flexible*, que cubre varios aspectos. Por el lado del trabajador, implica que debe impartírsele una capacitación múltiple a fin de que pueda ejecutar diversas tareas tanto en relación con la fabricación como con la supervisión y el control de calidad. Por el lado de los bienes de capital, significa que en la planta se puedan manufacturar de manera rentable lotes de producción de un volumen relativamente bajo y modificar rápidamente varias características del producto final para responder a cambios súbitos de la demanda. Con ello, el “Sistema Toyota” permite satisfacer en mejor forma las exigencias de nichos de mercado diferenciados, adecuando el vehículo en sus detalles de terminación a las necesidades de distintos consumidores. De esta manera, la producción responde a las preferencias de los consumidores, a diferencia del “Sistema Fordista” que estaba basado en el consumo masificado, impuesto al mercado por la necesidad de incrementar las economías de escala. 2) El énfasis en la prevención *total de defectos*, como resultado de la tradicional búsqueda de la eliminación de los costos innecesarios. En contraposición con el concepto de control de calidad basado en la detección de errores en la etapa final de fabricación, el “Sistema Toyota” busca erradicar en el origen toda posibilidad de generación de imperfecciones, de períodos de inactividad y de interrupciones en el uso de la capacidad instalada. Gracias a esta concepción disminuyó de manera drástica la proporción de unidades defectuosas en la producción y se redujeron aún más los costos de operación. 3) La *concepción integral del proceso de fabricación*, visto como un compromiso de mediano y largo plazo entre la industria terminal, sus empleados, los proveedores y distribuidores para generar valor agregado a lo largo de toda la cadena productiva. Tal compromiso enfatiza la labor en equipo y una menor jerarquización de la organización. Este esfuerzo colectivo conjuntamente con una comunicación mejor y más fluida entre los participantes, permite detectar y eliminar rápidamente las fuentes potenciales de ineficiencias en todas las fases de producción. Asimismo, permitió establecer relaciones de largo plazo entre productores, proveedores y distribuidores, y bajar enormemente los costos de transacción inherentes a las relaciones comerciales de corto plazo. Estas alianzas incluyen, por ejemplo, programas de compra con horizontes temporales extendidos por varios años y corresponsabilidad en el diseño de piezas, modelos y métodos para mejorar la calidad o reducir los costos. Al fomentar las relaciones de largo plazo entre proveedores y productores de la industria terminal, se dio mayor espacio e impulso al desarrollo de proveedores y a la subcontratación externa (*outsourcing*) en contraposición con el patrón de integración vertical que desarrollaron las grandes armadoras de vehículos en Estados Unidos. Asimismo, se introdujeron nuevas técnicas de inventario, que se basaban en un acuerdo con los proveedores para el suministro de insumos y materias primas en los momentos precisos y en las proporciones exactas en que serían requeridos en las distintas fases de producción de vehículos. Tal práctica de administración de inventarios pasó a conocerse como producción sincronizada a la demanda (*just in time*).”

Fuente: CEPAL (1998).

El Sistema Toyota se convirtió en el elemento más importante de la estrategia del sector automotriz japonés para penetrar los mercados mundiales. Aunado a lo anterior, las bruscas alzas del precio internacional del petróleo a mediados de los años setenta, hizo posible que los consumidores de la OCDE<sup>23</sup> decidieran comprar automóviles económicos y más eficientes en el uso de energía, condiciones que ofrecía el sector automotriz de Japón.

Con la aplicación del Sistema Toyota y la experiencia acumulada en la producción para el mercado local, las armadoras japonesas consiguieron una ventaja competitiva que las convirtió en importantes agentes en el sector automotriz internacional, dando origen a lo

<sup>23</sup> Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.

que sería conocido como el desafío japonés. (Mortimore, 1998a) Así, surge una nueva estructura competitiva que redefinió la matriz mundial de competencia en este sector y que se hizo evidente con la creciente participación de Japón en el comercio internacional de vehículos automotores y las grandes inversiones extranjeras directas (IED) de las empresas japonesas en diferentes regiones del mundo. Estas inversiones hicieron posible que las principales empresas del sector automotriz, crearan redes internacionales de producción que incluyeron a países en vías de desarrollo al núcleo central de productores de vehículos automotores y autopartes.

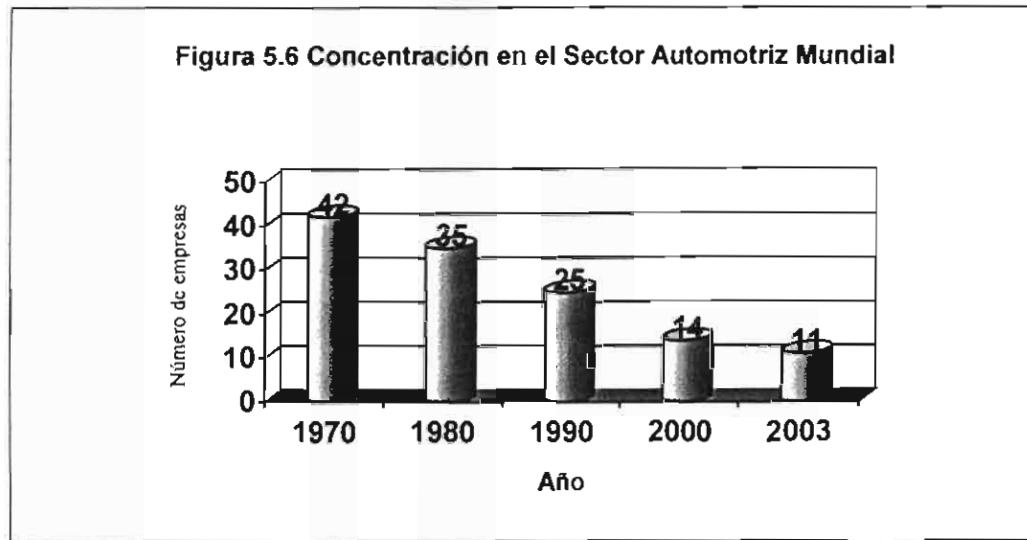
En este contexto, las empresas automotrices de la OCDE se vieron forzadas a reaccionar al desafío japonés y a rediseñar sus estrategias competitivas de largo plazo. Se inició una reestructuración global de la capacidad de producción de vehículos, que llevó al desmantelamiento de plantas de ensamblaje de empresas norteamericanas y europeas, dentro y fuera de los países de la OCDE, y, simultáneamente, se emprendió la construcción de nuevas instalaciones. Estas decisiones hicieron posible reubicar la producción de vehículos en regiones de bajo costo laboral y eficiencia potencial, incorporando algunos elementos del “Sistema Toyota” en sus procesos de fabricación.

Las inversiones previas y las mejoras de la productividad aumentaron la capacidad de producción, lo que hizo posible una intensa competencia, especialmente en los precios. Este comportamiento originó varias reacciones, una de ellas fue la fusión entre empresas pequeñas o con empresas de mayor tamaño, para alcanzar economías de escala y cobertura (*scale and scope*) que les permitiera sobrevivir (BMW y Rover, Daimler-Benz y Chrysler y Rolls Royce y Volkswagen). Otra reacción está relacionada con empresas que realizaron inversiones para fortalecer y ampliar su presencia en los mercados subregionales. Así, en 1996, las dificultades de la producción automotriz terminal en Europa fueron evidentes, ya que los gobiernos de Francia e Italia tuvieron que apoyar indirectamente a sus empresas terminales nacionales, a través de subsidios a los consumidores para inducirlos a anticipar la renovación de sus vehículos.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Tomado de la revista *The Economist* (1997)

Como se ha podido observar a lo largo de este apartado, Japón y otros países asiáticos han profundizado la globalización del sector automotriz y han estimulado la competencia en los principales mercados mundiales a partir del aumento de las importaciones y los flujos de IED para producir localmente, originando una nueva dinámica al sector. Asimismo, esta dinámica ha llevado a una mayor concentración del mercado automotriz en pocas empresas ensambladoras, tal como se muestra en la figura 5.6. Estas ensambladoras son: General Motors (GM), Ford, Toyota, Volkswagen, Daimler-Chrysler, PSA-Peugeot-Citroen, Honda, Renault-Nissan, Fiat, BMW, y Porsche. (Liedtke, 2003)



Fuente: Liedtke-Bosch (2003)

### 5.2.2 Etapas de producción en el sector automotriz<sup>25</sup>

Como se dijo anteriormente, el sector automotriz ha sido muy dinámico desde sus inicios de ahí que se hayan dado cambios significativos en todas las etapas que componen su proceso de producción. Estos cambios se reflejan desde la etapa de diseño, pasando por la organización y la administración, el ensamble y la manufactura hasta la proveeduría de componentes. Una variable importante en estos cambios ha sido el tiempo de duración de las etapas de desarrollo de un automóvil. Estas etapas se han reducido considerablemente y es así como a principios de los noventa el tiempo entre el diseño del automóvil y la introducción al mercado era aproximadamente de siete años. Asimismo, la ensambladora producía un mismo automóvil con pequeñas modificaciones por un período mínimo de quince años.

<sup>25</sup> Este apartado fue tomado de Vázquez (2000)

En este contexto, se puede decir que la disminución del tiempo en las etapas de desarrollo,<sup>26</sup> así como el tamaño óptimo de una planta productora de automóviles<sup>27</sup> se han visto afectadas, debido a la intensa competencia entre ensambladoras que se da a escala mundial. Es así como las primeras cinco empresas ensambladoras en el mundo invierten aproximadamente 1.5 billones de dólares, aunado a grandes costos de operación con el fin de introducir un modelo nuevo de automóvil en el mercado. Lo anterior hace que los costos surjan como un elemento clave en la producción en masa, ya que se hace necesario amortizar esta inversión durante un período importante de tiempo.

La etapa de diseño es clave en el proceso de cuantificación de los costos, debido a que el 60% de los costos de producción son definidos en esta etapa, al 40% restante se le hacen ajustes marginales con el fin de reducirlos. Después que se ha diseñado el automóvil,<sup>28</sup> cualquier modificación mayor al producto o al proceso dará origen a grandes costos y retrasos, de ahí que el diseño y la ingeniería de producción estén fuertemente integrados. A este trabajo en conjunto se le denomina ingeniería concurrente, la cual utiliza como herramienta básica el diseño por computadora.

Paralelo al desarrollo de la etapa de diseño se han desarrollado al nivel del proceso líneas de producción flexible. Estas líneas de producción hacen posible manufacturar y ensamblar automóviles de modelos diferentes con pocas modificaciones en la línea, las cuales generalmente tienen una alta robotización y automatización.<sup>29</sup> Aunado a las líneas de producción flexible también se utilizan sistemas de sub-ensamblaje (secuenciadoras) en lugar de ensamblar los componentes individuales y se utiliza con mayor asiduidad el

---

<sup>26</sup> Esta disminución ha sido favorecida por las nuevas capacidades tecnológicas como el diseño y la manufactura asistido por computadora (CAD/CAM). Con base en esto, el tiempo transcurrido entre el diseño y la introducción al mercado de un nuevo automóvil se ha reducido a un rango de 4 a 6 años (3 a 5 años en Japón), asimismo, el tiempo de vida de este automóvil en el mercado difícilmente excede de 6 a 7 años. Un caso interesante se presenta con la ensambladora Honda, la cual tiene la capacidad de diseñar nuevos modelos e introducirlos al mercado en 24 meses. Esto hace pensar que el esfuerzo por reducir las etapas de desarrollo de los automóviles aún continúa.

<sup>27</sup> Este tamaño era de 250,000 automóviles por año con un alto nivel de automatización y de especialización de labores.

<sup>28</sup> Esto significa que se ha definido la arquitectura de producción, la distribución de la planta (*layout*), la logística y la tecnología.

<sup>29</sup> Los robots y las plantas altamente automatizadas son utilizados por la mayoría de los países incluyendo los países en desarrollo. En este sentido vale la pena destacar que los robots ya no son percibidos como la cura de todos los problemas de calidad y productividad, así, el grado de robotización continuará creciendo pero a un ritmo mucho menor.

plástico. Además, la utilización de técnicas administrativas novedosas hace posible mayor flexibilidad y control, pero al mismo tiempo da una mejor participación a los empleados en la toma de decisiones a cualquier nivel.

### 5.2.3 Suministro de componentes

El suministro de componentes es considerado como una de las variables más importantes para las ensambladoras de automóviles. Lo anterior, está relacionado estrechamente con la competitividad y por ende con la reducción de costos, el volumen de producción y la calidad, especialmente desde los ochenta cuando los japoneses se convirtieron en los líderes a partir de un nuevo concepto en logística. Esta logística está relacionada con cuatro partes que se complementan estrechamente: el justo a tiempo,<sup>30</sup> los proveedores únicos, la sub-contratación (o *outsourcing*) y el control de calidad.

Mediante la aplicación eficiente del sistema Justo a Tiempo se logra mantener bajos niveles de inventarios, y por lo tanto, bajos costos de almacenamiento, un efectivo flujo de materiales, bajos niveles de desperdicios y contribuye a mantener un esquema de producción flexible. Así, los proveedores llevan producto a la línea de ensamble hasta seis veces por día, sin inspección y virtualmente sin área de almacenaje.

A partir de la década de los ochenta, se ha dado un significativo decremento de los proveedores primarios y se ha dado paso a una nueva figura como es la de proveedores únicos.<sup>31</sup> Las ventajas principales para las ensambladoras de tener pocos proveedores consisten en tener mayor eficiencia logística, garantizar el aseguramiento de la calidad y manejar economías de escala al nivel de proveedores. Las ensambladoras utilizan la figura de la sub-contratación o *outsourcing* como parte de su estrategia competitiva. La sub-contratación en los componentes ha aumentado substancialmente ya que permite a las ensambladoras de automóviles aumentar la flexibilidad y disminuir los costos. (Vázquez, 2000)

---

<sup>30</sup> El justo a tiempo (JAT) consiste en “producir y entregar bienes para ser vendidos justo a tiempo, partes de subensamble para ser ensamblados justo a tiempo en los productos finales, partes fabricadas justo a tiempo para ser ensambladas y materiales comprados para ser transformados justo a tiempo en partes fabricadas” (Schonberger, 1982)

<sup>31</sup> Por ejemplo, Ford en 1985 contaba con 20,000 proveedores y para 1989 solo tenía 6,000. Esta tendencia se agudizó en la década de los noventa, haciendo más concentrada la proveeduría para el sector automotriz.

En este contexto, para el año 2000, el 30% de la producción de componentes en el Japón estaba dentro de la ensambladora, mientras que en Europa y EEUU era cerca del 40%, a excepción de GM que concentra el 50% de la producción dentro de sus plantas. Esta ensambladora decidió reestructurar y fortalecer su producción subsidiaria de componentes, y así mantener su suministro de partes dentro de su planta ensambladora. (Vázquez, 2000) Lo anterior, obedece a la relativa escasez de productores de componentes de calidad en los países en desarrollo (PED), donde se localizan algunas plantas ensambladoras. Esto hace pensar en que el desarrollo de una cadena de proveedores eficiente en los PED se presenta como una gran oportunidad para la exitosa evolución de una industria de autopartes local.

Así, la tendencia a un mayor *outsourcing* por parte de las empresas ensambladoras significa mayores ventas para las empresas que fabrican componentes para el sector automotriz. Lo anterior impacta de forma significativa a las empresas proveedoras de autopartes y, particularmente, a las áreas que tienen la responsabilidad del diseño, de la producción de sistemas de componentes y de control de calidad, con el fin de minimizar las posibles inspecciones y reducir los costos.<sup>32</sup>

En este sentido es importante considerar como se ha reestructurado la industria de componentes a escala global. El sector automotriz global al principio del siglo XXI se compone de diversos agentes tal como se observa en la tabla 5.2.

---

<sup>32</sup> En este objetivo ha tenido gran importancia el entrenamiento de los empleados en el concepto de cero-defectos, cambiando toda la organización e invirtiendo en sistemas de control estadístico de procesos. Este aumento en la utilización de controles estadísticos se constituye en un esfuerzo continuo por mejorar la calidad, en la administración de la compañía y en los sistemas de producción en las operaciones en todo el mundo. (Vázquez, 2000)



**Tabla 5.2 Requerimiento de capacidades en el sector automotriz global**

Agentes	Características
<b>Ensambladores</b>	Aumentan la escala de producción para cubrir los costos de diseño y calificación de los vehículos. Las capacidades de la innovación y de diseño siguen siendo críticas para incursionar en los nuevos mercados y para tener importantes ganancias mientras otras compañías dan el salto. Algunas compañías, como Ford, parecen creer que las capacidades medulares no están más en la calificación y las finanzas, de ahí que sean parte de la subcontratación de fabricación. Otros, tales como Toyota, mantienen un énfasis en la excelencia de la fabricación y la capacidad.
<b>Mega-proveedores globales (tier-0.5)</b>	Estas empresas proveen los principales sistemas a los ensambladores. Estos proveedores son a veces denominados como proveedores del "nivel 0,5", porque están más cerca a los ensambladores que los proveedores de primer nivel. Estas compañías necesitan tener cobertura global, para seguir a sus clientes en los diferentes sitios alrededor del mundo. Necesitan capacidades de diseño y de innovación para proporcionar la "caja negra" de soluciones para los requerimientos de sus clientes. Estas cajas negras de soluciones son creadas por los proveedores usando su propia tecnología para resolver el conjunto de requisitos de funcionamiento y de interfaces fijados por los ensambladores.
<b>Proveedores de primer nivel (tier-one)</b>	Estas son empresas que proveen a los ensambladores directamente. Algunos de estos proveedores se han desarrollado en mega-proveedores globales. Los proveedores de primer-nivel requieren capacidades de diseño y de innovación, pero su alcance global puede ser más limitado.
<b>Proveedores de segundo nivel (tier-two)</b>	Estas empresas trabajarán a menudo en los diseños proporcionados por los ensambladores o los mega-proveedores globales. Requieren habilidades de proceso-ingeniería para resolver los requerimientos de costos y flexibilidad. Además, deben tener la capacidad para resolver los requisitos de la calidad y obtener la certificación de calidad (ISO9000 y después QS9000), ya que es esencial para permanecer en el mercado. (Quadros, 2002) Estas empresas pueden proveer apenas un mercado, pero existe la tendencia de aumentar la internacionalización.
<b>Proveedores de tercer nivel (tier-three)</b>	Estas empresas proveen productos básicos. En la mayoría de los casos, solamente requieren habilidades de ingeniería rudimentarias. Un estudio de Leite (1997) sobre habilidades y entrenamiento en diversas partes de la cadena de valor automotriz en el Brasil demostró que en el tercer-nivel de la cadena de componentes, los niveles de habilidad y las inversiones en el entrenamiento eran limitados. En este punto de la cadena, las empresas compiten predominantemente con el precio.
<b>Mercado de accesorios</b>	Otro segmento importante de la cadena de valor automotriz es el mercado para las piezas de recambio. Muchas empresas en países en desarrollo primero se movieron a este mercado, antes que se desarrollaran los sectores locales de ensamble. Al 2003, existe un comercio internacional de productos en el mercado de accesorios. Las empresas en esta parte compiten predominantemente en precio. El acceso a materias primas más baratas y a habilidades de ingeniería de proceso es importante. La innovación no se requiere porque los diseños se copian de los componentes existentes, pero es importante tener la capacidad de hacer ingeniería de reversa y la habilidad para traducir diseños a dibujos detallados.

Fuente: Traducido de Humphrey y Memedovic (2003)

Los requisitos de capacidades para cada uno de estos agentes son distintos. Los ensambladores y los mega-proveedores necesitan capacidades globales de alcance de innovación y de diseño, así como recursos financieros considerables. En el segundo nivel (o

*tier-two*<sup>33</sup>), el alcance global no se requiere, aunque hay algunas tendencias hacia la internacionalización en este sector. Las capacidades necesarias en el tercer nivel (o *tier-three*), son mucho menores, pero las ganancias son mucho más bajas. Finalmente, la parte del mercado de accesorios ofrece una gran variedad a los clientes. El negocio es mucho más fragmentado y el acceso es más fácil. Sin embargo, este mercado es muy competitivo en precios. (Humphrey y Memedovic, 2003)

#### 5.2.4 El sector y la globalización de las empresas

La mayoría de las grandes empresas ensambladoras y proveedoras de componentes han adoptado una perspectiva global al definir sus estrategias. Estas empresas en su deseo de alcanzar mayores y mejores niveles de productividad y competitividad, han hecho del territorio una variable estratégica que conduce a la localización o relocalización de determinados procesos, configurando así una nueva lógica funcional del territorio. (Vieyra, 1999) Lo anterior, aunado a otras variables, ha hecho que la globalización del sector automotriz se manifieste en diferentes áreas, entre las cuales están:

- La Mercadotecnia: Ampliar los mercados y las ventas en el extranjero se constituyen en elementos importantes para la estrategia de algunas empresas. Lo anterior, ocurre en los casos donde las empresas se encuentran restringidas por mercados domésticos pequeños, por la competencia de otras empresas, por el tipo de cambio, entre otras. Así, las exportaciones entran a jugar un papel crucial y por lo tanto reciben especial atención en los planes estratégicos de muchas empresas. Lo anterior, se basa en que estas empresas ven en las exportaciones una muy importante fuente de ingresos, tal es el caso de productores de componentes japoneses y coreanos, pequeños productores especializados, etc.
- Los Suministros: La producción de suministros en lugares donde se tengan mayores beneficios en costos y con accesos adecuados de transporte, se constituye en otra variable clave para la globalización del sector automotriz. Esto es importante cuando se trabaja con el esquema justo a tiempo y cuando los productores de los componentes no

---

<sup>33</sup> En el sector automotriz se utiliza esta clasificación para identificar la cercanía de la relación entre proveedores de autopartes y las ensambladoras.

se encuentran en una zona geográfica cercana a la planta de producción. En este sentido, el avance en áreas del conocimiento como “nuevos materiales” juega un papel interesante, pues a través de ello se busca hacer materiales más ligeros y hasta reciclables, que facilitan el transporte y la consecución de los mismos en diferentes partes del mundo. Lo anterior, es clave para las empresas armadoras que cada vez introducen al mercado muchos y nuevos modelos de manera frecuente.

### **5.2.5 El Sector Automotriz en México**

El sector automotriz nacional está conformado por la industria terminal (ensambladoras) y la de componentes y autopartes (proveedoras). La industria terminal está integrada por 8 empresas establecidas en México que fabrican o realizan el ensamble final de los automóviles.<sup>34</sup> Cinco de estas empresas son de capital 100% extranjero: Daimler-Chrysler, Ford, GM, Nissan y Volkswagen, las cuales en 1999, concentraban el 99% de la fabricación de automóviles. (Vieyra, 1999) Para el 2003, se incluyen además de las anteriores ensambladoras a Toyota, Mercedes Benz, Honda y BMW. (Ruiz, 2003)

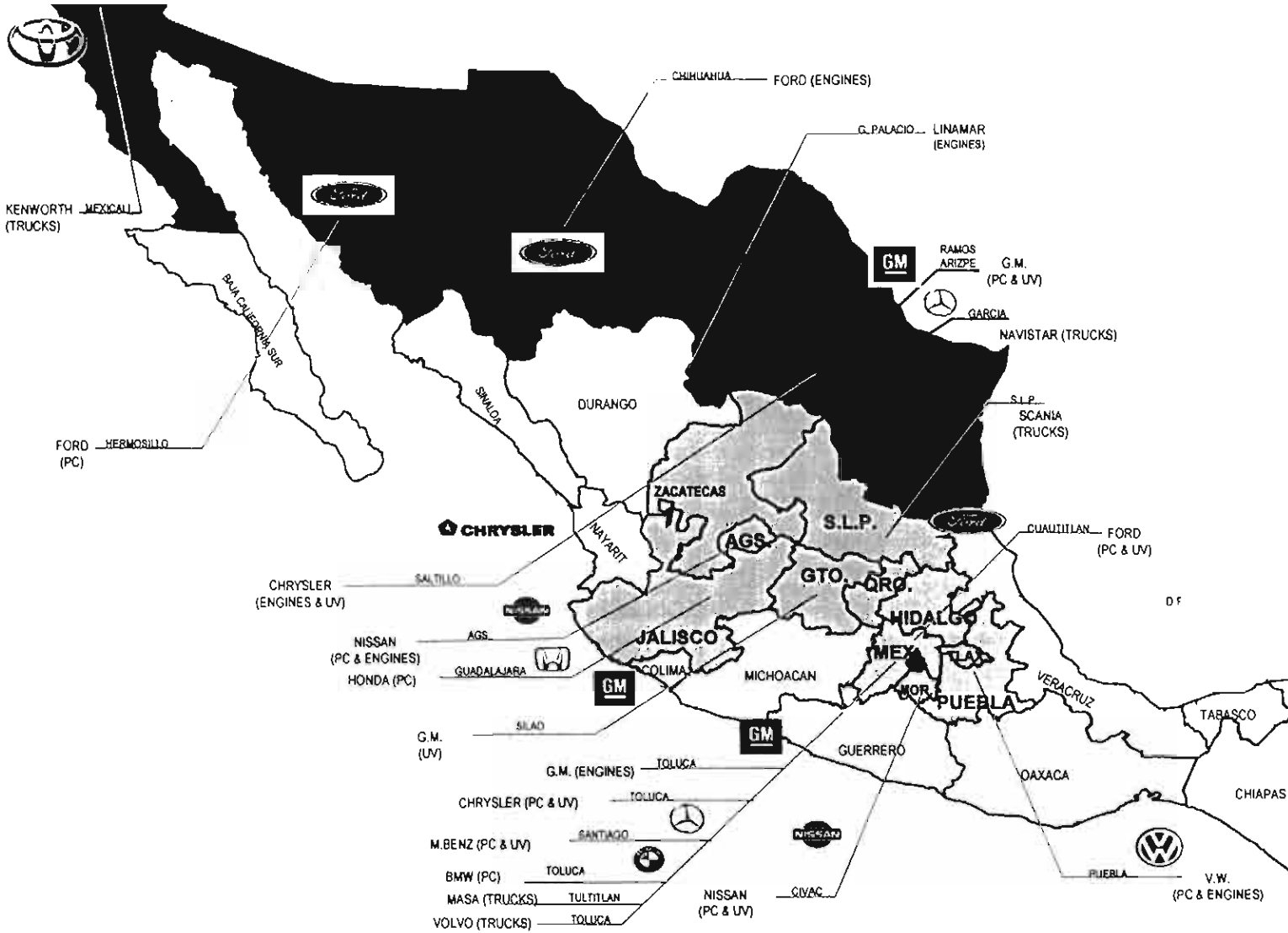
El mercado mexicano esta dominado por las tres grandes: GM, Ford y Daimler-Chrysler, que exportan la mayoría de los vehículos a EEUU y a Canadá. Asimismo, compañías como Honda, Nissan y las alemanas han escogido a México para la producción de grandes proyectos como lo es el “Beetle” para el mercado mundial. (Vázquez, 2000) En el grupo de fabricantes de camiones y autobuses están: Kenworth, Volvo, Scania, Mercedes Benz e International.

México contaba al 2003 con tres importantes clusters automotrices ubicados en el norte, centro y el Bajío. En la figura 5.7 se muestra cómo están distribuidas las ensambladoras en cada uno de estos clusters.

---

<sup>34</sup> Estas ensambladoras son: General Motors, Daimler-Chrysler, Ford, Nissan, Renault, Volkswagen, BMW y Honda.

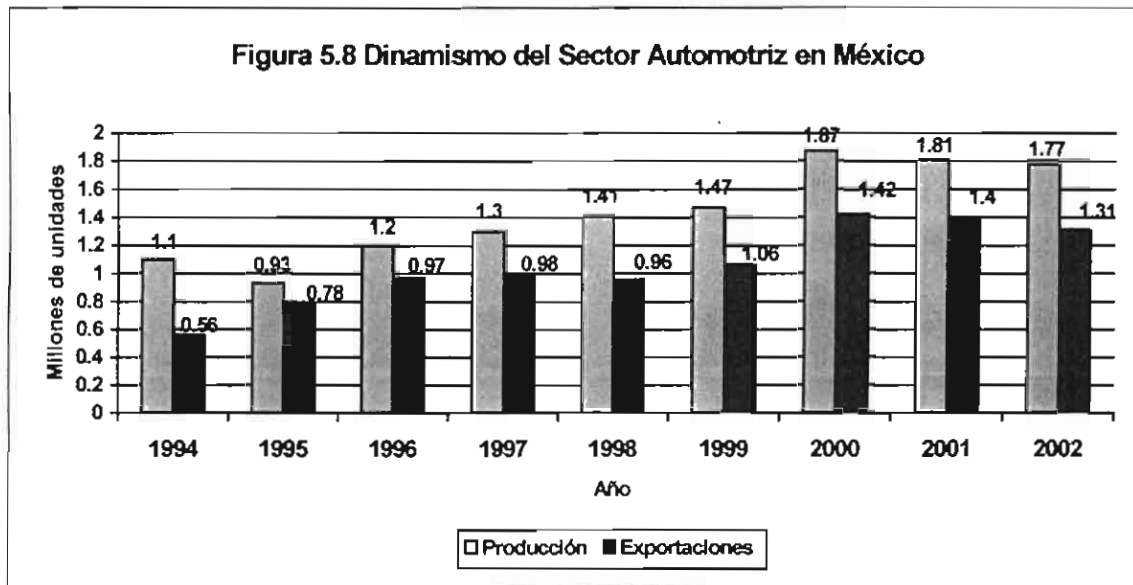
Figura 5.7 Empresas ensambladoras en México



Fuente: Ruiz, Secretaría de Economía de México (2003)

Estas ensambladoras seleccionaron a México porque les permitía cumplir con los siguientes objetivos estratégicos: i) la posibilidad de montar una base exportadora para penetrar con mayores ventajas y de manera competitiva en el mercado estadounidense; ii) el interés y la necesidad por reforzar su posición en el mercado nacional de México; iii) localizar un lugar en el cual se invierta sólo para producir y exportar. Así la decisión de localizar plantas productoras en México forma parte de un proyecto destinado a concentrar en este país operaciones que, a principios de la década de los noventa, eran enviadas a Brasil o Argentina.

El dinamismo productivo y de exportación del sector automotriz en México, en millones de unidades, se muestra en la figura 5.8. Entre 1994-2002 este sector tuvo una tasa de crecimiento promedio anual para la producción de 6.1% y para las exportaciones de 11.2%.



Fuente: Secretaría de Economía con información de AMIA (2003)

En 1994 el porcentaje de la producción dedicado al mercado interno fue de 47.4% y al mercado externo fue de 52.6%. Este porcentaje varió de manera significativa para el año 2002, ya que lo dedicado al mercado interno bajó al 25.6% y las exportaciones pasaron al 74.4%.

Asimismo, este dinamismo se puede observar en la tabla 5.3, en la cual se presentan algunos datos, en millones de dólares, que ejemplifican la importancia de este sector en México, frente a las exportaciones totales.

**Tabla 5.3 Algunos datos del sector automotriz en México**

Datos	2000	2002
Producción automotriz <sup>(*)</sup> en millones de dólares	47,143	45,756
Exportaciones automotrices <sup>(*)</sup> en millones de dólares	32,414	31,849
Exportaciones totales (mdd):	166,455	160,763
- Petróleo Crudo	16,383	14,476
- No petroleras	150,072	146,287
* Maquila	79,467	78,098
* Resto	70,605	68,189

Notas: <sup>(\*)</sup> Incluye la producción de la IME.

<sup>(\*)</sup> Incluye exportación de autopartes y vehículos.

mdd: millones de dólares

Fuente: INEGI, INA<sup>35</sup> con información de Banxico, Banco de México (2003)

Con base en la tabla 5.3 se puede decir que las exportaciones automotrices para el año 2002 representaron el 19.8% de las exportaciones totales y el 21.7% de las exportaciones no petroleras en México.

A ocho años del TLCAN, México tiene un sector automotriz con un relativo buen comportamiento en el ámbito internacional y al nivel nacional un poco más integrado. En este contexto, en la tabla 5.4 se observan los cambios que han sufrido algunas variables comparando el año de 1994 con el 2002.

**Tabla 5.4 Evolución de algunas variables del sector automotriz en México**

Datos	1994	2002	Variación (%)
Producción (millones de unidades)	1.10	1.77	60.9
Exportación (millones de unidades)	0.56	1.31	133.9
Mercado Interno (millones de unidades)	0.59	0.99	68.5
Valor Agregado Nacional (%)	41%	51%	10 puntos
Balanza Comercial (millones de dólares)	1,176	9,137	677

Fuente: Jasso, Secretaría de Economía (2003)

<sup>35</sup> INA: Industria Nacional de Autopartes

Como se observa en la tabla anterior, la evolución de todas las variables presentadas han sido positivas, lo que permite comprobar el buen comportamiento de este sector en México.

La importancia del sector automotriz para la economía mexicana se refleja en el ranking de las 10 empresas más exportadoras de México para el año 2002.<sup>36</sup> En este ranking las posiciones cuarta, quinta, sexta y séptima aparecen ocupadas por empresas del sector automotriz y de la industria de autopartes. “Estas empresas son GM, con ingresos superiores a los 7 mil millones de dólares, con más de 67 años de historia en México que dio un importante salto en el mercado a raíz de su incursión en el renglón de los autos compactos en 1994. En quinto lugar se encuentra Daimler-Chrysler, una empresa que reúne a marcas de reconocimiento mundial como Mercedes Benz, Dodge Chrysler, Jeep y Mitsubishi Motors, con ingresos del exterior por 6,767 millones de dólares, la sexta posición es para **Delphi Corporation**, el fabricante más grande de componentes automotrices a escala mundial con 4,268 mil millones de dólares, y le sigue Volkswagen de México, que en el 2004 celebrará sus 50 años de vida en México, con ingresos anuales del exterior por 4,200 millones de dólares. El sector automotriz sigue sorprendiendo a todos por su capacidad de crecer aun en entornos difíciles, gracias a su privilegiada ubicación geográfica, mano de obra calificada y a los acuerdos comerciales con EEUU, Canadá y la Unión Europea.”<sup>37</sup>

México en el año 2000 representaba el 14% de la importación de automóviles de EEUU, al año 2003 representó sólo el 10%, lo que le otorgó el cuarto lugar. Los países que le precedieron en este último año a México fueron Japón con el 28%, Canadá con 27% y Alemania con 17%.<sup>38</sup>

Según el estudio de *Merrill Lynch*, el sector automotriz es el más importante para las exportaciones mexicanas, pero ha perdido participación en el mercado de EEUU. Esta pérdida de participación de los automóviles fabricados en México es un reflejo de la alta concentración de la manufactura en las llamadas tres grandes (*Big 3*): GM, Daimler-Chrysler y Ford. Estas tres compañías han perdido mercado en los EEUU debido a

---

<sup>36</sup> Página web: <http://www.intermundo.com.mx/default.asp?id=8>, en su edición Hecho en México (2004)

<sup>37</sup> Página web: <http://www.intermundo.com.mx/default.asp?id=8>, en su edición Hecho en México (2004)

<sup>38</sup> Tomado de El Universal con datos del departamento de comercio de EEUU (2004)

problemas estructurales. En este sentido este estudio manifiesta: “Reiteramos que este es un sector en el que consideramos que México puede ser competitivo, dado que reúne las características necesarias par ser un destino de producción para las multinacionales que desean penetrar el mercado estadounidense: productos de altas especificaciones, cortos ciclos de inventarios y una amplia cadena de abastecimiento, que implica que los costos de producción pueden ser compensados con bajos costos de transporte.”<sup>39</sup>

Finalmente, parte del sustento de la competitividad de las empresas mexicanas, vale la pena destacar la marcada diferencia de los sueldos promedio de obreros en operaciones semejantes. Así, en EEUU el sueldo promedio es de 13.2 dólares /hora, en México 5.2 dólares /hora y en China 2.1 dólares /hora.<sup>40</sup>

#### **5.2.5.1 Importancia del sector automotriz en la industria manufacturera mexicana**

Como se mencionó anteriormente, el sector automotriz es uno de los sectores con mayor dinamismo en la actividad económica nacional mexicana, es uno de los sectores que ha tenido que adaptarse rápidamente al nuevo entorno económico de globalización y a una mayor competencia internacional, desarrollando nuevas estrategias de mercado. Adicionalmente, la firma de acuerdos comerciales con: Estados Unidos, Canadá, Chile, la Unión Europea y Brasil han originado, en los últimos años, grandes cambios para este sector en México, como es el establecimiento de nuevas armadoras: "Honda, Peugeot, Navistar, Scania, BMW y Mercedes – Benz"; entre otras.

La profunda transformación del sector automotriz en México se presentó en un lapso relativamente corto (1983-1988).<sup>41</sup> Esta transformación consideró la importancia de reorientar la producción nacional hacia el mercado de exportación, principalmente a EEUU. Asimismo, se dio la apertura para modernizar y construir plantas productivas, se impulsó la especialización productiva en ciertos tipos de automóviles y autopartes, aunado a la automatización de los procesos y se adaptaron nuevas formas de organización del trabajo lo que hizo más flexible las relaciones laborales, entre otras. (Carrillo y Ramírez, 1997)

<sup>39</sup> Tomado del periódico El Universal (2004)

<sup>40</sup> Datos de la Secretaría de Economía, presentado por Senderos (2003)

<sup>41</sup> Para una mayor explicación sobre las fases de desarrollo del sector automotriz en México, véase el Anexo 1



El desarrollo del sector automotriz mexicano de los años noventa estuvo marcado por la firma en el año 1994 del TLC. Este acuerdo demostró que el establecimiento de reglas especiales para el sector automotriz simplemente ratificó el sentido de las inversiones llevadas a cabo por las principales empresas transnacionales del sector, las cuales reflejaban la confianza de las empresas extranjeras en la trayectoria de la economía mexicana. Así, el TLC, al garantizar un acceso preferencial al mercado norteamericano, entregó una clara señal a las grandes empresas de EEUU, Europa y Asia que México podría servir como plataforma de penetración de los mercados de la subregión en su conjunto. (CEPAL, 1998)

El proceso de transformación aún continua impulsado por la dinámica que impone el sector en el ámbito internacional. Lo anterior, se refleja en las estrategias de las corporaciones transnacionales automotrices instaladas en la frontera norte de México, especialmente los estadounidenses. Estos Corporativos a través del fortalecimiento de sus operaciones, mediante reestructuraciones tecnológicas, organizativas y laborales de las plantas a lo largo del país, buscan competir y limitar el agresivo avance de las ensambladoras asiáticas en el mercado estadounidense.

Así, el sector automotriz es considerado uno de los más dinámicos dentro de la industria manufacturera e importante fuente de generación de divisas ya que tiene un peso importante dentro de las exportaciones del país y apoya de manera significativa a la creación de empleos. En materia de comercio exterior, el sector automotriz es el segundo en importancia después del petróleo y representa un elemento clave en las estrategias de modernización y globalización en virtud de ser uno de los sectores más ligados a las transformaciones a escala mundial. Asimismo, este sector opera en un ambiente de localización geográfica privilegiada, desregulación, mano de obra calificada, altos estándares de calidad y contribuye de manera decisiva en el desarrollo económico de México.

En este sentido vale la pena destacar lo siguiente: El automóvil es uno de los principales productos de exportación del país junto con las autopartes y motores (los cuales se encuentran también dentro de los 10 principales productos exportados de México). La producción de la industria de autopartes ha crecido lo mismo que la de la industria terminal desde los años ochenta a tasas superiores que las de la industria manufacturera. Lo anterior,

es importante si se habla de la consolidación del sector como una actividad manufacturera prioritaria bajo las nuevas expectativas para alcanzar un crecimiento económico nacional basado en la capacidad de ganar mayores espacios dentro del mercado mundial. Asimismo, el sector automotriz contribuye con el 16% del PIB manufacturero y el 18% del personal ocupado en la industria manufacturera. México se encuentra ubicado en el puesto 11 como productor de vehículos automotores más importantes del mundo y como uno de los cuatro proveedores de motores y autos de pasajeros en el mercado estadounidense. (Ruiz, 2003)

Para la CEPAL (1998) “el balance de los últimos 20 años, desde todo punto de vista, del desarrollo del sector automotriz mexicano y sus perspectivas actuales son muy favorables. Esta transformación es imputable básicamente a la modificación de la política sectorial aplicada por las autoridades mexicanas para facilitar las estrategias corporativas de las grandes empresas de EEUU. Asimismo, el TLC demuestra la afortunada sincronía de intereses entre las empresas norteamericanas y el Gobierno de México. Las primeras interesadas en crear una plataforma de producción y exportación en México y el segundo buscando fortalecer el sector automotriz del país, de modo de coadyuvar a la reinserción de la economía mexicana en una senda de crecimiento elevado y de integrarla a las redes continentales de producción y exportación.”

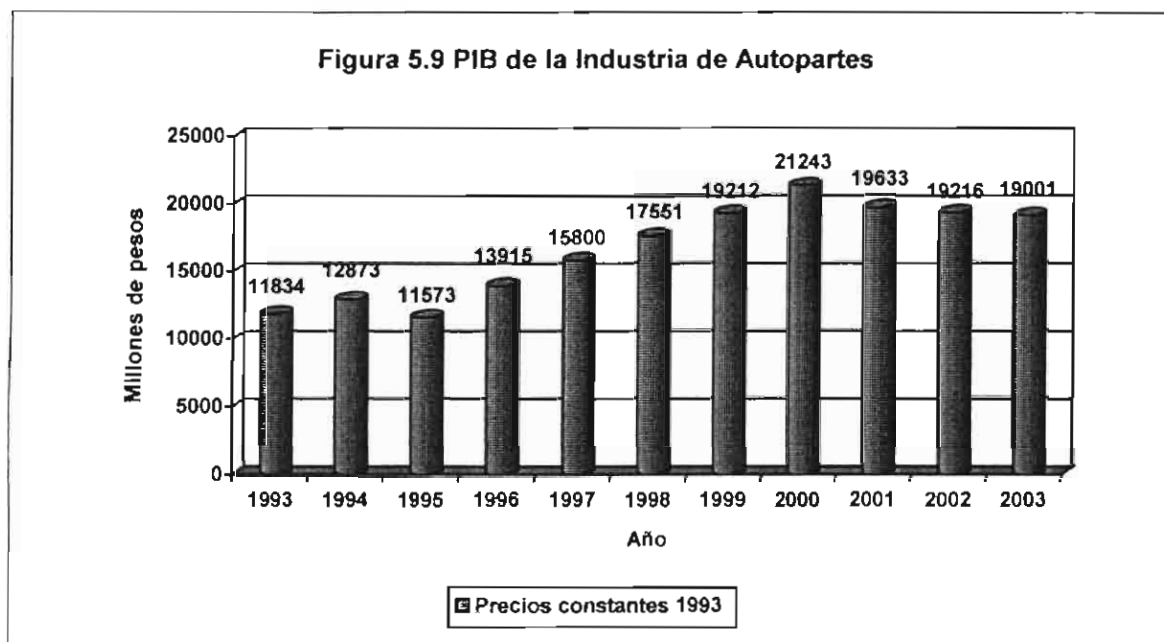
Finalmente, todo se reduce a que “la dinámica y reestructuración del sector automotriz obedece a tres factores fundamentales: las políticas de regulación gubernamental del sector automotriz, los cambios en los mercados internacionales, y las estrategias de las empresas ensambladoras ante la creciente globalización del Sector.” (Mortimore, 1998)

#### **5.2.5.2 Industria de Autopartes<sup>42</sup>**

La Industria de Autopartes es un componente esencial de la industria manufacturera mexicana. En los últimos años, se ha convertido en uno de los sectores manufactureros más dinámicos y participa con una proporción importante de las exportaciones no petroleras. En los últimos once años, el valor del Producto Interno Bruto (PIB) de la industria de autopartes pasó de 11,834 a 19,001 millones de pesos (a pesos constantes de 1993), lo que significa un crecimiento de más de 60 %. Ver la figura 5.9.

---

<sup>42</sup> Esta información fue tomada de la página web de la Industria Nacional de Autopartes (INA) (2004)



Fuente: INEGI (2004)

En el año 2002 el PIB de la industria de autopartes representó 6.3% del PIB de la industria manufacturera nacional y para el 2003 fue del 6.4%.<sup>43</sup> Así, esta industria se constituye, después de la industria terminal o ensambladora, en el segundo sector exportador más importante de la industria manufacturera mexicana.

Esta industria de autopartes está conformada por mil empresas, tanto nacionales como extranjeras,<sup>44</sup> de las cuales 345 de ellas son proveedoras globales y de primer nivel y las restantes corresponden a fabricantes de insumos y materias primas de segundo y tercer nivel. Del total de las empresas de esta industria, 217 son maquiladoras. (Ruiz, 2003)

La mayoría de las empresas de autopartes se localizan alrededor de las plantas ensambladoras de automóviles para cumplir con las exigencias de proveeduría y entrega que la industria terminal les exige. De esta manera, Nuevo León, Distrito Federal y Estado de México son las tres entidades con mayor presencia de empresas de autopartes y juntos, concentran a casi el 53% del total de los fabricantes en el país.<sup>45</sup>

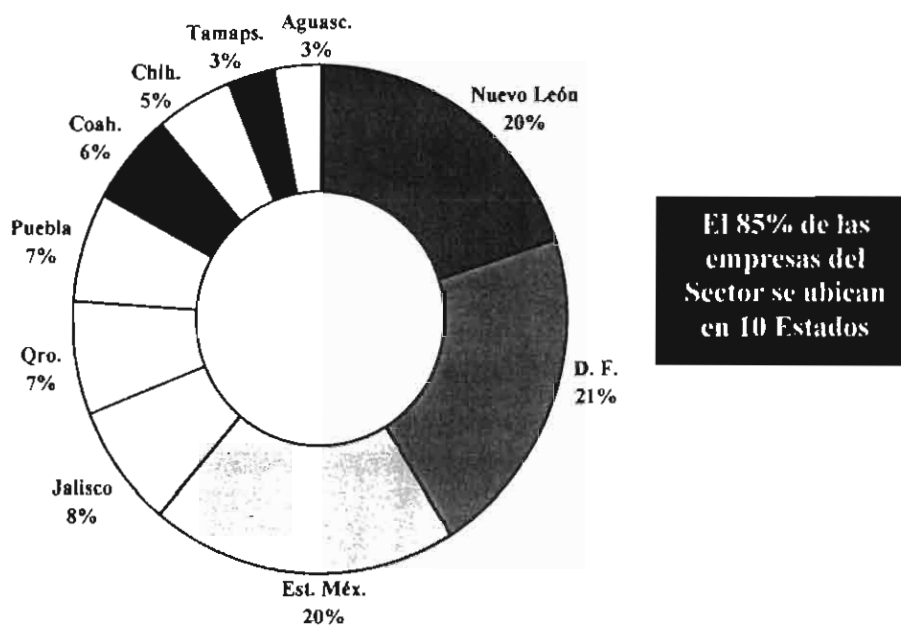
<sup>43</sup> Datos de Secretaría de Economía con información de AMIA, INA, AMDA e INEGI, por Senderos (2003)

<sup>44</sup> De estas mil empresas, el 70% son empresas de capital extranjero y 30%, nacional.

<sup>45</sup> Datos proporcionados por la INA (2004)

En la figura 5.10 se muestra la participación porcentual por entidad de las empresas de autopartes en México.

**Figura 5.10 Principal ubicación de las empresas de autopartes**

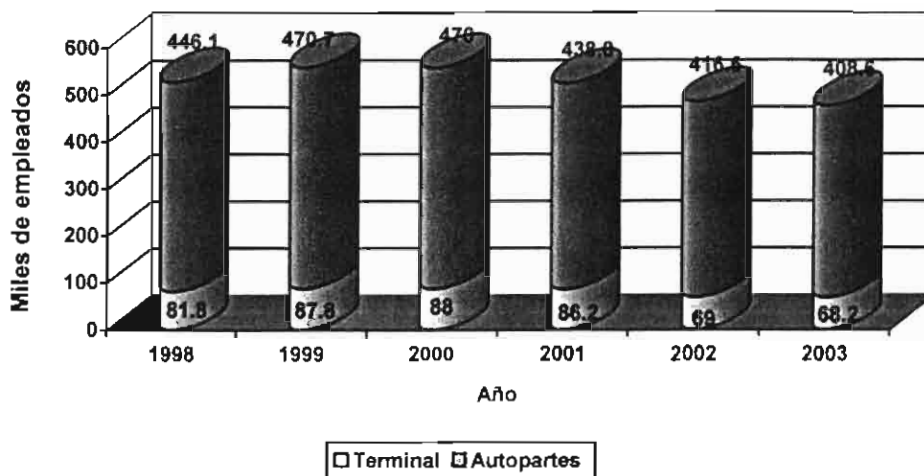


Fuente: Página web, INA (2004)

La industria de autopartes brinda empleo a más de 415 mil personas siendo una de las principales industrias manufactureras en términos de empleo al participar con el 17% del personal ocupado de esta industria en el año 2003. En comparación con el empleo directo del sector automotriz, la industria de autopartes contribuye con el 88% del empleo automotriz aún cuando en los últimos años, se ha registrado un descenso en el número de empleados de esta industria debido a las dificultades que ha enfrentado el sector en su conjunto, así como a las mejoras en procesos e incrementos en productividad.

En la figura 5.11 se muestra el empleo directo que proporciona tanto la industria terminal como la de autopartes en México.

Figura 5.11 Empleo Directo Automotriz

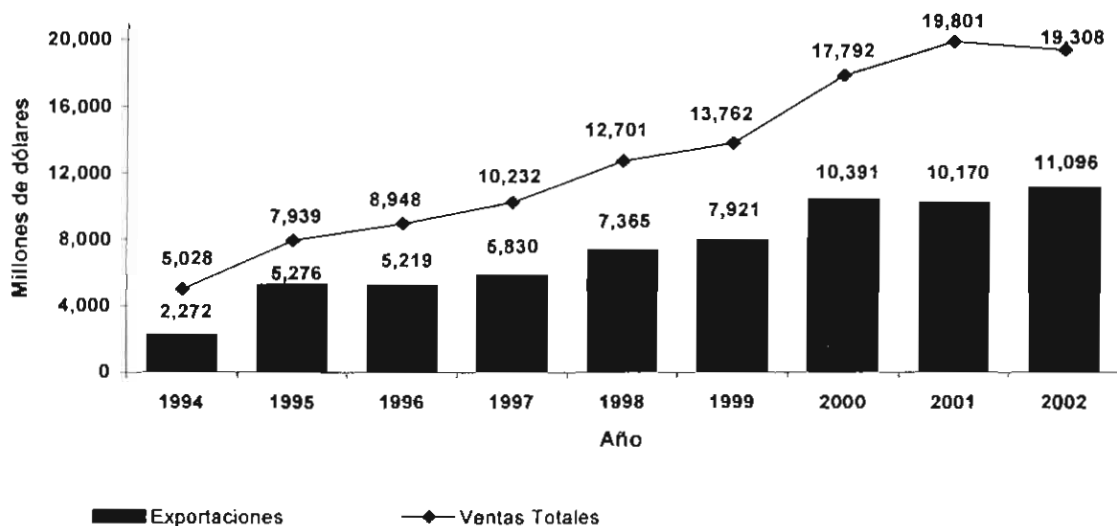


Nota: Incluye el empleo de la IME de autopartes y excluye el empleo de los distribuidores de vehículos

Fuente: INEGI y Secretaría de Economía (2004)

La industria de autopartes, al igual que la industria terminal, es uno de los sectores más dinámicos en términos de exportaciones no petroleras. En la figura 5.12 se muestran las exportaciones y las ventas totales de la industria de autopartes para el período 1994-2002. En este período la tasa de crecimiento promedio anual fue de 21.9%.

Figura 5.12 Exportaciones y ventas totales de la Industria de Autopartes

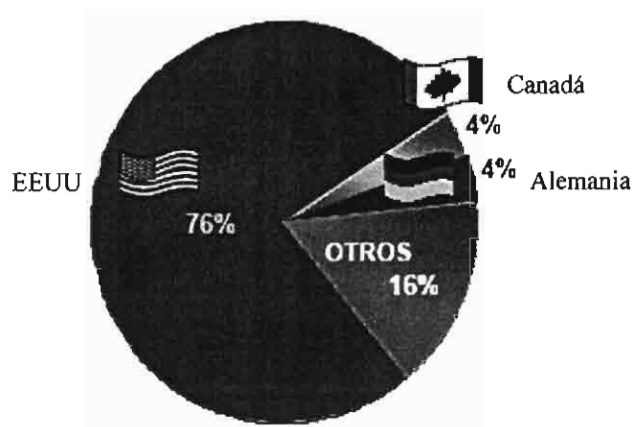


Fuente : Secretaría de Economía con información proporcionadas por las empresas registradas (2003)

Así, en términos de su importancia dentro de la industria manufacturera, las autopartes constituyen el segundo producto de mayor exportación del sector manufacturero, sólo después de los vehículos. En el año 2003, la industria de autopartes contribuyó con el 10% de las exportaciones manufactureras.

En cuanto al destino de las exportaciones, la venta de autopartes en el extranjero se concentra en tres países principalmente: EEUU, Canadá y Alemania, como se muestra en la figura 5.13. Es importante mencionar que México constituye el segundo proveedor de autopartes más importante para EEUU, únicamente después de Canadá y desplazando a Japón del segundo lugar que ocupó hasta hace tres años.

**Figura 5.13 Destino de las Exportaciones Mexicanas de Autopartes Participación Porcentual para el año 2003**



Fuente: Página web, INA (2004)

Para Senderos (2003) las ensambladoras demandan a las empresas productoras de autopartes (sus proveedoras) las siguientes condiciones:

- a) **Capacidades de diseño:** las ensambladoras están en una continua transferencia de responsabilidades de desarrollo de productos nuevos a sus proveedores.
- b) **Innovación:** las ensambladoras esperan que sus proveedores incorporen la última tecnología.

- c) **Calidad:** el aumento continuo de expectativas de las ensambladoras en este aspecto, quienes también desean reducir sus costos de garantías y su exposición a demandas de responsabilidad.
- d) **Flexibilidad:** las ensambladoras quieren contar con la capacidad de proveer a los consumidores finales modelos de nicho o individualizados y responder rápidamente a las necesidades cambiantes de los consumidores, de ahí que exijan lo mismo a sus proveedores.
- e) **Administración de la cadena de suministros:** las ensambladoras desean que sus proveedores de primer nivel (tier one), manejen la cadena de suministros de los segundos niveles (tier two) hacia abajo.
- f) **Diferenciación:** las ensambladoras esperan que sus proveedores les lleven nuevas ideas, nuevas tecnologías y nuevas autopartes que les provean de nuevos productos y opciones.

Pero estas empresas ensambladoras sólo están dispuestas a pagar por el costo de manufactura de cada autoparte. Así, los productores de autopartes deben encontrar cómo ajustarse a esta realidad si desean sobrevivir. Asimismo, estos proveedores reciben requerimientos cruzados por parte de las ensambladoras, que a veces son conflictivos: Uno de estos requerimientos es que los proveedores estén cerca de las plantas ensambladoras, ya que es apropiado para partes de alto valor y gran tamaño o componentes modulares; y el otro, es la presión para instalarse en lugares de bajo costo, siguiendo a las ensambladoras a mercados emergentes, considerando la complejidad de los productos y logrando una cooperación estrecha en las actividades de I+D. (Senderos, 2003)

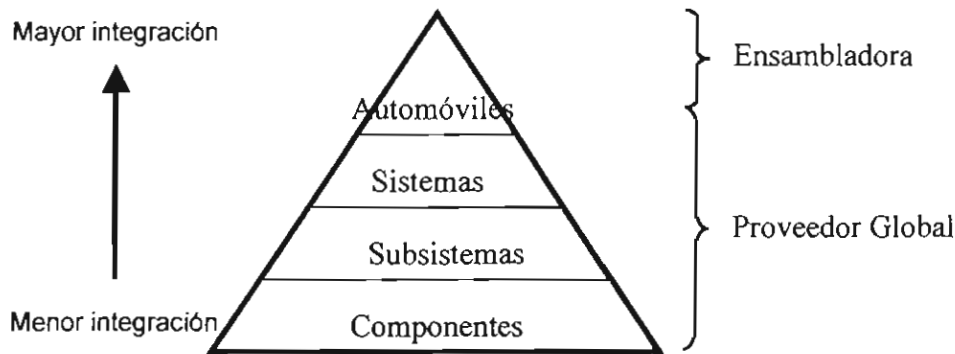
En este contexto, es importante definir la manera en que funciona la proveeduría de autopartes para el sector automotriz en México.

### ***Proveduría para el sector automotriz***

La forma en la que opera el sector automotriz se representa a través de una pirámide que permite dar la idea de integración de los componentes en la medida en que se asciende por ella. En la figura 5.14, se muestra que en la base están los componentes que son productos

muy variados, con mayor y menor complejidad, que pueden ser fabricados por muchas empresas (siempre que cumplan con la certificación para proveer al sector automotriz).

**Figura 5.14 Proveeduría para el sector automotriz**



Fuente: Director del grupo de Desarrollo de Productos de MTC-Saginaw (2002).

Como se observa en la figura anterior, en la parte central de la pirámide están los subsistemas y sistemas que son productos mucho más complejos y que están constituidos de varios y diferentes componentes. Estos subsistemas y sistemas son fabricados por menos empresas debido a la complejidad de estos productos y a los requerimientos en cuanto a tecnología que éstos necesitan para su producción. En la parte superior de la pirámide se encuentran los automóviles que se constituyen en el producto final para la compañía ensambladora: GM, Chrysler, VW, etc. Los automóviles están conformados por diferentes sistemas que requieren para su buen funcionamiento.

Las ensambladoras tienen un departamento de diseño de vehículos y definen los sistemas que va a tener el automóvil: sistemas de frenos, de dirección, etc. y las características del automóvil. De acuerdo con la estrategia de la ensambladora pueden ocurrir dos situaciones:

- a. Que la ensambladora diseñe todo el automóvil hasta en sus mínimos detalles, incluyendo sistemas y componentes.
- b. Que la ensambladora defina los sistemas y las características generales del automóvil, sin entrar en detalles de diseño específico de los componentes ni del sistema.



Para el primer caso, existen empresas que ofrecen a sus clientes la posibilidad de solo ensamblar y manufacturar los productos con base en los diseños que ellos le entreguen. Para el segundo caso también existen compañías que se encargan de diseñar los sistemas, subsistemas y componentes hasta en sus mínimos detalles.

En el Recuadro 5.2 se presenta el caso de Delphi-México como ejemplo del funcionamiento de la proveeduría global de autopartes para el sector automotriz.

#### **Recuadro 5.2 Delphi Corp. un proveedor global del sector automotriz**

Delphi Corp. integra desde componentes hasta sistemas y es una compañía que sigue las dos estrategias descritas anteriormente. Con el fin de cubrir las necesidades de sus clientes, como proveedora de sistemas automotrices, puede diseñar un sistema de dirección que incluye los componentes para un cliente que así lo requiera o solo los puede fabricar recibiendo el diseño directamente de la ensambladora. Estos componentes pueden ser: sensores de posición de las llantas, sensores de velocidad, cables, arneses, computadoras centrales, etc., y todo lo que incluya el sistema.

En Delphi Corp. la proveeduría funciona de la siguiente manera: los Centros Técnicos diseñan y las plantas producen componentes de los subsistemas y sistemas. Estos componentes se envían a las plantas ya sea de Delphi o de otro cliente para que lo integren a los subsistemas o sistemas, finalmente los sistemas son enviados a las ensambladoras de automóviles; así es la cadena de proveedores. Por ejemplo, la División de Energy & Chasis está en el negocio de sistemas, subsistemas y componentes, es decir se tiene un grupo de diseño que trabaja con el sistema de suspensión y ellos diseñan desde los componentes hasta el sistema total. En México están los proveedores de componentes y de algunos subsistemas, por lo tanto, las plantas de México están en la parte de abajo de la pirámide. Cuando esta División recibe un negocio donde el diseño llega directamente de la ensambladora, se define todo el trabajo relacionado con la ingeniería y la producción de los componentes, subsistemas y sistemas.

En marzo de 2002 se consolidó una estrategia corporativa con el fin de integrar proyectos con diferentes divisiones. Esto se debe a que la tendencia del mercado es que el cliente pida sistemas y no partes o componentes. Esta decisión de reestructuración se dio al más alto nivel en Delphi: juntar a los ingenieros de cada una de las seis divisiones para hacer sistemas automotrices<sup>46</sup> y productos para otros sectores.

Fuente: Entrevistas en Delphi (2002)

### **5.3 Conclusión**

Como se puede observar en la lectura del presente capítulo, la trayectoria tecnológica y organizacional del sector automotriz y de la industria de autopartes ha sufrido múltiples cambios que han influenciado significativamente su comportamiento en los últimos años. En este sentido es importante destacar lo planteado por Carrillo y Lara (2003) en cuanto a

<sup>46</sup> Un ejemplo de este trabajo en conjunto es el sistema que se llama PODS (*pasanger occupan detection system*) que sirve para detectar el tipo de persona que va al lado del conductor de un automóvil, con el fin de determinar en caso de accidente si puede o no expandir las bolsas de protección. Aquí trabajaron en conjunto las divisiones de Energy, Interiores y Delco.

las principales características que se han dado al nivel de este sector e industria antes mencionados: i) La aceleración de un movimiento de concentración vía fusiones, adquisiciones y alianzas; marcan la multiplicación de las operaciones cruzadas; ii) la rápida emergencia de las nuevas tecnologías para los automóviles (electrónica, nuevos materiales, etc.), debido al crecimiento continuo en el contenido electrónico del automóvil, que afectan los niveles de I+D y que abren la puerta a nuevos jugadores potenciales; iii) Las nuevas concepciones y métodos industriales para el ensamble final, que permitió transitar del diseño integral al diseño modular, vista como la modularización y la “comunalización” de las plataformas y de los subsistemas mecánicos (motores y transmisiones); iv) los nuevos paradigmas y filosofías de los modos gerenciales en materia estratégica dan cuenta de la re-concentración de las competencias claves a través del *outsourcing*; v) la nueva filosofía en materia de compartir responsabilidades en la cadena de valor, de la concepción al ensamble final, y notablemente del co-desarrollo; y vi) la construcción de proveeduría en escala global.

Con base en lo presentado anteriormente se puede concluir que Delphi Corp. es una empresa que se encuentra ubicada en un sector muy competitivo y que se ha caracterizado por su dinámica innovadora en cuanto a procesos y organización de la producción en masa, haciendo posible altos volúmenes de producción a bajos costos y con una fuerte demanda en calidad, debido al tipo de producto final que se obtiene. En este contexto, es posible pensar que Delphi es una empresa global e innovadora y que estas características son en gran medida, originadas a partir de su participación en el sector automotriz y como integrante de la industria de autopartes a escala mundial. Así, Delphi Corp. es considerada como una empresa “mega-proveedora global” o *tier-0.5*, y por lo tanto, es una empresa que se encuentra ubicada en diferentes partes del mundo, donde está obligada a competir para permanecer en el mercado global. Asimismo, vale la pena destacar que muchas de estas transformaciones en el sector automotriz, y por ende en la industria de autopartes, han contribuido de manera significativa al proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en la empresa. Por lo tanto, en el capítulo 6 se hace una descripción de esta empresa a escala mundial y se analiza su papel en el contexto mexicano.

## Capítulo 6. La Empresa

En este capítulo se hace una presentación de la empresa Delphi Corp. que fue elegida para el análisis de esta investigación y es una empresa proveedora para el sector automotriz que se encuentra instalada en México bajo el régimen de maquila.

Delphi Corp. es una empresa global líder mundial en partes para automóviles, especializada en componentes electrónicos móviles y de transporte, sistemas integrados y módulos. Tiene tres sectores de negocio: Dinámica y Propulsión; Seguridad, Arquitectura Térmica y Eléctrica; y Comunicación Electrónica y Móvil, que proveen soluciones de productos para las necesidades de clientes exigentes como las ensambladoras de automóviles. De ahí que Delphi se autodefina como “una red de proveedores del sector automotriz, que han tenido preocupaciones comunes.”

El Corporativo de Delphi se encuentra en Troy, Michigan, EEUU. Este Corporativo define las políticas, 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, etc. Por ser una empresa global, Delphi se ha establecido de manera estratégica en varios países del mundo, uno de ellos es México.

Este capítulo tiene dos apartados importantes: en el primero se presenta una reconstrucción de la historia y la evolución que ha tenido la empresa global, particularmente en aquellos aspectos de interés para la tesis y se hace una descripción general; y en el segundo se describen las operaciones que tiene Delphi Corp. en México.

### 6.1 Delphi Corp.<sup>1</sup>

Delphi Corp. tiene sus orígenes en un conjunto de empresas de autopartes que estaban 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

---

<sup>1</sup> Las fuentes de información utilizadas para este capítulo fueron: página web: [www.delphiauto.com](http://www.delphiauto.com) (2001), artículos en internet sobre Delphi Corp., el Reporte anual (2002), las entrevistas realizadas entre abril de 2001 y octubre de 2003, entre otras.

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 empresa global conformó 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 solo 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, según Hart (2002) 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% de las ventas.<sup>2</sup>

### **6.1.1 Visión, Misión y Filosofía**

Su Visión es: "Ser reconocida por nuestros clientes como su mejor proveedor."

Su Misión es: "Ser el líder mundial en sistemas automotrices y líneas de productos relacionados. Debemos trabajar junto con empleados, proveedores y accionistas para proveer beneficios con soluciones de alto valor para nuestros clientes."

Su Filosofía consiste en buscar que cada sistema esté integrado con otros sistemas relacionados y procura reunir en los automóviles restricciones de peso y espacio, interfaces mecánicas, procesos de ensamblaje, requerimientos ergonómicos humanos, parámetros de exposición al medio ambiente y procedimientos de servicio.

---

<sup>2</sup> Reporte anual Delphi (2002).

### 6.1.2 Divisiones y líneas de negocio

Al año 2002 esta compañía estaba conformada por 6 divisiones, las cuales están agrupadas de acuerdo con sus tres sectores de negocio, tal como se muestra en la tabla 6.1.

**Tabla 6.1 Sectores de negocio y divisiones de Delphi Corp.**

Sectores de negocio	Divisiones
Dinámica y propulsión	Delphi Energy & Chassis Systems (Delphi-E&C) Delphi Saginaw Steering Systems (Delphi-S)
Seguridad, Arquitectura Térmica y Eléctrica	Delphi Harrison Thermal Systems (Delphi-H) Delphi Interior Systems (Delphi-I) Delphi Packard Electric Systems (Delphi-P)
Comunicación Electrónica y Móvil	Delphi Delco Electronics Systems (Delphi-D)

Fuente: página Intranet Delphi (2002)

Cada uno de estos sectores tienen diferentes líneas de negocio a escala mundial. A continuación en la tabla 6.2 se presentan todas las líneas de negocio y/o productos.<sup>3</sup>

**Tabla 6.2 Líneas de Negocio por Sector**

Dinámica y Propulsión	Seguridad, Arquitectura Térmica y Eléctrica	Comunicación Electrónica y Móvil
Engine Management Systems	Safety/Airbag Systems	Audio Systems
Air/Fuel Management	Door Modules	Communication Systems
Energy Storage and Conversion	Power Product Systems	Powertrain and Engine Control Modules
Valve Train	Modular Cockpits	Collision Warning Systems
Exhaust Aftertreatment	Thermal Management Systems	Security Systems
Sensors and Actuators	Climate Control Systems	Safety Systems
Ignition Subsystems	HVAC Modules	
Fuel Handling Subsystems	Powertrain Cooling Systems	
Energy Management Systems	Front End Modules	
Intelligent Chassis Controls	Electrical/Electronic (E/E) Centers	
Advanced Ride Control Suspension Systems	Connection Systems	
Chassis Systems and Modules	Advanced Data Communication Systems	
Brake Systems	Fiber Optic Lighting Systems	
Suspension and Brake Components	Ignition Products	
Hydraulic Steering Systems	Temperature Sensors	
Electric Steering Systems	Switch Products	
Columns and Intermediate Shafts	Power and Signal Distribution Systems	
Four Wheel Steering Systems		
Advanced Steering Systems		
Driveline Systems		

Nota: Las líneas de negocio en fondo oscuro son objeto de estudio en esta investigación.

Fuente: web: [www.delphiauto.com](http://www.delphiauto.com) (2001)

<sup>3</sup> En el Anexo 2 se detallan las líneas de negocio de cada sector.

Es importante resaltar que en el sector de Dinámica y Propulsión se encuentran los negocios elegidos para ser estudiados en la presente tesis. Estos negocios son: Sensores y Actuadores de la división Energy & Chasis, la Caja de dirección y la Flecha intermedia de la división Saginaw.

Además de los negocios presentados en la tabla 6.2, se está trabajando en un sistema de control “Segway” que es para uso médico y que se constituye en una línea de negocio nueva. En este proyecto trabajaron en conjunto las divisiones de Energy, Delco y Packard. Asimismo, para el año 2001, se estaba formalizando un acuerdo con la compañía Palm, para ofrecer motores sensibles a la voz humana con el fin de acceder al correo electrónico, sistemas de posicionamiento global y otros servicios de internet como parte de los recientes negocios de Delphi.<sup>4</sup>

### 6.1.3 Ventas

Como se aprecia en la figura 6.1 las ventas de Delphi Corp. crecieron en la última década en aproximadamente 50% pasando de 19.3 billones en 1991 a 29.1 billones de dólares en el año 2000.<sup>5</sup> Para el año 2001 estas ventas se redujeron, posiblemente originado por la debilidad del mercado del automóvil en EEUU para ese año y por su separación de GM. Para el año 2002 Delphi logró cambiar la tendencia con un leve crecimiento.

GM en el 2001 representaba el 68% de sus ventas totales y para el 2002 bajó a 65.1%.<sup>6</sup> Tal y como otras compañías de esta industria, Delphi tuvo que reducir los empleos en un 5% como consecuencia de la contracción en las ventas y de su reestructuración. El capital de Delphi creció un 19% para el 2001.<sup>7</sup>

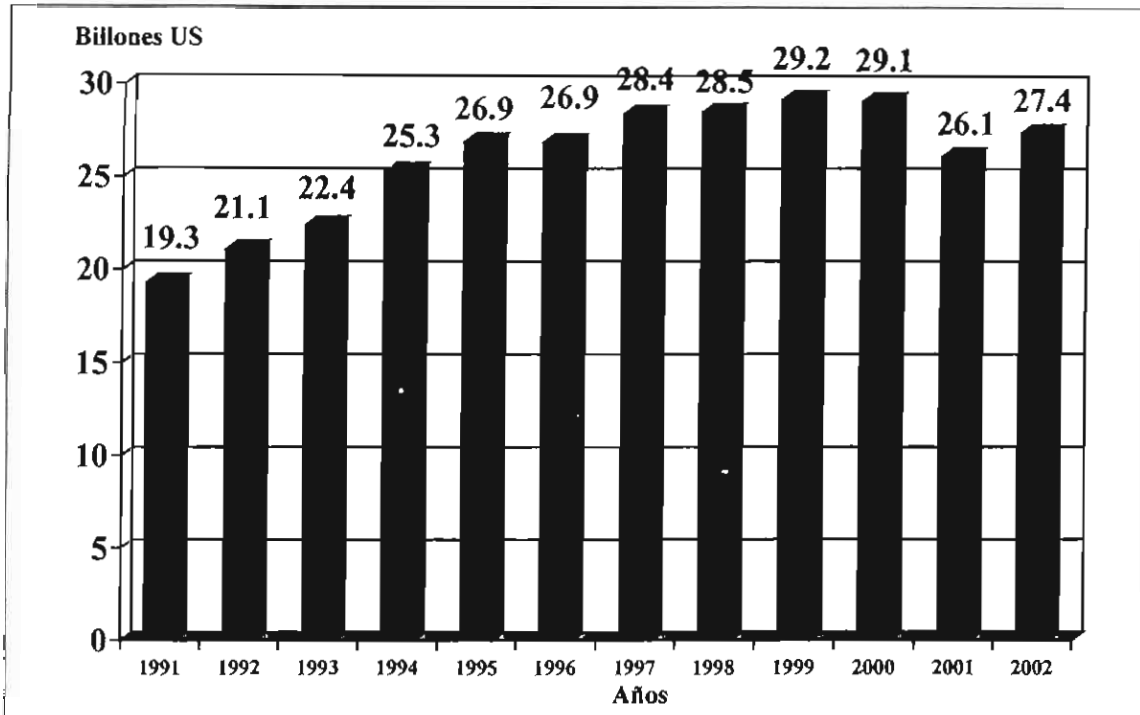
---

<sup>4</sup> Tomado del artículo de prensa de Collins (2001)

<sup>5</sup> En el año 2000 Delphi quedó en el lugar 102 de la revista *Fortune*, por sus ventas.

<sup>6</sup> Reporte anual de Delphi (2002)

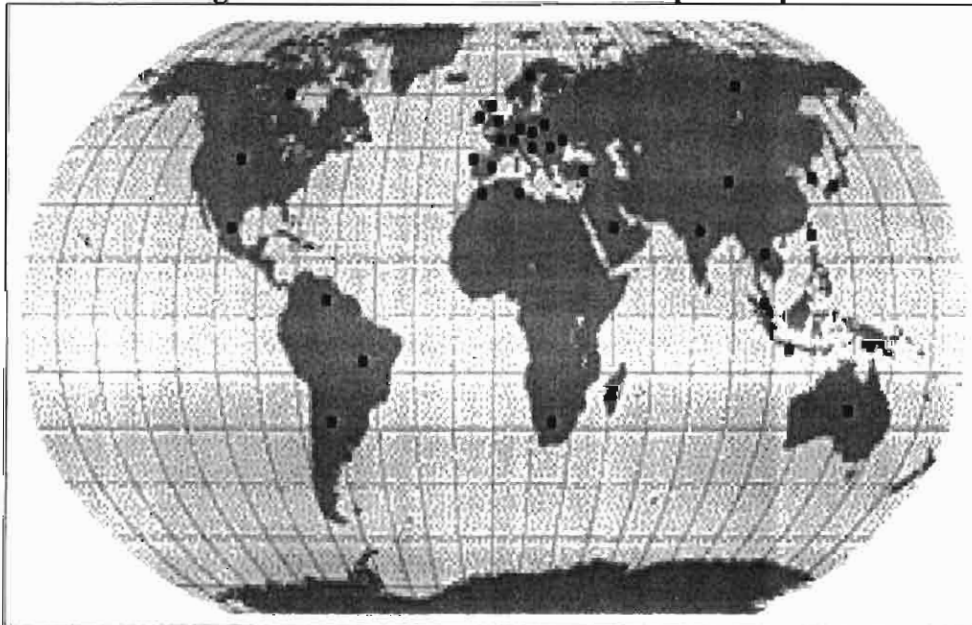
<sup>7</sup> En el año 2001 Delphi quedó en el lugar 67 de la revista *Fortune*, por sus ventas.

**Figura 6.1 Ventas mundiales de Delphi Corp.**

Fuente: página web: [www.delphiauto.com](http://www.delphiauto.com) (2001) y Reporte anual de Delphi (2002)

#### 6.1.4 Presencia mundial

En la figura 6.2 se muestran los diferentes lugares en el mundo donde Delphi Corp. tiene sus plantas de ensamble y manufactura y sus centros técnicos.

**Figura 6.2 Presencia mundial de Delphi Corp.**

Fuente: página web: [www.delphiauto.com](http://www.delphiauto.com) (2001).

Delphi Corp. es una empresa orientada hacia la producción integrada globalmente. En el año 2001 Delphi tenía aproximadamente 211,000 empleados y operaba en 42 países, tal como aparece en la tabla 6.3.

**Tabla 6.3 Presencia mundial de Delphi Corp. en el 2001**

Regions	Customer Centers & Sales Offices	Manufacturing Facilities	Joint Ventures	Technical Centers
Asia/Pacific	14	18	20	3
Europe/MidEast/Africa	22	75	8	10
Mexico & South America	6	46	8	4
U.S./Canada	11	51	8	14
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>190</b>	<b>44</b>	<b>31</b>

Fuente: [www.delphiauto.com](http://www.delphiauto.com) (2001)

A principios del año 2001, Delphi inició la reestructuración de sus operaciones planeando recortar 11,500 empleos a escala global,<sup>8</sup> de los cuales 5,600 empleados y 2,000 trabajadores en los EEUU y la venta y/o cierre de 9 plantas<sup>9</sup>. Para el primer cuatrimestre de 2002, Delphi aprobó eliminar 6,100 posiciones de su fuerza de trabajo global, de los cuales 3,100 en EEUU.<sup>10</sup> Así finalmente, entre los años 2001-2002 se redujeron aproximadamente 17,440 puestos de trabajo.<sup>11</sup> Al año 2003, Delphi contaba con 186,000 empleados ubicados en 41 países.<sup>12</sup>

En este sentido el Vicepresidente Ejecutivo y Jefe Financiero de Delphi, afirmó que como parte de la reestructuración esta empresa continuaría sus planes de desechar las operaciones que no fueran centrales. Este Vicepresidente añadió: “Permanecemos absolutamente apegados a la estrategia de negocios que hemos diseñado. Ejecutaremos nuestro plan de negocios y aceleraremos el cambio de nuestro portafolio de productos hacia la electrónica de alta tecnología y productos mecánicos-eléctricos.”<sup>13</sup>

<sup>8</sup> Esta disminución de fuerza de empleo representó aprox. un 5%. Para lograr esta meta se utilizaron varios métodos, incluyendo la jubilación anticipada, la separación voluntaria y despidos. El número total de empleos que se redujeron fueron 5,400 empleados y 2000 trabajadores en los EEUU y 4,040 fuera de EEUU para un total de 11,440. Reporte anual Delphi (2002)

<sup>9</sup> Estas plantas fueron: Saginaw, Michigan; Fort Defiance, Ariz; Robertsdale, Ala.; Ande, France; Betim Minas Gerais, Brasil; Piracicaba, Brasil; Bochum, Alemania; Casoly, Italia; y Southampton, Reino Unido.

<sup>10</sup> Reporte anual Delphi (2002)

<sup>11</sup> Reporte anual Delphi (2002)

<sup>12</sup> Entrevista Director de operaciones MTC (2004)

<sup>13</sup> Tomado del artículo de prensa de Collins (2001)



Como se mencionó anteriormente, la Gerencia General de Delphi Corp. se encuentra en EEUU, pero además cuenta con gerencias regionales en París, Tokio y Sao Paulo. Esto le permite estar cerca de Europa, Lejano Oriente, Centro y Sudamérica. Así, Delphi concentra sus actividades en América del Norte (EEUU, Canadá y México) donde al 2002 se generaba el 77.5% de las ventas, Europa, Europa del Este y África representaba el 18.4%, América del Sur el 1.3% y Asia Pacífico que incluye China, el 2.8%;<sup>14</sup> tal como se observa en la tabla 6.4.

**Tabla 6.4 Ventas netas por áreas geográficas**

	2000		2001		2002	
	Ventas Netas	%	Ventas Netas	%	Ventas Netas	%
<b>Norte América</b>						
EEUU y Canadá	19,615	67.3	16,393	62.8	16,986	61.9
México	3,985	13.7	3,884	14.9	4,268	15.6
<b>Total Norte América</b>	<b>23,600</b>	<b>81.0</b>	<b>20,277</b>	<b>77.7</b>	<b>21,254</b>	<b>77.5</b>
<b>Europa, Europa del Este y África</b>	<b>4,553</b>	<b>15.6</b>	<b>4,801</b>	<b>18.4</b>	<b>5,048</b>	<b>18.4</b>
<b>Asia Pacífico</b>	<b>507</b>	<b>1.7</b>	<b>598</b>	<b>2.3</b>	<b>777</b>	<b>2.8</b>
<b>América del Sur</b>	<b>479</b>	<b>1.6</b>	<b>412</b>	<b>1.6</b>	<b>348</b>	<b>1.3</b>
<b>Total</b>	<b>29,139</b>		<b>26,088</b>		<b>27,427</b>	

Nota: Los datos de las ventas son en millones de dólares.

Fuente: Reporte anual Delphi (2002)

### 6.1.5 Delphi Technologies Inc.

En abril de 1999 Delphi Corp. crea una subsidiaria denominada *Delphi Technologies Inc.*, localizada en Michigan, cerca del Corporativo, mediante la cual se puede licenciar los productos y procesos tecnológicos creados dentro de la compañía. Esta empresa tiene un laboratorio de I+D que crea, administra, protege, defiende y potencia la propiedad intelectual y la tecnología de Delphi. Tiene patentes, software y secretos comerciales que están disponibles para licenciarse en todo el mundo.

*Delphi Technologies Inc.* realiza actividades de investigación básica y aplicada, por lo cual cuenta con 300 personas distribuidas en tres grupos especializados: Investigación y desarrollo central, Licenciamiento y Propiedad intelectual. Trabaja con 15,000 ingenieros y científicos de Delphi alrededor del mundo. La I+D central se mantiene en los EEUU, y cuenta con 31 centros técnicos distribuidos en las regiones donde opera en diferentes partes

<sup>14</sup> Reporte anual Delphi (2002)

del mundo. Hay tres tipos de centros técnicos: i) centros de desarrollo de sistemas (p.e., Michigan y Ohio, los que desarrollan sistemas y algoritmos para el control de los vehículos), ii) centros de desarrollo de componentes (p.e. MTC Ciudad Juárez), y iii) centros de aplicación (p.e. Luxemburgo). Muchos de estos centros están asociados a una sola división de Delphi. Estos centros técnicos hacen ingeniería aplicada en las plantas que Delphi Corp. tiene en el mundo, algunos realizan actividades de I+D, como el MTC en Ciudad Juárez, México. Delphi invirtió en I+D, en el año 2001, el 6.5% y en el 2002 el 6.2% de sus ventas totales.<sup>15</sup>

Delphi Corp. tiene una estructura organizativa de las actividades relacionadas con la tecnología que permite realizar articulaciones entre los diferentes centros técnicos y *Delphi Technologies Inc.* Se dan relaciones de los centros de desarrollo de componentes para asistir a los centros de aplicaciones; asimismo, los centros de desarrollo de componentes pueden contratar con *Delphi Technologies Inc.* la investigación básica o aplicada que requieran para sus proyectos. Por ejemplo, el Centro Técnico en México (MTC), como el mayor centro de desarrollo de componentes, incide sobre las líneas de investigación de *Delphi Technologies Inc.* al solicitarle investigación básica y aplicada para sus proyectos.

Delphi Corp. ha generado un gran número de patentes en la operación de sus negocios. Para el año 2001 tenía aproximadamente 5,200 patentes (entre parciales y totales), de las cuales 3,950 patentes habían sido aplicadas mundialmente. Se presentó un promedio de 5 a 6 aplicaciones de patentes por cada día de negocios.<sup>16</sup> En el año 2002, a Delphi le fueron concedidas 987 patentes a escala mundial, recibió 2,300 registros de invención e introdujo 184 nuevos productos y/o procesos, lo que equivale a un 47% de incremento frente al 2001. Los científicos e ingenieros de Delphi recibieron 4 patentes y cerca de 10 registros de invención por cada día de trabajo<sup>17</sup>

Delphi desde 1999, ha invertido aproximadamente 1.7 billones de dólares anuales para tratar de mantener sus productos a la vanguardia. Entre las estrategias de I+D empleadas se mencionan: i) compromiso constante, ii) inversiones de capital enfocadas a tecnologías de

---

<sup>15</sup> Reporte anual de Delphi (2002)

<sup>16</sup> Página web: [www.delphiauto.com](http://www.delphiauto.com) (2001) y entrevistas en el MTC.

<sup>17</sup> Reporte anual de Delphi (2002)

quiebre para cambiar las condiciones, iii) esfuerzos más directos hacia productos de mayor crecimiento; y iv) gastar el mismo monto de dinero pero de una manera más eficiente.<sup>18</sup>

### 6.1.6 Clientes

Los principales clientes de Delphi son empresas transnacionales como: Audi, Daimler-Chrysler, Daewoo, Fiat, Ford, General Motors, Harley – Davidson Inc., Honda Hyundai, Hummer, Isuzu, Mitsubishi, Renault, Rover, SEAT, Skoda, Sŷusuki, Toyota, Volvo, VW, Caterpillar Inc., Ericsson AB, Raytheon Co, entre otros.

### 6.1.7 Proveedores

Delphi Corp. gastaba en el año 2002 a nivel mundial, aproximadamente, 13 billones de dólares anuales en compras.<sup>19</sup> Este parece ser un buen incentivo para que empresas de diferentes sectores decidan integrarse a la cadena de proveedores de Delphi. La mayoría de sus proveedores son empresas estadounidenses y cuenta con un sistema de proveedores globalizados en donde participan 30 países.<sup>20</sup> La participación en esta proveeduría de empresas de países como México es muy limitada, debido a las fuertes exigencias, restricciones y condiciones que se imponen en el sector en el cual se encuentra Delphi. Por lo tanto, y con el fin de asegurarse que la proveeduría cumplirá con lo que se requiere, las ensambladoras obligan a las empresas como Delphi a que tengan proveedores certificados.

Para Juran y Gryna (1995) un proveedor certificado es aquel que después de una investigación exhaustiva, se encuentra que surte material de calidad tal que no es necesario realizar las pruebas de rutina de cada lote recibido. Los proveedores certificados están obligados a manejar técnicas de control estadístico de procesos y productos, para lo cual

<sup>18</sup> Reporte anual de Delphi (2002)

<sup>19</sup> Los productos que Delphi compra están integrados en 4 grupos: i) productos químicos, que incluyen componentes plásticos para una gran variedad procesos de moldeo, espumas, cauchos, adhesivos, lubricantes, pinturas, papel, resinas plásticas, módulos y componentes para bolsas de aire y materiales para empaque, etc., ii) productos eléctricos, que incluyen motores, sensores, solenoides, bobinas, arneses, encendidos, para ser utilizados en las máquinas y equipos de las plantas. Es importante aclarar que Delphi produce sensores, solenoides, bobinas y arneses para automóviles, pero también compra estos productos a otras empresas, generalmente para usarlos en sus equipos de prueba y en otras aplicaciones. Componentes electrónicos como: circuitos, resistencias, diodos, capacitores y componentes de audio tales como: CD, radios, reproductores, iii) productos metálicos, que incluyen piezas fundidas, forjadas, cremalleras, triturados, tuberías y muelles. Materia prima como: acero y metales no ferrosos, y iv) maquinaria y equipo, que incluye productos no directamente ensamblados dentro del vehículo, piezas de repuesto, partes de recambio, servicios de construcción, equipo móvil, maquinaria de presión y dados.

<sup>20</sup> Página web: [www.delphiauto.com](http://www.delphiauto.com) (2001)

utilizan las normas que sobre calidad rigen al sector automotriz, como son ISO9000, QS9000 y TS.<sup>21</sup>

De ahí que los proveedores sean considerados como elementos muy importantes para lograr productos de calidad. Por lo tanto, Delphi ha institucionalizado internamente y para los proveedores el “sistema de manufactura Delphi”, el cual se basa en la manufactura *Lean* o esbelta. La utilización de este tipo de sistema de manufactura permite un uso balanceado del personal, del equipo y del material, y disminuye los costos. “Por esta razón se requiere que los proveedores de Delphi se integren como parte importante de la cadena de valor.”<sup>22</sup>

### 6.1.8 Competidores

Delphi Corp. es una empresa que tiene competidores en todas partes del mundo. Sus competidores son empresas que buscan los negocios con las ensambladoras, ofreciendo las garantías necesarias que exige el sector automotriz a escala mundial. A continuación se presentan los más importantes proveedores de autopartes en las tres zonas geográficas de donde son originarios:<sup>23</sup>

- ◆ **Norteamérica:** Delphi Corp., Dana, Federal-Mogul, Tenneco, ArvinMeritor, TRW, Gates, Dayco, Visteon, Lear, Magna, Johnson Controls, etc.
- ◆ **Europa:** Bosh, Valeo, Luk, ZF, Siemens/VDO, etc.
- ◆ **Japón:** Denso, Calsonic, Akebono, NGK, etc.

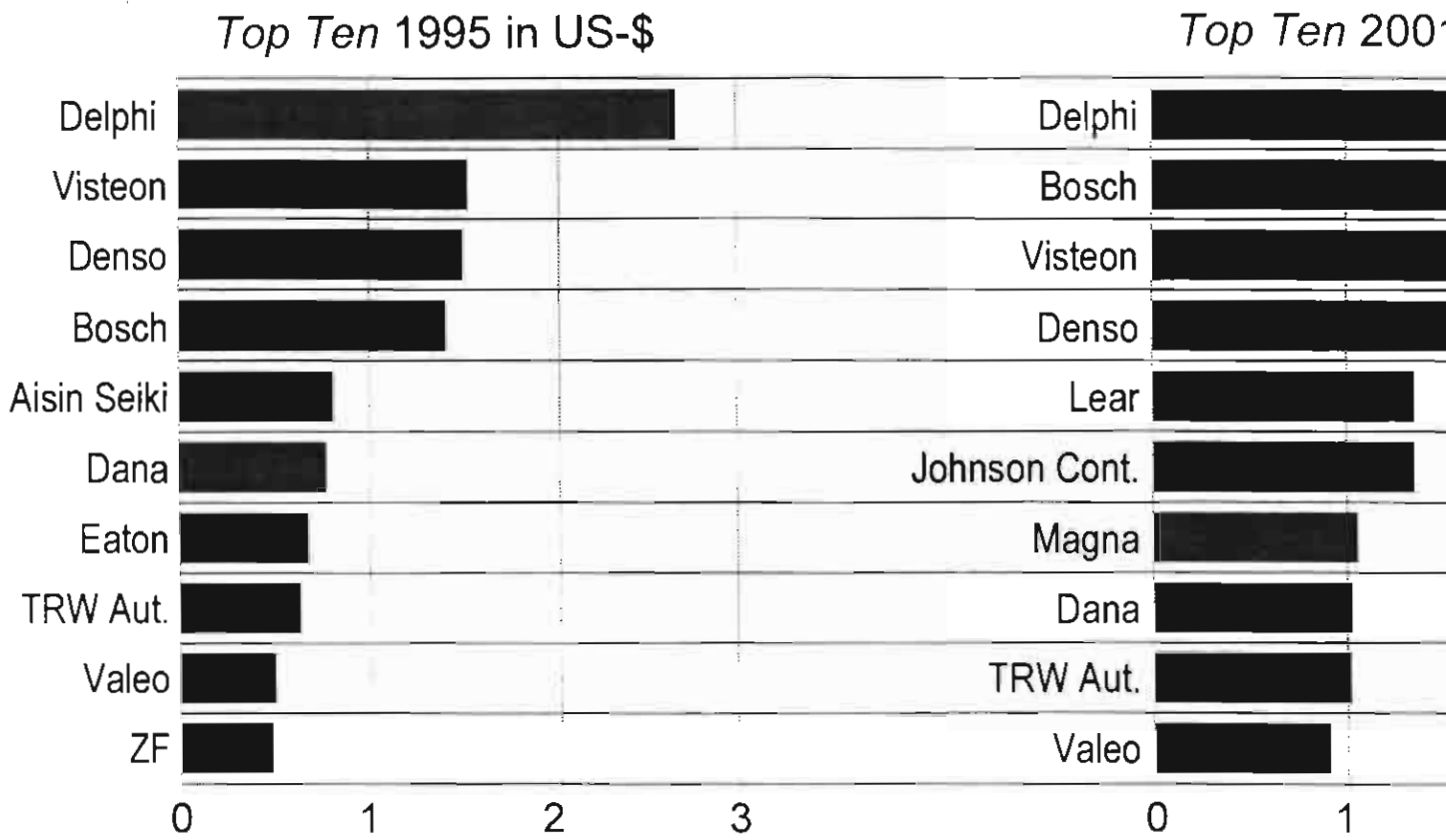
La competencia entre estas empresas globales es muy fuerte y cada vez más exigente. En este sentido, en la figura 6.3, se presenta el “*Top Ten*” de las empresas proveedoras del sector automotriz para los años 1995 y 2001.

<sup>21</sup> La TS ó *Technical Specification*, es una norma que integra otras normas como QS9000, ISO9000 y VDA6.1 (que es el QS9000 para Europa)

<sup>22</sup> Vicepresidente de Compras Globales para Delphi (2001)

<sup>23</sup> Tomado de Cutler (2003)

Figura 6.3 Proveedores del Sector Automotriz 1995 y 2001



Fuente: Tomado de Liedke-Bosch (2003)

En la figura anterior, se hace una comparación en cuanto a ventas totales para los dos años mencionados, y se observa como los competidores de Delphi han ganado mercado de manera importante, especialmente, se resalta el caso de Bosh que pasó de ser el proveedor número cuatro a ser el segundo proveedor mundial de autopartes por debajo de Delphi. Asimismo, se observan nuevos protagonistas en el ámbito de la proveeduría mundial dentro de los diez primeros lugares, tales como: Lear, Johnson Controls y Magna.

### 6.1.9 Calidad

En cuanto a la calidad, Delphi ha implementado una estrategia mundial a través de la formación de equipos de trabajo para la satisfacción del cliente. Este equipo es liderado por el Director General de Delphi Corp. y por el Director de Manufactura de Delphi. Los directores de calidad de cada una de las seis divisiones son miembros del equipo de trabajo que lidera las actividades de calidad interdivisional. En 1996 el equipo de trabajo para la satisfacción del cliente de Delphi fue reconocido como uno de los dos ejemplos de “mejores prácticas” entre más de 200 proveedores de Toyota.<sup>24</sup>

La estrategia de calidad mundial se compone de las siguientes operaciones:<sup>25</sup>

- Institucionalizar un sistema de calidad a través de planeación, control, mejora, participación de las lecciones aprendidas, así como reducción de las variaciones de los procesos.
- Implementar en toda la compañía la estandarización a través del ISO9000/QS9000.
- Asegurar la disciplina en el proceso de desarrollo del producto con énfasis en la prevención.
- Implementar las “mejores prácticas” mediante el desarrollo de iniciativas comunes y mejora continua.
- Mejorar la calidad de los proveedores a través del involucramiento ejecutivo en los procesos de planeación avanzada de la calidad en el producto.
- Utilizar las herramientas estadísticas en ingeniería para la resolución de problemas.
- Eliminar las “pérdidas” de calidad a través de procesos exigentes de control, productos robustos, involucramiento del operario y prevención de errores.

<sup>24</sup> Página web: [www.delphiauto.com](http://www.delphiauto.com) (2001)

<sup>25</sup> Página web: [www.delphiauto.com](http://www.delphiauto.com) (2001)

- Proteger al cliente a través de mejorar la calidad y del proceso de aceptar la evaluación y revisión del cliente (CARE).

Delphi ganó 53 premios de calidad en el año 2002. Con estos premios se llegó a un total de 359 premios de calidad desde el año 1998. Dentro de los premios de los clientes se incluyeron reconocimientos de Toyota, Nissan, NUMMI, John Deere y dos premios de GM al proveedor del año. Delphi también ganó el prestigioso premio a la Administración de la Calidad Japonés 2002, a la par con el Premio *Malcolm Baldrige* en los EEUU.

## **6.2 Las Operaciones Mexicanas de Delphi**

En las siguientes secciones se hace una presentación de Delphi-México, con el fin de destacar las principales características de esta empresa global en México. La presentación consiste en reconstruir parte de la historia y la evolución que ha tenido las Operaciones Mexicanas, hacer una descripción general y finalmente mostrar su presencia en México.

### **6.2.1 Historia y Evolución**

Delphi Corp. se instaló en México en 1978 con la división de Packard Electric, que era parte de GM, convirtiéndose así en la primera maquiladora automotriz del país. Inicialmente GM incursionó con una de sus divisiones y posteriormente las otras divisiones decidieron empezar a instalar sus plantas de ensamble y manufactura de sus productos en México. La instalación de estas plantas se ha dado de manera paulatina y conforme a las necesidades y a las estrategias de la empresa global a lo largo de 20 años. En 1979 se instala en México Delco Remy,<sup>26</sup> y construye la planta SEC (Sistemas Eléctricos y Conmutadores) o planta 35 en Ciudad Juárez. Con el tiempo esta planta se convirtió en una de las principales proveedoras de sensores y actuadores de Delphi a escala mundial.<sup>27</sup>

El auge de la re-localización de procesos con alto contenido de mano de obra a finales de los 70 desde EEUU, estuvo muy relacionado con el hecho de que GM, a través de sus

---

<sup>26</sup> En este año Delco Remy era una división de GM al igual que Packard Electric. Delco Remy desaparece como división y parte de sus negocios están, al año 2002, integrados a la División de Energy & Chasis de Delphi Corp.

<sup>27</sup> Entrevistas con el Gerente de la subplanta ABS de la planta 35 y la Directora de operaciones de E&C para Chihuahua, Torreón y Tlaxcala (2002).

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 maquilador. 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, podían trabajar en las plantas que estaban junto a la frontera de EEUU y México, lo que les permitía cruzar todos los días hacia sus casas, sus familias y sus costumbres. Asimismo, otro atractivo para GM como para otras grandes empresas, fue la mano de obra barata México, debido a las devaluaciones que continuamente se daban en México. Así, “cuando se empezaban a tener costos más o menos considerables aquí en México, venía una devaluación y los planes se hacían polvo y el costo se mantenía muy favorable para GM y las maquiladoras en general.”<sup>28</sup>

A lo anterior, se sumaron los resultados positivos obtenidos en el ensamble y producción de componentes para los automóviles en México, lo que hizo cada vez más atractivo para GM y para otras empresas el traslado de nuevos procesos y productos y la instalación de nuevas plantas. En este contexto, se estimuló la demanda de mano de obra por parte de las diferentes empresas instaladas en la frontera, lo que originó que se diera una fuerte escasez de personal operativo. Debido a lo anterior y a la falta de infraestructura en la frontera, GM con sus divisiones, empezó a construir plantas más pequeñas en el interior de México. Inicialmente GM localizó algunas plantas en ciudades pequeñas del estado de Chihuahua y de otros estados fronterizos.<sup>29</sup> Lo anterior ocurrió durante toda la década de los ochenta y hasta principio de los noventa, caracterizado por procesos donde los ensambles finales se hacían en EEUU y en México se hacían todos los subensambles, con el fin de reducir los costos, vía la mano de obra barata.

En la década de los noventa se fueron trasladando procesos de ensamble más complejos.<sup>30</sup> De ahí que en 1995 se haya instalado el Centro Técnico en México (MTC) con el fin de apoyar los nuevos productos que se estaban ensamblando y manufacturando, los nuevos procesos y la tecnología de las plantas en México.<sup>31</sup>

---

<sup>28</sup> Director de operaciones planta 35 Ciudad Juárez. (2002).

<sup>29</sup> Algunas de estas ciudades pequeñas donde GM instaló sus plantas fueron: Delicias, Cuahutémoc, Piedras grandes, Chihuahua, Zacatecas, Torreón, entre otras

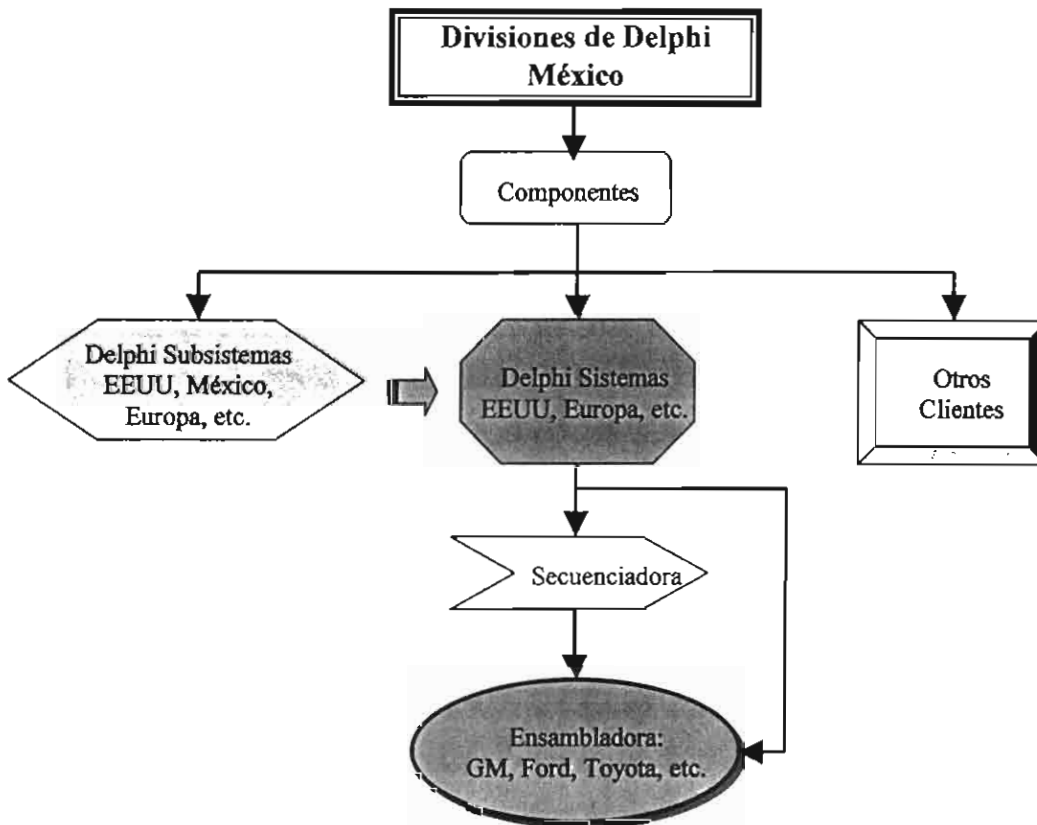
<sup>30</sup> En esta década Delphi se separa de GM y se constituye en una compañía independiente.

<sup>31</sup> Un análisis más detallado sobre el MTC se puede leer en el capítulo 7 de esta tesis.



Al año 2002, Delphi Operaciones Mexicanas producía principalmente componentes y en menos cantidad subsistemas para empresas de Delphi y empresas que no son Delphi, que proveen sistemas a las ensambladoras en diferentes partes del mundo. Así, en la figura 6.4 se muestra el diagrama flujo que esquematiza la proveeduría de Delphi-México para el sector automotriz, tanto en México como a escala mundial.

**Figura 6.4 Proveeduría de componentes Delphi-México para el sector automotriz**



Fuente: Elaboración propia a partir de la entrevistas (2002).

Como se observa en la figura 6.4, algunos de los componentes que se producen en Delphi-México son enviados a plantas de Delphi en otras partes de mundo para ensamblar subsistemas y sistemas.<sup>32</sup> Otros componentes se venden a clientes externos de Delphi quienes también proveen subsistemas y sistemas para las ensambladoras de automóviles en el mundo. Delphi puede entregar directamente a las ensambladoras, las cuales pueden montar en la línea de ensamblaje todo el módulo de cada uno de los sistemas o pueden

<sup>32</sup> En México se ensamblan pocos subsistemas, como por ejemplo, el modulador, el cual será explicado en la sección 8.2.3.2, del capítulo 8.

hacerlo por partes directamente en el proceso de ensamblado del automóvil.<sup>33</sup> Dependiendo de la estrategia de ensamble de las empresas productoras de automóviles Delphi puede entregar los sistemas a través de lo que GM denomina como secuenciadora.<sup>34</sup>

Vale la pena destacar como ejemplo de lo anterior, el caso de la división de Delphi-Packard, la cual, tiene como producto principal los arneses, que son sistemas de distribución de energía para los automóviles. Estos arneses están compuestos de cables, conectores y otros componentes adicionales. En Delphi-México se ensambla el arnés y posteriormente se envía a las plantas de México o de otros lugares del mundo, en donde se conforma el sistema de distribución de energía para los automóviles.<sup>35</sup>

En este punto es importante resaltar que la producción en México representó en el año 2002 el 15.6% de las ventas netas del grupo, las cuales ascendieron a 27.4 billones de dólares en el año. Como se mencionó en la sección 5.2.5 del capítulo 5, Delphi Corp. ocupó el sexto lugar en las exportaciones mexicanas con 4,268 millones de dólares en ventas. Con estos datos, se observa que la producción de las operaciones mexicanas juega un papel importante en las ventas totales de Delphi Corp.

### 6.2.2 Presencia de Delphi Corp. en México

Delphi-México en el año 2002 contaba con 70,000 empleados en las 6 divisiones, distribuidos en 57 plantas en 14 estados, tal como se observa en la figura 6.5. Tenía 8 *Joint Ventures* (18 plantas con 5,700 empleados),<sup>36</sup> 3 licencias de tecnología y un Centro Técnico de Ingeniería en Ciudad Juárez, Chihuahua (MTC).<sup>37</sup>

<sup>33</sup> GM y la mayoría de las ensambladoras del mundo, programan el ensamble de sus automóviles de acuerdo con el tipo de chasis. Este ensamble obedece a una secuencia de componentes de acuerdo al programa de producción y dependiendo de la demanda. Gerente de la subplanta de ABS (2002)

<sup>34</sup> Son compañías pequeñas, generalmente, que se encuentran a 2 o 3 km. de la ensambladora. A estas compañías les llega la parte o el componente y ellas se encargan de hacer las conexiones que van a ir con el subsistema o sistema en el automóvil. Estos subsistemas o sistemas con sus conexiones se envían a la ensambladora de acuerdo con la secuencia que ésta haya previsto en su proceso de producción.

<sup>35</sup> Tanto el ensamble del arnés como la conformación del sistema de distribución de energía tienen un alto contenido de mano de obra.

<sup>36</sup> Incluidos en el total.

<sup>37</sup> Datos obtenidos en la página web intranet MTC-Delphi (2002)



En la tabla 6.5 se presentan las 6 divisiones y el número de plantas que cada una de ellas tenía en México a marzo de 2002. Como se observa, la división de Packard Electric es la que contaba con el mayor número de plantas.

**Tabla 6.5 Divisiones y plantas de Delphi en México**

División	No. Plantas
Packard Electric	41
Energy & Chasis	7
Delco Electronics	3
Saginaw Steering	3
Interiores	2
Harrison	1
<b>Total</b>	<b>57</b>

Fuente: Elaboración propia, con base en la información obtenida en la Intranet de MTC-Delphi (2002)

Delphi ha establecido una gran presencia en México gracias al fuerte apoyo recibido por el gobierno mexicano. En este aspecto vale la pena resaltar lo expresado por un alto directivo de Delphi Corp.: “Hemos llegado a depender del gobierno de este país para recibir ayuda en ciertas áreas, y nos han respondido en gran cantidad de cuestiones.”<sup>38</sup>

Como señala Wohleen (2003) las Secretarías de Hacienda y de Economía han trabajado con Delphi para reducir algunas complejidades administrativas. Programa tales como Maquiladora Controladora e Importador de Bajo Riesgo, permiten a Delphi operar con procesos de importación y exportación esbeltos, con lo cual esta empresa espera reducir los costos logísticos y administrativos. Delphi también recibió del gobierno mexicano incentivos estatales y un crédito de impuestos relacionados con su gasto de I+D.<sup>39</sup>

Delphi ha invertido de manera significativa en procesos de manufactura en México, lo cual se refleja en los premios que han recibido sus plantas. Desde 1999, siete plantas en México

<sup>38</sup> Tomado de Wohleen (2003)

<sup>39</sup> Este estímulo fiscal consistió en un crédito fiscal del 30% de los gastos e inversiones comprobables en proyectos de desarrollo de productos, materiales y procesos de producción, investigación y desarrollo de tecnología, así como los gastos en formación de personal de investigación y desarrollo de tecnología que se consideren estrictamente indispensables para la consecución de dichos proyectos, realizados en el año.

han ganado el prestigioso Premio *Shingo*, considerado como el “Premio Nobel de Manufactura”. Estas plantas son:<sup>40</sup>

- a. Las operaciones de RIMIR y Componentes Mecánicos de la división Seguridad en Interiores. Matamoros.
- b. La planta Deltrónicos, perteneciente a la división Delco Electronics. Matamoros.
- c. La planta de la división Sistemas Térmicos Harrison. Ciudad Juárez.
- d. La planta Sistemas Eléctricos de la división E&C. Ciudad Juárez.
- e. La planta Sistemas Eléctricos Packard. Mochis.
- f. La planta I de Delnosa, de la división Delco Electronics. Reynosa.
- g. Las plantas IV de Delnosa, de la división Delco Electronics. Reynosa.

Asimismo en el año 2002, el MTC ganó el Premio Nacional de Tecnología, el cual fue entregado por el Presidente de México. Este premio es otorgado a las compañías que se distinguen por su compromiso con la investigación y el avance tecnológico.

#### **6.2.2.1 Proveedores Mexicanos**

La toma de decisiones sobre la proveeduría para material directo de las plantas de producción depende del tipo de *commodities*. Si se tiene un proyecto global que Delphi-Saginaw está haciendo en México y en otra parte del mundo, al mismo tiempo, esa decisión está en Saginaw-EE.UU y no en el país donde está instalada la planta. Un mismo número de parte puede ser producido en distintas plantas en el mundo, así que en estos casos la decisión está centralizada en el Corporativo.

Delphi-México ha realizado algunos esfuerzos para desarrollar proveedores mexicanos, en el entorno local, regional y nacional, con el fin de disminuir los costos y aprovechar las ventajas de tener proveedores cerca de las plantas y del MTC. Así, al año 2002, Delphi estaba desarrollando una estrategia de mediano plazo para el desarrollo de proveedores en México. Estos proveedores podían ser mexicanos o extranjeros instalados en México.

---

<sup>40</sup>Tomado de Wohleen (2003)

Dentro de esta estrategia se encuentra la creación del grupo de Desarrollo de Proveedores, tanto en el MTC como en las plantas, el cual está integrado por ingenieros especializados en diferentes áreas del conocimiento. Este grupo tiene como misión identificar proveedores de insumos directos e indirectos y desarrollar proveedores mexicanos. Este grupo también se encarga de asesorar a los proveedores ofreciéndoles ayuda para mejorar sus procesos y para obtener buenos productos, asimismo se encarga de notificar a los proveedores cuando hay problemas. Sin embargo, esta labor en cuanto a proveedores mexicanos ha sido limitada, debido a las exigencias que tiene el sector automotriz, como ya se ha mencionado: volumen, calidad, precio, tolerancias de ingeniería muy pequeñas, entre otras, que difícilmente las empresas mexicanas logran cubrir.

Las compras de materiales en México por parte de Delphi han crecido en un 79% desde 1999 y se invirtieron 200 millones de dólares en México en el año 2002.<sup>41</sup> Al año 2003, el porcentaje de proveedores mexicanos que le surtían a Delphi de manera global, alcanzaba el 11%.<sup>42</sup> Delphi-México tiene un 2.7% de proveedores locales: 1.2% en Ciudad Juárez, 1.3% de El Paso Texas y 0.2% de las Cruces Santa Teresa.<sup>43</sup>

Vale la pena mencionar que en la mayoría de las veces, los proveedores mexicanos son generalmente vendedores de productos extranjeros, o son empresas instaladas en México pero de capital extranjero.<sup>44</sup>

#### **6.2.2.2 Directivos Mexicanos**

Con base en la estrategia llevada a cabo por la dirección general de Delphi Corp. de capacitar y formar una masa crítica de mexicanos para que ascendieran a cargos de dirección en México, al año 2002, Delphi-México tiene un número importante de directivos de nacionalidad mexicana. Su permanencia en cargos importantes sugiere que han demostrado una gran capacidad para decidir y manejar los negocios de Delphi Corp.

---

<sup>41</sup> Tomado de Wohleen (2003)

<sup>42</sup> Director de operaciones división E&C (2004)

<sup>43</sup> Director de operaciones división E&C (2004)

<sup>44</sup> Una mayor explicación de este tema se puede encontrar en la sección 8.2.3.2, literal C1, del capítulo 8 y la sección 9.2.2.1, literal C1, del capítulo 9.

En el caso de la planta 35 de Ciudad Juárez, durante los cinco primeros años después de su instalación en México todas las gerencias estaban en poder de los norteamericanos, y los mexicanos solo se encontraban en cargos técnicos con un bajo nivel de decisión en temas clave. A partir de 1985 los ingenieros mexicanos empezaron a tener cargos con cierto poder de decisión y actualmente se tienen más del 90% de directivos en las plantas. En el caso del MTC, cuando se instaló en 1995, todos los directivos de alto rango eran extranjeros, situación que ha ido cambiando paulatinamente.<sup>45</sup>

“Los ingenieros mexicanos han logrado muchos avances en el área de ingeniería pero no así a un nivel más organizacional. Es difícil pensar que una persona tenga éxito si carece de los conocimientos, de las conexiones, de las relaciones a todo nivel con la gente que influye y esto todavía el mexicano no lo tiene, y pasará mucho tiempo antes de lograrlo.”<sup>46</sup>

Si bien es cierto lo expresado anteriormente, hay algunas excepciones de mexicanos que han logrado acceder a puestos importantes en Delphi-México. Tales eran los casos, para el año 2002, del Director de operaciones mexicanas de Saginaw; de la Directora de operaciones para Chihuahua, Tlaxcala y Torreón de la división E&C; del Director de operaciones de la planta 35 de Ciudad Juárez; y otros que se encuentran en divisiones como Packard Electric e Interiores y que ocupan altos cargos gerenciales con un mayor poder de decisión.

Para el Director de operaciones mexicanas de Saginaw, los gerentes mexicanos han ayudado a mejorar la comunicación entre el Corporativo y el personal de las plantas. Por el idioma es más fácil la comunicación con los mexicanos que con los estadounidenses, por la cultura y la experiencia que se tiene con el personal de piso.

En la tabla 6.6 se presentan las 6 divisiones de Delphi -México y los gerentes de las plantas de acuerdo con su nacionalidad.

---

<sup>45</sup> Entrevista Ingeniero Staff Grupo de Avanzada, MTC (2002)

<sup>46</sup> Director del Grupo de Desarrollo de Saginaw MTC (2002).

**Tabla 6.6 Gerentes de planta por División en México**

División	Gerentes	
	Mexicanos	Extranjeros
Packard Electric	33	9
Energy & Chasis	6	1
Delco Electronics	2	0
Saginaw Steering	1	2
Interiores	1	1
Harrison	1	0
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>13</b>

Fuente: Elaboración propia, con base en la información obtenida en la Intranet del MTC-Delphi (2002)

### 6.3 Conclusión

Delphi Corp. es una empresa global de origen estadounidense que tiene presencia en diferentes partes del mundo, con el fin de poder atender su principal mercado que es el sector automotriz.

Su instalación en México se dio hace un poco más de veinte años, por razones básicamente de tipo económico. Esta instalación a través de plantas que ensamblan y manufacturan componentes ha sido paulatina y creciente. Asimismo, el traslado de productos de mayor contenido tecnológico a las plantas de las 6 divisiones que Delphi tiene en México, ha contribuido a que Delphi Corp. se convierta en una empresa importante en México, no solo por su impacto al nivel económico sino también en el ámbito tecnológico.

Es precisamente por su impacto tecnológico que en esta tesis se toma a Delphi-México como objeto de estudio y específicamente a tres de sus negocios que se encuentran en dos de las más importantes divisiones de Delphi como son: E&C y Saginaw. Asimismo, la instalación en 1995 del Centro Técnico de componentes más grande de Delphi, hace más atractivo el análisis que sobre capacidades tecnológicas se realizó en esta investigación.

Con base en lo anterior, en el siguiente capítulo, se hace una descripción de este Centro Técnico y se analiza su papel en la evolución que ha sufrido Delphi en México.



## Capítulo 7. 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 Unidos y de la contratación de personal en México y Estados Unidos.<sup>1</sup> Es el centro de desarrollo de componentes (*Component Engineering Center*) más grande de los 31 centros técnicos de Delphi Corp., y el único que incorpora a 6 divisiones de esta empresa global.

A partir del establecimiento del MTC las divisiones de Delphi han ido estableciendo áreas de ingeniería y diferentes laboratorios en México. Cada división tiene cierta independencia en sus estrategias y líneas de negocios, pero hay algunos departamentos comunes entre las divisiones (p.e. ingeniería de materiales) y un consejo común (*steering council*). También comparten la política de personal y los laboratorios. Las divisiones más fuertes en investigación e ingeniería son: Delphi-E&C, Delphi-S, Delphi-H y Delphi-D.

La primera división en instalarse en el MTC fue la de Energy, 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 división de Delphi-E&C.

De 1995 a 1999 el Centro experimentó una demanda creciente de productos y servicios, razón por la cual se expandió en casi al doble del espacio existente. Para 1999 la nave industrial era de 437,948 pies<sup>2</sup> (40,500 m<sup>2</sup>), destinados a los laboratorios, oficinas administrativas y de ingeniería. En el 2001 contaba con un área construida de 488,000 pies<sup>2</sup> (45,337 m<sup>2</sup>) que se incrementó a 620,000 pies<sup>2</sup> (57,600 m<sup>2</sup>), 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 7.1.

---

<sup>1</sup> Página web intranet MTC-Delphi (2002)

**Tabla 7.1 Personal ocupado en el MTC**

Año	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2003
No. 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 división E&C (2004)

De los 1,970 empleados que tenía el MTC en el año 2000, el 52% eran graduados universitarios. Entre el personal dedicado a las áreas de ingeniería (aproximadamente 1,000), el 80% tenía un grado universitario, mayoritariamente en ingeniería, el 3% eran maestros y el 1% 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 contaba al 2002, aproximadamente, con 100 ingenieros<sup>2</sup> y 77 técnicos administrativos.

El MTC tiene clientes internos (las plantas) 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: i) diseñar y desarrollar nuevos productos o componentes con nuevas tecnologías, ii) desarrollar nuevas aplicaciones para productos existentes, iii) desarrollar nuevas técnicas de producción e ingeniería avanzada, iv) diseñar y desarrollar procesos y celdas de manufactura a escala mundial, v) realizar parte de investigación aplicada, y vi) desarrollar algunos equipos para el mismo MTC (integrar los sistemas: hacer 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.<sup>3</sup>

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 se constituyen en 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 video conferencia, un auditorio, programas de capacitación fuera y dentro del

<sup>2</sup> El 20% del personal con maestría y 20-30% estudiando maestría.

<sup>3</sup> Entrevistas con el personal del MTC (2001).

centro. Toda la logística relacionada con I+D en México está en el Centro Técnico, las plantas no tiene ninguna área destinada a realizar este tipo de actividades.

Las áreas de especialización del MTC son las siguientes: i) desarrollo y caracterización de nuevos materiales: magnéticos, magnetostrictivos, y plásticos de alto coeficiente dieléctrico; ii) desarrollo de proceso para uso de nuevos materiales; iii) soporte técnico en áreas de: tribología, caracterización de aditivos y comportamiento electroquímico; iv) sistemas micro maquinados (MEMS); v) estructuras de elementos sensores; y vi) nuevos métodos de generación de movimiento y fuerza.<sup>4</sup>

El MTC diseña productos para las plantas de Delphi localizadas en Portugal, EEUU, España y Brasil. La negociación de los diseños que Delphi vende a otras empresas se hace a través de licencias o patentes. Se cobra la proporción de asistencia técnica y luego las regalías de la patente. El MTC instala la tecnología y asume la responsabilidad de la tecnología que se vende por un tiempo determinado en el contrato de venta.

Además de las actividades de diseño y desarrollo de producto el MTC ha asumido, desde el año 2002, la responsabilidad de realizar las compras de insumos para las áreas administrativas tanto de las plantas en México como del mismo centro técnico. Anteriormente, esta responsabilidad era de las plantas pero ahora esta labor ha sido centralizada en el MTC. Esta actividad se suma a otras actividades que ya tenía el MTC, como es la compra de materiales indirectos y materiales 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 EEUU, Alemania, Italia y otros países de Europa.

Antes de la instalación del MTC en Ciudad Juárez la mayoría de las decisiones sobre las compras eran tomadas por los directivos de cada división en EEUU, en los Centros Técnicos responsables del diseño de los productos y en pocas ocasiones por los gerentes de las plantas, especialmente para insumos indirectos. A medida que el MTC se ha ido consolidando en México, los directivos de Delphi en EEUU le han delegado cada vez más

---

<sup>4</sup> Entrevistas con el personal del MTC (2001).

la toma decisiones importantes para el desarrollo de algunos negocios en este país. Así, por ejemplo, en el año 2002 casi un 90% de las compras para la línea de negocio de sensores y actuadores era manejado desde México,<sup>5</sup> lo cual no significa que estas compras las realicen solo a proveedores locales. Lo anterior no se aplica para todos los negocios que Delphi tiene en México, todavía existen algunos negocios, especialmente los más nuevos, que tienen una fuerte dependencia de las decisiones que se toman en la división en EEUU.

En este contexto, vale la pena mencionar lo expresado por el Director de Operaciones de la división de E&C en el MTC: "... el MTC ha logrado influenciar de manera significativa las decisiones del Corporativo, debido a que muchos de los modelos y procesos que se han desarrollado en el MTC se están tomando como base para replicarlos en otros lugares del mundo. Asimismo, el MTC fija la dirección técnica a escala mundial de las líneas de negocio para las cuales este centro técnico tiene el control de la ingeniería."<sup>6</sup>

### *7.1 Razones para instalar el Centro Técnico en México*

La instalación del MTC en Ciudad Juárez respondió a diferentes motivos, entre los cuales se destacan cuatro:<sup>7</sup>

- a) Cercanía con las plantas para reducir los costos de instalación de líneas de producción, el tiempo de respuesta y el costo de comunicaciones. Trasladar el Centro Técnico a México fue importante porque acercó los recursos de ingeniería a las plantas productivas y a la vez disminuyó el traslado de personal técnico hacia y desde EEUU para estrechar la relación con las plantas.<sup>8</sup>

Antes de instalar el MTC en Ciudad Juárez, los ingenieros estadounidenses acompañaban los nuevos negocios, realizaban el montaje de los equipos y de los sistemas de producción. Cuando se tenían problemas las soluciones se tardaban porque

---

<sup>5</sup> Entrevista con Gerente subplanta ABS (2002)

<sup>6</sup> Director de operaciones división E&C (2004)

<sup>7</sup> Director Grupo de Desarrollo de Productos Delphi-Saginaw y Director de operaciones planta 35 (2002)

<sup>8</sup> Ingeniero de Producto Subplanta de Transmisiones, Planta 35 (2002)

se tenía que consultar con el Centro de Ingeniería de Anderson.<sup>9</sup> A partir de 1995 con la instalación del MTC esta situación cambió, ya que las soluciones se daban directamente del MTC a las plantas en menos tiempo. “Asimismo, era mucho más sencillo hacer las pruebas de laboratorio y el tiempo era más corto, porque los resultados se podían obtener el mismo día, además se podían solicitar personalmente las pruebas y hacer el seguimiento de las mismas.”<sup>10</sup>

Para el Director del grupo de Desarrollo de Productos de Saginaw: “México tenía la ventaja de compartir su frontera con los EEUU, además contaba con recursos tales como: ingenieros jóvenes con buena formación, 400 ingenieros estadounidenses con experiencia que hacían las veces de profesores y que podían vivir en El Paso, Texas-EEUU, con las mismas condiciones que cuando trabajaban en el centro técnico en EEUU, y trasladarse fácilmente a México. Por lo tanto, fue menos costoso y más eficiente transferir tecnología de producto, en un escenario en que la gente que tenía los conocimientos (ingenieros estadounidenses) no tenía que cambiar su vida viviendo fuera de su país de origen, EEUU; así no se tenía que aumentar el costo. Igual ocurrió en Canadá, hace 40 años.”<sup>11</sup>

- b) Restricciones para crecer en EEUU por el “Head Counter”.<sup>12</sup> Debido a esta disposición muchas empresas norteamericanas, entre ellas Delphi Corp., buscaron otros lugares para establecerse y salvar estas restricciones. Así, la instalación del MTC en México fue en parte respuesta a esta disposición, aunado también a las ventajas de la cercanía con los centros de investigación y las universidades de EEUU, y para aprovechar las ventajas que ofrecía el régimen maquilador.

---

<sup>9</sup> A este centro técnico se le conocía con el nombre de planta 18 y era ahí en donde se concentraba toda la ingeniería de Delco Remy. Este Centro Técnico estaba ubicado en el Estado de Indiana en EEUU y se encargaba de hacer el diseño de los productos para las plantas de Delphi a escala mundial. Gran parte de los diseños, tanto en productos como en procesos, que se manejaban en este Centro, fueron trasladados al MTC, así como algunos de los ingenieros que quisieron viajar a trabajar en Ciudad Juárez.

<sup>10</sup> Gerente de Manufactura de la subplanta Multec (2002)

<sup>11</sup> Director del grupo de Desarrollo de Productos de Saginaw (2002)

<sup>12</sup> Estas restricciones se relacionan con el número de personas autorizadas dentro de una zona, teniendo en cuenta las prestaciones sociales.

- c) Búsqueda por reducir los costos de operación, a través de reducir el costo de la ingeniería. “Esto obedece a una estrategia: con el salario que se paga a un ingeniero estadounidense, se pagan tres ingenieros mexicanos, pero con la condición de que en poco tiempo sean muy competitivos.”<sup>13</sup>

Para algunos ingenieros del MTC, la decisión de instalar el Centro Técnico en México fue, además de la ingeniería barata, por el comportamiento, la capacidad y la dedicación que había demostrado por muchos años el personal de ingeniería de las plantas mexicanas. En este contexto, la decisión del traslado de actividades de diseño parece estar relacionada con la idea: “si el área de ensamble y manufactura se puede realizar con éxito en México, el área de ingeniería también”,<sup>14</sup> así se toma la decisión de dar una mayor responsabilidad, más tecnología y más negocios con la instalación del MTC en México. Lo anterior permite pensar, que la ingeniería y la capacidad técnica mexicana han ganado credibilidad ante los directivos de Delphi Corp, por su trayectoria en las plantas, lo cual, parece ser una ventaja competitiva para México.

- d) Ser una empresa global. Para el Director del grupo de Desarrollo de Productos de Saginaw, la razón por la cual instalaron el MTC en México se basa en las estrategias: “es necesario que todas las organizaciones en el mundo sean globales: Hay varias estrategias para ser global, pero una de las principales es tener presencia física en todas las partes del mundo. En el mundo de los automóviles, esto implica: Europa, Sudamérica (principalmente Brasil), América del Norte, Asia, Japón y Australia, por lo tanto, si se quiere ser global se tiene que estar en todas estas partes del mundo”.

Vale la pena mencionar que en un principio las plantas resintieron la instalación del MTC, ya que se generaron problemas porque no se incorporó en éste todo el conocimiento que se tenía en el Centro Técnico de Anderson y con el cual las plantas estaban acostumbradas a trabajar. Lo anterior se debió, a que parte del conocimiento de este centro técnico se perdió con los ingenieros que no quisieron trabajar en México.

<sup>13</sup> Ingeniero junior del MTC-Saginaw (2002)

<sup>14</sup> Ingeniero junior del MTC-Saginaw (2002)

## 7.2 Diseño en el MTC

El objetivo principal de Delphi Corp. no es sólo producir autopartes especializadas, sino la fabricación integral de sus productos. Para llevar a cabo este objetivo Delphi ha diseñado un plan estratégico, el cual es aplicado por todos los centros técnicos y plantas de Delphi en el mundo. Mediante este plan se administran los proyectos que involucran productos que requiere el cliente.

Estos proyectos pueden ser nuevos, esto significa que son proyectos concebidos y diseñados por el Centro Técnico de Delphi responsable del diseño, quien se encarga además de llevarlo a producción en la planta que es definida en EEUU. Los proyectos antiguos, consisten en productos que fueron concebidos y diseñados por un centro técnico de Delphi y que con el tiempo pasaron a ser responsabilidad, en cuanto a modificaciones, adaptaciones y producción, de otros centros técnicos de Delphi en distintos lugares del mundo. En este contexto, es importante definir que la responsabilidad del diseño significa que un centro técnico es el propietario del diseño, o en otras palabras, que los ingenieros de un determinado centro técnico diseñaron y desarrollaron el producto y/o tienen el conocimiento y la autoridad para modificarlo.<sup>15</sup>

El plan estratégico consta de cuatro fases de desarrollo y una fase preliminar. En la tabla 7.2 se hace una presentación de las cinco fases y sus características, asimismo, en el proceso de desarrollo se tiene tres etapas que se denominan de la siguiente manera:

TDP: *Technology Development Process* (investigación aplicada)

ADP: *Advanced Development Process* (ingeniería avanzada)

PDP: *Product Development Process* (diseño para producción)

---

<sup>15</sup> Entrevistas: Director del grupo de Desarrollo de Productos de MTC-Saginaw, Gerente de Planta 66 (2003)

Tabla 7.2 Fases del plan estratégico de Delphi Corp.

Proceso de desarrollo	Fase	Características
Proceso de Desarrollo de Tecnología (TDP)	Fase 00. Preliminar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer ciencia básica e investigación en áreas del conocimiento que se pueden aplicar en diferentes sectores de mercado.</li> <li>Tener un concepto.</li> </ul>
Proceso de Desarrollo Avanzado (ADP)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Creación de un prototipo.</li> <li>Elaboración de pruebas en el laboratorio.</li> <li>Evaluación de la viabilidad y posibilidad en el mercado.</li> </ul>
Proceso de Desarrollo de Producto (PDP)	Fase 0. Inicio de la idea	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solicitud del Cliente.</li> <li>Conformar equipo de trabajo: Ingeniero de producto, ingeniero de prueba, ingeniero de proceso, un líder coordinador, ingeniero de manufactura, cada uno con áreas de apoyo y laboratorios de ensamble.</li> </ul>
	Fase 1. Elaboración del diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contacto más cercano con el cliente.</li> <li>Creación del prototipo.</li> <li>Aprobación por el cliente.</li> </ul>
	Fase 2. Validación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseños y productos.</li> <li>Diseño y/o elección del equipo de producción.</li> <li>Definición y elección de materiales.</li> <li>Instalación de la manufactura.</li> <li>Diseño del layout, los manuales, etc.</li> </ul>
	Fase 3. Mejora continua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escalamiento del proceso.</li> <li>Manufactura.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas en el MTC (2001) y de la página web de Delphi (2002)

Las tres etapas del proceso de desarrollo consisten en:

- a) **TDP:** consiste en desarrollar e introducir nuevas tecnologías a la empresa. La meta del proceso es la de identificar tecnologías que pueden cumplir con los requerimientos técnicos para potenciales oportunidades de mercado (*technology pull*) o para desarrollar tecnologías que pueden habilitar nuevos sistemas (*technology push*). Estas actividades involucran ciencia e investigación básica y los grupos encargados de realizarla se ubican principalmente en EEUU, generalmente se lleva a cabo mediante estudios en universidades, en institutos de gobierno, compañías privadas, laboratorios privados, entre otros;
- b) **ADP:** consiste en desarrollar productos y procesos nuevos de manera anticipada al mercado o en respuesta rápida a cambios del mercado o de la competencia. Este proceso toma las tecnologías del portafolio de tecnologías o tecnologías probadas en el exterior de Delphi, y las usa para desarrollar los diseños conceptuales de productos y

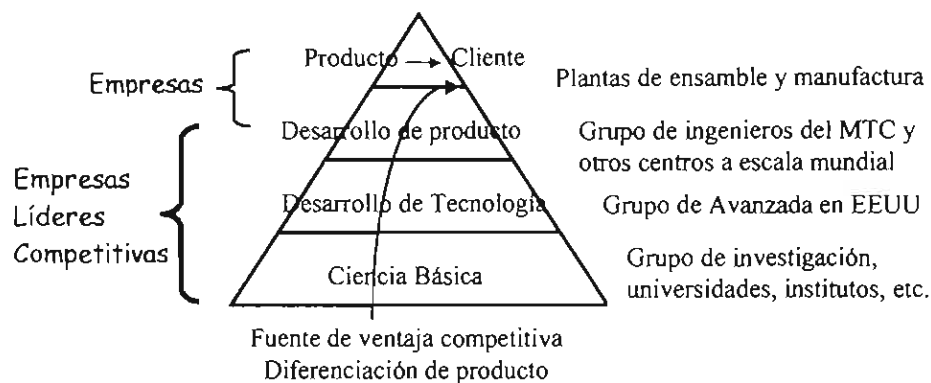


los procesos que son necesarios para probar la viabilidad económica y de producción. Esta actividad generalmente se lleva a cabo en EEUU con los grupos de avanzada. Para el caso de sensores y actuadores el grupo de avanzada de esta línea de negocio se encuentra en el MTC-E&C, la división de Saginaw no cuenta con grupos de avanzada en México, esto significa que el MTC-Saginaw no está en el área de desarrollar tecnología, y;

- c) **PDP:** es el proceso de desarrollo de producto, que es la manera más segura para introducir al mercado productos que contienen algo que no tienen los competidores. Por lo tanto, es necesario que las empresas líderes tengan su propio desarrollo con proyectos que les permitan hacer algo diferente para entrar en el mercado y tener éxito. La actividad de desarrollo de productos (PDP) es la clave de la competitividad y se lleva a cabo en los centros técnicos que Delphi tiene a escala mundial, entre ellos el MTC. Así, si la empresa tiene un producto con futuro en el mercado está obligada a tener proyectos de desarrollo para este producto con el fin de que no se quede obsoleto. La actividad de desarrollo de productos permite tener productos nuevos para reemplazar los productos antiguos y permanecer vigentes en el mercado. En muchas ocasiones no es necesario desarrollar productos que sean totalmente nuevos, se puede trabajar en diseñar mejoras para un producto que es considerado como fuerte. De ahí que muchos proyectos que se llevan a cabo en los centros técnicos sean enfocados a pequeños incrementos de mejora.

El Director del Grupo de Desarrollo de Productos Delphi-Saginaw esquematiza el proceso de diseño en el MTC y en los otros centros técnicos de Delphi de acuerdo con la figura 7.1.

**Figura 7.1 Evolución en la generación de nuevos productos**



Fuente: Director Grupo de Desarrollo de Productos Delphi-Saginaw (2002)

En la figura 7.1 se muestra la evolución en la creación de nuevos productos, que involucra las etapas y las responsabilidades de cada uno de los grupos que hacen parte de este proceso creativo. Asimismo, se observa como este proceso creativo es la base de la ventaja competitiva de las empresas líderes, que se da a partir de la diferenciación de productos.

En el caso de la línea de negocio de sensores y actuadores el grupo de ingeniería avanzada del MTC, realiza actividades relacionadas con PDP y con ADP. Así, en México se realizan actividades de diseño e I+D para este negocio y los ingenieros del MTC se apoyan en los grupos de investigación, ubicados en EEUU y otros lugares del mundo, cuando se requiere de conocimientos en ciencia básica.<sup>16</sup> En el caso del negocio de la flecha intermedia del sistema de dirección, el grupo de ingeniería de Saginaw realiza básicamente actividades relacionadas con PDP.<sup>17</sup> Así, en México se realizan actividades de diseño para este negocio y los ingenieros de Saginaw utilizan como apoyo a los grupos de ingeniería avanzada de EEUU para el desarrollo de tecnología para sus negocios.<sup>18</sup>

Asimismo, como se muestra en la tabla 7.2, las etapas descritas anteriormente se pueden también analizar a partir de cinco fases que Delphi utiliza en el plan estratégico para el desarrollo de sus productos. A continuación se explican en qué consisten cada una de estas fases.

<sup>16</sup> La línea de negocio de sensores y actuadores se analiza en el capítulo 8 de la presente tesis.

<sup>17</sup> El negocio de la flecha intermedia se analiza en el capítulo 10 de la presente tesis.

<sup>18</sup> Una mayor explicación de este tema se encuentra en la sección 11.1.2.2, del capítulo 11 de esta tesis.

### 7.2.1 Fase 00. Preliminar

En esta primera fase están incluidos los procesos de desarrollo TDP y ADP que se relacionan con ciencia básica e investigación. En estos dos procesos se puede decir que se trabaja con conocimiento genérico, que permite tener desarrollos que se pueden aplicar en diferentes campos de la industria, la salud, la comunicación, etc. Con esta fase se dan las herramientas esenciales para desarrollar materiales, conceptos y aplicaciones que posteriormente son capitalizados en el proceso de diseño y desarrollo de un producto en particular.

En esta fase preliminar los centros de I+D tanto públicos como privados, las universidades, *Delphi Technologies Inc.* (en el caso particular de Delphi), los institutos de investigación básica, entre otros, son los principales participantes y generadores de conocimiento. Este conocimiento generalmente está protegido mediante patentes, secretos industriales y otras figuras jurídicas que permiten a quienes lo generan usufructuar los beneficios de su apropiación.

En el caso de Delphi Corp. la relación con entidades de ciencia básica e investigación es muy fuerte en EEUU. De ahí que todos los centros técnicos de Delphi cuenten con una red de datos, la cual les permite a los ingenieros tener acceso a diferente tipo de conocimiento e información sobre los resultados de las investigaciones en diferentes áreas del conocimiento y en diferentes partes del mundo.

El MTC tiene poca actividad en esta fase, pero tiene un fuerte apoyo, como se dijo anteriormente, por parte de centros y universidades en EEUU que se dedican a este tipo de actividades. Un ejemplo de las actividades de ADP que se llevan a cabo en el MTC es el caso de la línea de negocio de sensores y actuadores, en donde se trabaja con I+D para el desarrollo de tecnología, aunque la mayoría de las actividades se enfocan principalmente a PDP.

En el Recuadro 7.1 se muestra un ejemplo de avance en la ciencia electrónica y su impacto en el avance de sensores.

**Recuadro 7.1**  
**Producto que ha seguido el proceso desde ciencia básica**  
**hasta desarrollo para el mercado**

El sistema de suspensión para un automóvil era considerado hace años como algo muy simple, muy conocido y que cualquier proveedor lo vendía. No había mucha diferencia entre un sistema y otro. Este sistema consistía en un cilindro con un pistón y un proceso de presión sobre el aceite para desplazar dicho pistón y hacer posible la amortiguación. A partir de los años 1996-1997 con el avance de la ciencia en electrónica Delphi desarrolló un nuevo sistema, que consiste en administrar electrónicamente el flujo de aceite a través del orificio que va al pistón. Este control se hace con sensores de cualquier tipo: puede ser de impacto, de reacción, etc., los cuales producen señales que permiten tomar la decisión para controlar el volumen de aceite y hacer la amortiguación. Este sistema de suspensión del automóvil se ubica en las ruedas y entró en el mercado en el año 2000.

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas.

En el Recuadro 7.2 se muestra el avance de un producto a partir del desarrollo de un material que tuvo como base la investigación científica. Para Director del grupo de Desarrollo de Productos de Saginaw el siguiente producto es un ejemplo de "*Science Research Technology Development.*"

**Recuadro 7.2**  
**Desarrollo tecnológico basado en la investigación científica: Licor biológico**

A partir del año 2000 ha habido un avance espectacular en la evolución de la ciencia básica de materiales tipo aceite. La ciencia ha desarrollado un líquido al que han denominado licor biológico. Es un tipo de líquido aceitoso, que puede cambiar su viscosidad, a través de la inducción de señales eléctricas o electrónicas. Este producto fue desarrollado por compañías que saben que este líquido biológico tiene muchas posibilidades en el mercado debido a sus múltiples aplicaciones.

Una de las aplicaciones más importantes ha sido en el sistema de suspensión de los automóviles. Con el licor biológico es posible controlar el flujo modificando la viscosidad del líquido sin modificar el orificio que va al pistón. Con este avance en el material fue posible lograr la misma meta de control de flujo pero con un menor tiempo de respuesta del sistema, ya que es mucho más rápido y coherente. Este avance en el producto fue posible debido al avance en la ciencia básica de materiales.

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas.

El caso del Sensor de Aceite, descrito en el recuadro 8.5 del capítulo 8, de la presente tesis es considerado como un ejemplo de Desarrollo de Tecnología porque demandó diferentes tipos de conocimiento. Para desarrollar este sensor, los ingenieros de la división E&C necesitaron realizar profundas investigaciones en cuanto a materiales, circuitos electrónicos y otras áreas relacionadas.

### **7.2.2 Fase 0. Inicio de la idea**

En el caso del MTC se hace especial énfasis en las fases 0, 1 y 2. El MTC trabaja principalmente en el diseño y desarrollo de productos con base en equipos de trabajo según los proyectos y el plan estratégico a partir de la fase 0. En esta fase se revisan los requerimientos del cliente y con base en ellos se busca en el portafolio de productos de Delphi. Si se tiene un producto que cumpla con lo solicitado, entonces se le ofrece dicho producto al cliente, en caso contrario, los ingenieros de diseño empiezan a trabajar en la idea del nuevo producto, con base en los requerimientos.

Es importante aclarar que los ingenieros del MTC trabajan también en proyectos que no han sido solicitados por el cliente, pero que se consideran que tienen futuro en el mercado y pueden ser competitivos. A partir de la implantación de la nueva estrategia en el año 2002, que involucra el diseño de sistemas más que de componentes aislados, los proyectos ya son más integrados. En este sentido es importante destacar que al 2003, ya el MTC contaba con proyectos que se habían desarrollado entre varias divisiones, lo que permitía la integración de diferentes conocimientos y experiencias, obteniendo así productos más atractivos para el mercado. Esta nueva estrategia permite disminuir costos de producción y garantizar la calidad al cliente. También permite proporcionar más recursos a la investigación e integrar mejor el conocimiento existente en todas las áreas de la organización.<sup>19</sup>

### **7.2.3 Fase 1. Elaboración del diseño**

En esta fase los ingenieros agrupados en cada proyecto trabajan con las especificaciones del producto y tienen mucho contacto con el cliente, con el fin de que las especificaciones estén acordes a lo que éste necesita. Con base en las especificaciones se diseña y fabrica el prototipo, el cual servirá para realizar las diferentes pruebas hasta llegar a la aprobación por parte del cliente.

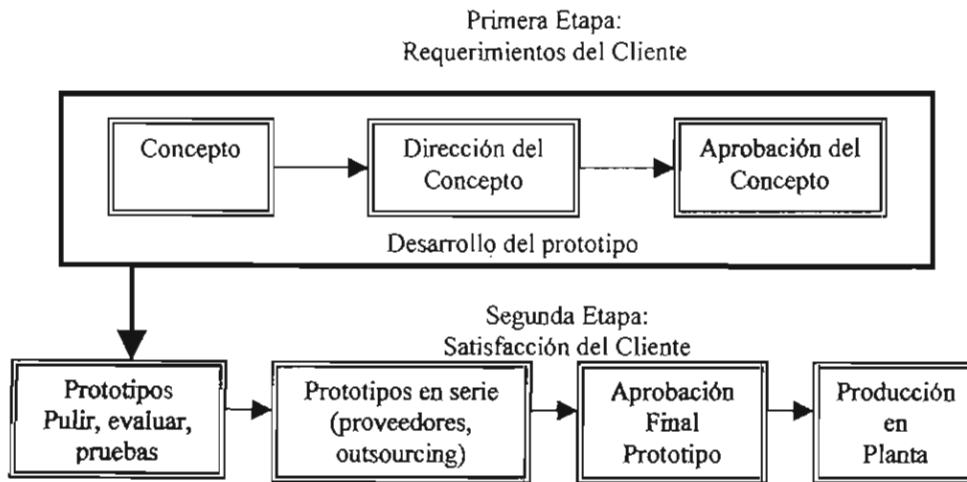
Los ingenieros del MTC tienen que trabajar en sus diseños con manufactura esbelta, esto significa que deben incorporar todos los conceptos relacionados con optimización de los recursos para disminuir costos. Esto implica controlar todas las variables que incrementen el costo del producto.

---

<sup>19</sup> Ingeniero del Departamento Delphi Dynamics & Propulsion Innovation Center (2002)

En la figura 7.2 se presentan las dos etapas que se requieren para lograr el diseño de un producto.

**Figura 7.2 Etapas del Diseño**



Fuente: Superintendente de Calidad, plantas de Querétaro (2003)

Como se observa en la figura anterior, en el diseño se puede hablar de dos etapas: i) requerimientos del cliente; y ii) satisfacción del cliente. Cada una de estas dos etapas están vinculadas con actividades que se llevan a cabo para la obtención final de un producto que debe ser de la satisfacción total del cliente. Vale la pena mencionar que con la aprobación del prototipo final se trabaja en identificar el sitio donde se van a ensamblar y/o a manufacturar los productos.

Las actividades de diseño son exclusivas del MTC, en las plantas no se diseña el producto ni el proceso. En las plantas se hacen algunas adaptaciones, se rediseñan máquinas, se hacen mejoras en el proceso y modificaciones para incrementar la productividad, etc. Generalmente si se llega a desarrollar algún tipo de innovación en la planta, ésta deberá ser notificada al MTC, quien tendrá que evaluar, validar y aprobar dicha innovación. Cuando se han llevado a cabo todas las actividades y se ha comprobado que la innovación beneficia al negocio se hace la propuesta al cliente para que la apruebe y se procede a hacer efectiva la innovación en el producto o proceso. En conclusión los centros técnicos son los responsables del diseño y las plantas son responsables por la producción.

La interacción de los ingenieros de las plantas, el ingeniero de producto y el ingeniero de manufactura, con los ingenieros de los centros técnicos responsables es intensa y dinámica. Esto es importante en la medida en que los ingenieros de las plantas desglosan por procesos cada producto e identifican las actividades productivas que debe hacer la planta, para lo cual se apoyan en los ingenieros del MTC y de los otros centros técnicos responsables del producto con el fin de lograr el éxito en el proceso productivo.

Así, los ingenieros mexicanos han desarrollado habilidades que les ha permitido rediseñar y corregir procesos y productos. Es por ello que paulatinamente se han ido delegando muchas funciones de diseño y gerenciales en los ingenieros mexicanos desplazando a los ingenieros extranjeros. Al año 2002, en el MTC se contaba con un número importante de ingenieros mexicanos encargados de rediseñar o crear productos nuevos.

Finalmente, en esta fase las plantas convocan al cliente (ensambladora) para que observe su producto y el proceso mediante el cual se fabrica. A través del PPAP se verifica que todo esté bajo control.

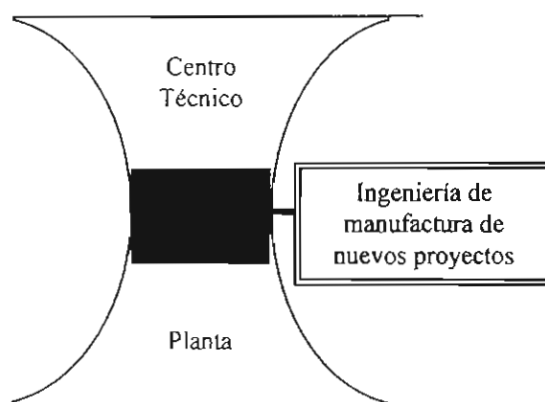
#### **7.2.4 Fase 2. Validación**

En esta fase 2 el MTC es responsable de realizar los prototipos y validar el diseño del producto, evaluar la maquinaria que se tiene en las plantas para saber si puede utilizarse en el nuevo proyecto. Si no es posible utilizar la maquinaria existente se autoriza la compra de nueva maquinaria, y si es el caso, se diseña la maquinaria y los equipos necesarios para la producción. Asimismo, el MTC se encarga de proveer todas las herramientas al inicio del proceso. Cuando se traslada un proceso nuevo a la planta, el MTC se encarga de validar y llevar a la planta el equipo de manufactura, de prueba y el proceso y da las instrucciones para que el personal de la planta aprenda a darle mantenimiento a los equipos. Además, los ingenieros del MTC son responsables de darle a la planta las instrucciones de trabajo para los operarios, las herramientas y todo lo necesario para producir.

Durante esta fase el MTC interactúa fuertemente con las plantas a fin de entregar el producto, el equipo y su proceso de producción con todas las especificaciones, en las mejores condiciones para que no haya problemas en la fabricación. Así, los ingenieros que

están en el área de manufactura son los más involucrados en la transición del proyecto a la planta, tal como se muestra en la figura 7.3.

**Figura 7.3 Transición de los proyectos del MTC a la planta**



Fuente: Ingeniero de manufactura, Querétaro (2003)

En la figura anterior, se observa que los ingenieros que se encargan de realizar la planeación para la producción de los nuevos negocios en las plantas, se convierten en el “puente” entre el centro técnico responsable del diseño del producto y la planta que lo recibe para su ensamble o manufactura.

Cuando el MTC libera la maquinaria y el equipo, el personal de la planta asume el control de los mismos. Se hace un trabajo conjunto entre la planta y el MTC durante las primeras corridas del proceso en la planta, con el fin de detectar problemas en el momento de escalar el proceso. Finalmente cuando ya se ha validado el proceso, la planta asume la responsabilidad de la producción.

El MTC cuenta con un ingeniero responsable del diseño del producto que se encuentra radicado en la planta. En algunos casos coincide que el responsable del diseño es el mismo ingeniero que diseñó el producto. El diseño de algunas de las herramientas se hace directamente en la planta, aprovechando las habilidades que se han desarrollado en este aspecto.



### 7.2.5 Fase 3. Mejora continua

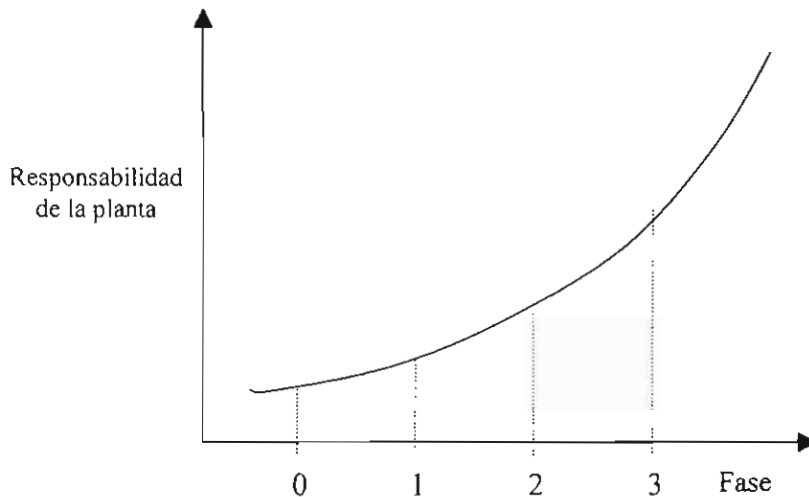
En la fase 3 las plantas asumen el papel más importante, pues son ellas las responsables de fabricar el producto y entregarlo al cliente.

En los primeros años de la instalación del MTC en México, la relación entre éste y las plantas no era muy fuerte y por ello se presentaban muchos problemas cuando se escalaba el proceso. A partir del año 2000, se da un mayor acercamiento entre las plantas y el MTC. Lo anterior, implicó que los ingenieros de las plantas asistieran e interactuaran con su experiencia desde la fase 0 para que se enteraran sobre cómo se diseña el producto y el proceso productivo, identificar los equipos, las herramientas, la maquinaria, participar en la estandarización de los documentos, detectar los modos de falla, etc. Al año 2002, tanto los ingenieros del MTC como los de las plantas eran más conscientes de la importancia que tenía monitorear todas las fases, desde fase 0 hasta fase 3, con el fin de evitar problemas cuando se escalaba el proceso.

En esta fase 3, de mejora continua, los programas de inducción, entrenamiento y capacitación juegan un papel muy importante. Mediante estos programas Delphi busca desarrollar las capacidades del personal en lo técnico (plásticos, diseño de elementos finitos, estadística, *Shaining*, etc.) y en lo organizacional, involucrándolo en la cultura de la empresa. Esto se relaciona con la idea de que el impacto cultural entre México y EEUU, no sea tan fuerte. En este sentido, se concientiza al mexicano para cumplir tres cualidades básicas: ser completo, concreto, conciso. Así, la mejora continua hace posible incrementar la competitividad de la empresa.

Como ya se mencionó, la responsabilidad de la planta es creciente a medida que transcurren las fases de desarrollo. En la figura 7.4 se muestra como es la evolución de esta responsabilidad a través del tiempo.

**Figura 7.4 Evolución de la responsabilidad de las plantas en los nuevos proyectos en los nuevos proyectos**



Fuente: Ingeniero de manufactura, Querétaro (2003)

Con base en la experiencia que se tiene en Delphi, se considera que en las fases 0, 1 y 2, cuya responsabilidad es básicamente del MTC, se utiliza un 75% del tiempo del proyecto y el otro 25% se utiliza en la fase 3 que es la parte de producción o mejora continua.<sup>20</sup>

### 7.2.6 Patentes

Delphi Corp. tiene una política bien definida en relación con las patentes. Las patentes son de la compañía, pero aparecen a nombre del inventor o inventores que concibieron la idea. Delphi solicita el registro de las patentes directamente en EEUU o en países europeos y no en México, aunque el producto o desarrollo a patentar haya sido realizado en este país.

En Delphi-México los ingenieros tienen la libertad para presentar lo que se denomina *Record Of Invention* (ROI) ó registros de invención. El ROI es la documentación de las ideas, algunas de estas ideas se trabajan a profundidad y pueden llegar a patentarse. Así, es muy común que los ingenieros del MTC elaboren una gran cantidad de ROI, que pueden dar origen a las innovaciones de productos y procesos. Asimismo, los ingenieros del MTC trabajan en distintos proyectos con el fin de desarrollar productos patentables. En este contexto, se ha desarrollado una curva de aprendizaje para patentar y que consta básicamente de dos aspectos: i) se imita, y ii) se crea algo nuevo.

<sup>20</sup> Ingeniero de manufactura, Querétaro (2003).

Lo anterior se constituye en una tarea muy importante para Delphi, ya que las patentes también obedecen a una estrategia de mercado de la empresa para excluir a sus competidores.

En la tabla 7.3 se presentan algunos datos de relacionados con la capacidad innovadora del MTC:

**Tabla 7.3 Actividad innovadora del MTC**

Año	Total ROI	Solicitudes de patentes	Patentes otorgadas	Publicaciones defensivas	Secretos comerciales
1999	82	29	3	3	2
2000	130	44	5	8	2
2002			26		
2003			30		

Fuente: Director de operaciones división E&C (2004)

### 7.3 Conclusión

A través de su historia Delphi se ha caracterizado por una amplia actividad innovadora en el sector automotriz. Esta actividad, en un principio, fue liderada por las divisiones que antes eran de GM como: Remy, Kettering, Champion que en la actualidad ya no existen, y por Packard y Harrison que actualmente hacen parte de las divisiones de Delphi Corp. Ejemplos de ello son: el primer dispositivo de sonido para timbre en 1888, el primer arranque automático de ignición en 1911, el primer radio *in-dash* en 1936, el primer distribuidor de energía en 1950, el primer sistema de restricción para niños en 1960, el primer *cruise control* en 1963, el primer productor de bolsas de aire en 1973, la primera energía doble para puertas deslizantes en 1998, entre otros.<sup>21</sup>

Con base en lo anterior, se puede pensar que la actividad innovadora de Delphi Corp. ha sido una parte muy importante en su evolución como empresa global y dentro de sus estrategias. Esto se refleja en la preocupación por la instalación de centros técnicos en distintas partes del mundo con el fin de apoyar el desarrollo de nuevos productos y la actividad productiva de sus plantas de ensamble y manufactura a escala mundial. Delphi

<sup>21</sup> Reporte anual de Delphi (2002)

Corp. sigue una estrategia de líder tecnológico en muchos de sus negocios.<sup>22</sup> Así, con base en esta estrategia que se mueve en la línea de apoyo a la actividad innovadora y movida por otras razones de carácter económico y logístico, como se presentó en este capítulo, Delphi decide instalar un centro técnico en México, el MTC.

La instalación del MTC estuvo precedida por actividades de ensamble y manufactura de creciente contenido tecnológico a través del tiempo, que Delphi desarrollaba en México desde la década de los setenta, a través de sus plantas instaladas en distintos lugares de este país. Según algunos de los entrevistados, la instalación del MTC fue, entre otros, el resultado de las buenas experiencias que Delphi tuvo en los diferentes lugares en los cuales tenía sus plantas.<sup>23</sup> Al parecer esto fue, al menos para Delphi, uno de los factores de peso para tomar la decisión de enviar productos diferentes a los que se acostumbraron por más de 20 años, que eran intensivos en mano de obra. Así, se empezaron a trasladar a las plantas en México productos intermedios, o sea productos intensivos en mano de obra y que requerían de algún tipo de inversión en capital y tecnología. Posteriormente, decidieron que había algunos productos que estratégicamente convenían localizar en México con tecnologías avanzadas en lo que se refiere al sector automotriz y finalmente, vino la decisión de apoyar todo lo anterior con un centro técnico que sirviera de base a la actividad innovadora que se requería para los nuevos negocios.

Al respecto, el Director del Grupo de Desarrollo del MTC-Saginaw opina que las razones por las cuales se cambia de la estrategia de ensamble a la manufactura de alta tecnología son: “i) tener las habilidades de fabricación global, con el fin de competir en cualquier parte del mundo, ii) tener conexiones más cercanas al cliente, para estar atentos a lo que éste requiere y cubrir sus necesidades, y iii) para buscar la diferenciación, ya que hay áreas en donde la tecnología y el costo están a la par.”

---

<sup>22</sup> Delphi es una empresa que compite en la frontera del conocimiento tecnológico en el sector automotriz, y mueve la frontera con algunos de sus desarrollos.

<sup>23</sup> Un comentario generalizado de los estadounidenses, de los franceses, japoneses, italianos, alemanes que vienen a México es que: “la mano de obra mexicana: operarios, técnicos e ingenieros están deseosos de aprender y están abiertos y tienen la facilidad de aprender, además de eso ejercitan lo aprendido y esto le da una ventaja muy significativa al grupo de población que por años se ha relacionado con algún tipo de actividad de las maquiladoras.” Director de operaciones planta 35 Ciudad Juárez (2002)

El MTC ha estado involucrado desde su instalación en México, en un proceso de aprendizaje el cual todavía no alcanza su etapa de madurez.<sup>24</sup> Es un centro técnico que ha ido evolucionando hacia la realización de actividades de mayor responsabilidad, así por ejemplo, en un principio se realizaban solo actividades de PDP en algunos de los negocios que fueron trasladados a este centro técnico, y posteriormente se han ido trasladando otras actividades relacionadas con el ADP que involucra un incremento gradual de actividades de I+D, como en el caso de la línea de negocio de sensores y actuadores de la división de E&C.

A partir de la reestructuración realizada por los directivos de Delphi Corp. en el año 2002, el MTC, así como los otros centros técnicos deben 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 se 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>25</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>26</sup>

Finalmente y con base en lo presentado en este capítulo, es importante analizar el papel que ha jugado la instalación del MTC en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en Delphi-México. Por lo tanto, en los siguientes cuatro capítulos, 8, 9, 10 y 11 se hace un análisis del proceso de acumulación de capacidades innovadoras en la línea de negocios de sensores y actuadores de la división E&C y en los negocios de la caja de dirección y la flecha intermedia de la división Saginaw y se resalta la contribución del MTC en todo este proceso.

---

<sup>24</sup> En este sentido vale la pena mencionar las palabras de un ingeniero Junior del MTC-Saginaw: “Yo estimo que en 10 años mas este centro de ingeniería va a ser muy poderoso. Ahora tenemos el 10-15% de control del diseño de todos los productos. En 5 o 6 años ya tendremos el 40% del control de los diseños.”

<sup>25</sup> Una mayor explicación se presenta en la sección 2.2.2, del capítulo 2 de esta investigación

<sup>26</sup> Director de operaciones división E&C (2004)

## Capítulo 8. El proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en la línea de negocio de Sensores y Actuadores de la división Energy & Chasis Systems

En este capítulo se analiza el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas básicas e innovadoras en la línea de negocio Sensores y Actuadores de la División de *Energy & Chasis Systems de Delphi Corp.* La elección de esta línea de negocio obedece a que en ella se realizan actividades de ensamble y manufactura de estos productos en las plantas de México y de diseño e I+D en el MTC, lo que permite dar respuesta a las preguntas y alcanzar los objetivos planteados en la presente tesis. Así, el capítulo está compuesto por tres secciones: i) se hace una descripción técnica de la línea de negocio; ii) se presenta la descripción analítica del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas básicas e innovadoras para la línea de negocio a través de tres etapas y se hace el análisis de las capacidades tecnológicas alcanzadas; y iii) se presenta la conclusión del capítulo.

### 8.1 Descripción técnica de la línea de negocio

La División de E&C pertenece al sector de negocios Dinámica y Propulsión y tiene 14 líneas de negocio, como se muestra en la tabla 8.1, de las cuales sensores y actuadores es una de ellas.<sup>1</sup>

**Tabla 8.1 Líneas de negocio de la División E&C**

Sector de Dinámica y Propulsión E&C	
1	Engine Management Systems
2	Air/Fuel Management
3	Energy Storage and Conversion
4	Valve Train
5	Exhaust Aftertreatment
<b>6</b>	<b>Sensors and Actuators</b>
7	Ignition Subsystems
8	Fuel Handling Subsystems
9	Energy Management Systems
10	Intelligent Chassis Controls
11	Advanced Ride Control Suspension Systems
12	Chassis Systems and Modules
13	Brake Systems
14	Suspension and Brake Components

Fuente: web: [www.delphiauto.com](http://www.delphiauto.com) (2001)

<sup>1</sup> En el Anexo 2 se presenta información más detallada sobre las catorce líneas de negocio.

La segmentación de mercado para los sensores y actuadores consta de 1,404 nichos, de los cuales E&C participa en 64. Lo anterior, representa en el ámbito internacional un 8.8% del total. Así, Delphi Corp. es uno de los más grandes proveedores de sensores y actuadores para automóviles en el mundo y en la línea de negocio de sensores y actuadores se diseña, desarrolla y produce estos dos productos. 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. La tabla 8.2 presenta las plantas.

**Tabla 8.2 Plantas productoras de sensores y actuadores**

Planta	pies <sup>2</sup>
No. 35 en Ciudad Juárez, México	275,000
No. 57 en Chihuahua, México	152,000
No. 58 en Chihuahua, México	sin dato
Piracicaba, Brasil	430,000
Seixal, Portugal	65,000
China	sin dato

Fuente: Documento de Delphi (2002).

Delphi tiene centros técnicos de ingeniería y manufactura en diversos sitios del mundo que dan soporte en el desarrollo y fabricación de sensores y actuadores. El MTC de Ciudad Juárez, descrito en el capítulo 7, es el más grande del mundo y se encarga del diseño de producto y del proceso de los sensores y actuadores. Estos centros técnicos se muestran en la tabla 8.3.

**Tabla 8.3 Centros de Soporte para sensores y actuadores**

Centro Técnico	pies <sup>2</sup>
MTC en Ciudad Juárez, México	448,000
Luxemburgo en Bascharage	243,200
Asia en Tokio, Japón	61,000
Brasil en Piracicaba	sin dato

Fuente: Documento de Delphi (2002).

Los sensores son dispositivos de medición que incluyen auto diagnóstico, auto calibración, auto adaptación y protocolos de comunicación. Están constituidos de tres partes básicas: *hall device*, circuito flexible y terminal o conector. Se trata de componentes con

electromagnetos. 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.<sup>2</sup> Los sensores se utilizan para transformar cantidades físicas, químicas o biológicas en una cantidad eléctrica.

Los actuadores son dispositivos dosificadores usados para modificar el comportamiento o desempeño de los sistemas, como por ejemplo, el control de presión, flujo, dirección, etc. 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, etc.) que permiten tanto los flujos de aire en los sistemas de combustión como la regulación de la combustión. En promedio un automóvil lleva 40 solenoides y 60 sensores.<sup>3</sup>

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<sup>4</sup> en México. Esta planta ha tenido un proceso de crecimiento y evolución en cuanto a capacidades de producción y tecnológicas que le han permitido aumentar, de manera significativa, la producción y la diversificación de productos durante 24 años. En 1986 inicia actividades la primera planta en 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 tienen otras líneas de negocio para distintos sistemas funcionales del automóvil. En la tabla 8.4 se presentan algunas estadísticas de esta línea de negocios.

---

<sup>2</sup> La gama de sensores varía desde el simple diseño mecánico de un elemento sensor que da una salida proporcional al parámetro medido hasta productos que integran acondicionamiento y procesamiento de señales por medio de microcontroladores.

<sup>3</sup> La subplanta ABS de la planta 35 produce aproximadamente 24 modelos diferentes de sensores eléctricos. En el 2002, se estaba probando una nueva línea de sensores electrónicos con el fin de producirlos en esta planta.

<sup>4</sup> Esta división se fusiona posteriormente con otras divisiones de GM y toma el nombre Delphi Automotive Systems. Algunos de los negocios que se manejaban en Delco Remy pasaron a ser de la División de E&C.



**Tabla 8.4 Estadísticas de sensores y actuadores en México, año 2001**

Ventas	217 millones de dólares
Inversión en I+D	1.4 millones de dólares
Número de empleados	6,300
Portafolio	5 diferentes líneas de producto
Clientes	Más de 14 clientes a escala mundial

Fuente: Documento de Delphi (2002)

### *Evolución tecnológica de los sensores y actuadores producidos en Delphi*

La evolución tecnológica de los sensores y actuadores producidos en Delphi ha sido paulatina, no han habido cambios radicales en estos productos. Para el caso de los sensores, sus principales cambios se han dado al nivel de sistemas de funcionamiento, cambio de forma, tamaño y color del material.

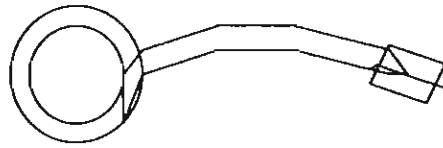
En un principio los sensores eran básicamente mecánicos y con el tiempo se fueron haciendo más autónomos con la introducción de la electrónica, pero su funcionamiento básico sigue siendo el mismo. Esto hace que se conserven el 50% de los modelos de sensores y actuadores que se producen en México. Al año 2002, se tenían sensores inteligentes que actúan basados en la información que ellos mismos censan.

En la planta 35 se producen sensores y actuadores para diferentes tipos de sistemas: ABS (*antilock brake system*), transmisiones, motores, controles, etc. La combinación de sensores, actuadores, electrónica y software en subsistemas permiten crear módulos inteligentes de control que realizan funciones completas de control en sistemas.

A partir del año 2002 el MTC empezó a trabajar con los sensores digitales, en los cuales los alambres y las bobinas, han sido reemplazados por un dispositivo denominado integrado. Esta tecnología era nueva para la planta 35. En Chihuahua, los sensores digitales fueron implantados en 1993 con muchos problemas, porque era la primera vez que se hacía en México, y no se tenía el conocimiento necesario para hacer este tipo de producto.

En octubre de 2002, se instaló en la planta 35 una línea de ensamble para probar un sensor electrónico. Este sensor consiste de un aro metálico al que se le incorpora un dispositivo plástico que en su interior tiene un microchip. Este dispositivo está conectado a través de un

arnés con una terminal de plástico que sirve como conector con otra parte del sistema. Esto fue importante debido a que este sensor era la primera generación de sensores electrónicos para la planta 35.



Sensor electrónico

La planta 35 cuenta con procesos de producción para diferentes tipos de sensores. En estas líneas de producción varía el número de operarios que ensamblan cada sensor. Por ejemplo, se tiene un sensor cuya línea de ensamble tiene 12 operarios, los cuales se encargan de armar las diferentes partes que lo componen hasta obtener el producto final. Este es un sensor con un alto contenido de mano de obra, a diferencia del sensor de la figura anterior que solo es producido con 3 personas y un equipo más sofisticado.

En la planta 57 de Chihuahua se producen sensores digitales para sistemas de arranque de motores. Estos sensores detectan la posición de los pistones y envían una señal a la computadora del automóvil para que su funcionamiento sea óptimo. También se produce el *VR sensor* que es un sensor análogo.

### ***Actividades de Diseño***

A partir de 1995 y hasta el 2002 las actividades de diseño, desarrollo e ingeniería de esta línea de negocio se localizaban en el MTC. De 1995 a 1997 las actividades en sensores y actuadores del grupo de ingenieros del MTC estuvieron concentradas en trabajar con tecnologías ya probadas en Delphi, para realizar desarrollos para la producción o mejoras, lo cual correspondía a la etapa PDP (Proceso de Desarrollo de Productos). Durante este primer período las actividades incluían ingeniería de diseño (producto, proceso y prueba), laboratorio de ejecución y laboratorio de durabilidad.

En 1997 se iniciaron los esfuerzos de I+D en sensores y actuadores, cuando se estableció el grupo de ingeniería avanzada o grupo de “Productos de Avanzada”. Para el año 2001 este grupo ya realizaba investigación aplicada e ingeniería avanzada y desarrollaba las

siguientes actividades: i) parte de la investigación aplicada requerida, ii) toda la ingeniería avanzada (desarrollo avanzado), y iii) la planeación estratégica y tecnológica. Además, para el desarrollo de los proyectos interactúan 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. De ahí que esta línea de negocio tenga capacidades tecnológicas innovadoras en términos de I+D y Diseño, como se analizará en la sección 8.2.3, del presente capítulo.

El grupo de ingeniería avanzada<sup>5</sup> encargado de sensores y actuadores desarrolla dos tipos de proyectos: i) líneas de búsqueda (exploración), las cuales representan 20% de los gastos; y ii) proyectos que se originan en el mercado, los cuales representan el 80% de los gastos. Cada proyecto tiene 7 líneas de investigación que se desarrollan paralelamente hasta llegar a realizar prototipos. Lo anterior no significa que todas sean exitosas, generalmente solo dos o tres tienen probabilidades de llegar al mercado.<sup>6</sup> El tiempo de introducción de una innovación en el mercado es de 5-7 años en promedio, tiempo que incluye desde la identificación de la necesidad hasta su introducción al mercado.<sup>7</sup> El aprendizaje de este grupo de ingeniería hizo posible que se evolucionara desde la etapa de PDP (Proceso de Desarrollo de Productos) hacia la etapa ADP (Proceso de Desarrollo Avanzado), donde se trabaja con tecnologías probadas en el exterior y se desarrollan nuevos diseños conceptuales de productos y procesos. A medida que el grupo de ingeniería fue madurando se comenzó a avanzar hacia la etapa TDP (Proceso de Desarrollo de Tecnología), en la cual se desarrollan e introducen nuevas tecnologías al portafolio de la empresa.<sup>8</sup>

El principal cliente final para los sensores y actuadores que hace Delphi es GM.<sup>9</sup> Estos sensores y actuadores se envían a otras plantas de Delphi en México, EEUU y otros países, para que sean incorporados en las distintas partes, subsistemas y sistemas que posteriormente son ensamblados en los automóviles.

---

<sup>5</sup> Al 2002 este equipo en el MTC contaba con 6 doctores, 16 maestros y 13 ingenieros. Este grupo se encarga de desarrollar la tecnología en la línea de negocios de sensores y actuadores a escala mundial.

<sup>6</sup> Entrevista ingeniero *Staff* del MTC (2001)

<sup>7</sup> Este tiempo ha ido disminuyendo con el paso del tiempo, debido a las presiones de competitividad del mercado automotriz.

<sup>8</sup> Un análisis más detallado de las actividades de I+D se encuentra en Dutrénit, Vera-Cruz, Álvarez y Rodríguez (2003)

<sup>9</sup> Los principales clientes para sensores de la planta 57 de Chihuahua son: GM, que tiene aproximadamente entre el 85-90% de lo que produce la planta, Isuzu y Daewoo.

## ***8.2 Etapas de acumulación en la línea de negocio***

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

Si bien la acumulación es gradual, 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 las operaciones de la línea de negocio en México, ya sea en organización, en producción, en costos, etc. Es importante aclarar que este salto en el proceso de acumulación puede tener un lapso de tiempo 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:

- i) Etapa I: que va desde 1979 a 1988, en la cual se describen los procesos de ensamble simple de pocos componentes y se detallan algunos acontecimientos que fueron importantes para la acumulación de un nivel básico de capacidades tecnológicas,
- ii) Etapa II: que va desde 1989 hasta 1994 y en ella se muestran los avances más importantes en cuanto a la evolución de los ensambles y la manufactura de productos, y
- iii) Etapa III: que va desde 1995 a 2002, se muestra una faceta diferente a las dos anteriores ya que se incorpora en la acumulación de capacidades tecnológicas actividades muy importantes como el diseño y el desarrollo de productos en México.

Vale la pena mencionar que la evidencia empírica recolectada para esta línea de negocios fue producto de las entrevistas realizadas con el Gerente de la subplanta de ABS, el Gerente de Manufactura de la subplanta Multec y el Director de Operaciones de la planta 35, ingenieros de producto y proceso, supervisores, técnicos y operarios planta 35.

En cada etapa se describe de manera general los principales acontecimientos ocurridos en el periodo que comprende dicha etapa, posteriormente se presenta una descripción de las capacidades tecnológicas acumuladas y finalmente se calcula la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas. Se realizó un esfuerzo mayor por recoger y analizar evidencia

de la etapa III, la cual refleja el nivel de capacidades tecnológicas innovadoras acumuladas hasta el año 2002.

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

En esta sección se analiza el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en la etapa I, para la línea de negocio de sensores y actuadores.

#### ***8.2.1.1 Descripción general de la evolución de la etapa***

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 en el edificio que al año 2002 ocupaba la maquiladora Valeo (frente al actual edificio de la planta 35, que se estaba construyendo en aquella época). Las operaciones se iniciaron con 30 personas, el 20 de febrero de 1980 en el edificio actual 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 gasolina 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 EEUU. 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 solo 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>10</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 hacía 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, solo saber algo de electricidad y mantener el equipo, el operario adquiría 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 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 cautín, 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

---

<sup>10</sup> Este tipo de tecnología ya no se utiliza en las plantas.

sensor un poco más sofisticado, ya en lugar de alambre y metal, se usaba un material piezo-eléctrico.<sup>11</sup>

En la década de los ochenta el diseño de gran parte de los productos de la planta 35 se hacía en EEUU, 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, etc. El personal de la planta 35 solo 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 EEUU, en especial de las áreas de Indiana, Illinois, Michigan y otros estados del noreste de EEUU.

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 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 más de vanguardia. Por ejemplo, se pasó de hacer una soldadura manual con cautín a soldar con diales de plomo, que consiste en que la máquina automáticamente pone 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 1985-86 cuando en el área de prueba, los ingenieros de la planta, eliminaron los "Car laks" y los sustituyeron por los PLC,<sup>12</sup> que actualmente existen y que hacen la misma función de los "Car laks" pero tienen un nivel de sofisticación más alto.

---

<sup>11</sup> Este consiste en una moneda que con base en la diferencia de potencial genera una corriente que de acuerdo a 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.

<sup>12</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.

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 3 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>13</sup>

A partir de 1986 se inició la implantación de la manufactura sincronizada o de jalón (*pull system*). Esto significaba: “producir solo lo que el cliente pide.” Lo anterior, fue antecedido por la implantación de las 8 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.

### ***8.2.1.2 Descripción de las capacidades tecnológicas por función técnica***

El análisis sobre el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas que se presenta en esta sección se hace con base en la matriz de capacidades tecnológicas adaptada para la IME. El criterio utilizado en esta investigación para determinar el nivel de capacidades tecnológicas que logró acumular la línea de negocio, en cada una de las tres funciones técnicas, fue analizar las habilidades que se han desarrollado para mejorar los procesos y los productos, para adaptar tecnología y para generar y administrar cambio técnico. Es importante aclarar que no se hace un gran énfasis en el análisis de esta primera etapa, debido a que el centro de atención de esta tesis son las capacidades tecnológicas innovadoras, desarrolladas en las dos etapas siguientes.

#### **A. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Inversión**

De acuerdo con Bell y Pavitt (1995), esta capacidad se refiere a las “habilidades a través de las cuales se genera y administra el cambio técnico, originando nuevos e importantes

---

<sup>13</sup> Director de Operaciones Saginaw-México (2002).



sistemas de producción, tales como nuevas plantas o líneas de producción e incrementos de la capacidad existente.” Hay dos funciones técnicas relacionadas con la inversión en grandes proyectos, estas son:

- i) La toma de decisiones y control, y
- ii) La preparación y ejecución del proyecto

#### ***A.1 Capacidades relacionadas con la toma de decisiones y control***

Las actividades desarrolladas durante la primera etapa de acumulación por la planta 35, en cuanto a toma de decisiones y control, fueron mínimas puesto que todas estas decisiones eran tomadas directamente por los directivos estadounidenses en las diferentes instancias de la empresa y el Centro Técnico de Anderson, en EEUU. El control era realizado por los ingenieros estadounidenses que se encargaban de instalar el proceso de producción, revisar los insumos, enseñar a los operarios y personal técnico en manejo de la maquinaria y los equipos y arrancar el proceso. En esta época se realizaba una actividad operativa básica de estimación de desembolsos.

#### ***A.2 Capacidades relacionadas con la preparación y ejecución del proyecto***

Las actividades desarrolladas en la primera etapa de acumulación por el personal de la planta 35, en cuanto a preparación y ejecución del proyecto, se remitían a actividades como el acondicionamiento del terreno y la construcción de la obra civil básica. Las actividades relacionadas con los proyectos, eran manejadas sólo por ingenieros estadounidenses en el Centro Técnico de Anderson.

Con base en las actividades realizadas, la línea de negocio de sensores y actuadores de Delphi-México, desarrolló en la función Técnica de Inversión capacidades operativas básicas, tanto en la toma de decisiones y control, como en la preparación y ejecución del proyecto.

### **B. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Producción**

Las capacidades en la función técnica de producción son definidas por Bell y Pavitt (1995) como “las habilidades para lograr la competitividad sostenida que requiere el cambio técnico después de la inversión inicial en las instalaciones de producción, tales como

nuevas plantas o líneas de producción e incrementos de la capacidad existente. Las mejoras en el desempeño no son el resultado solo de la experiencia del uso de nueva tecnología, sino de la búsqueda continua de cambio tecnológico creativo, originando nuevos e importantes sistemas de producción.” Hay dos funciones técnicas de producción:

- i) Centrada en el proceso productivo y la organización de la producción
- ii) Centrada en el producto

### ***B.1 Capacidades centradas en el proceso y organización de la producción***

Las actividades que se realizaban en esta etapa consistían en operaciones rutinarias. Los procesos y la organización de la producción estaban a cargo de la dirección del Centro Técnico de Anderson, quien se encargaba de definir las condiciones del proceso de ensamble y dar las instrucciones para que los operarios se limitaran a realizar las operaciones de ensamble. Los operarios no se involucraban con el diseño, la adaptación o modificación del proceso.

### ***B.2 Capacidades centradas en el producto***

El producto era diseñado en el Centro Técnico de Anderson y se trasladaban a México los insumos y los equipos, cuando era necesario, para ensamblar el producto final. Eran productos o componentes de bajo nivel tecnológico que se trasladaban a la planta 35 para realizarles ensambles simples. Las actividades que se llevaban a cabo eran básicamente de réplica de especificaciones para hacer el producto. Las inspecciones del producto eran visuales, al final de la línea de ensamble y lo hacía el supervisor. Los operarios no se involucraban con el producto, solo se limitaban a realizar la misma actividad de ensamble rutinaria durante todo el día.

Con base en lo anterior, se puede afirmar que en la función técnica de producción de la línea de sensores y actuadores de Delphi-México, se desarrollaron capacidades operativas básicas, tanto en el proceso como en el producto.

## **C. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Soporte**

Las capacidades relacionadas con la función técnica de soporte son definidas por Bell y Pavitt (1995) como aquellas “habilidades que contribuyen al proceso de cambio técnico”.

Es importante mencionar que la función técnica de soporte presenta modificaciones respecto a la taxonomía propuesta por Bell y Pavitt, tal como se explicó en la sección 3.2 del capítulo 3. En primer lugar, para la función técnica de Vinculación, que se relaciona con actividades para el desarrollo de relaciones o interacciones que se establecen intra empresa, con otras empresas, con instituciones, con proveedores, etc., se realiza una diferenciación entre la *Vinculación Externa* y la *Vinculación Interna*. Lo anterior, se hace con el fin de analizar separadamente las capacidades tecnológicas que ha logrado acumular la línea de negocio de sensores y actuadores en Delphi-México. En segundo lugar, se introduce como parte de la función técnica de soporte la *Modificación de Equipo*.

### ***C.1 Actividades de Vinculación Externa***

De acuerdo con Bell y Pavitt (1995) y Lundvall (1992), la vinculación externa se centra en las “habilidades que poseen las empresas para interrelacionarse con los proveedores, clientes, competidores e instituciones. Es la capacidad que tiene la empresa para relacionarse con los agentes del entorno en el que desarrolla su actividad y que le permite establecer colaboraciones e intercambio de información y conocimiento.” Así, para identificar el nivel de capacidades tecnológicas de la línea de negocio se toma como referencia a las actividades de selección de proveedores, la relación con los clientes y la vinculación con instituciones del entorno.

#### ***a) Selección y negociación con proveedores***

La selección y negociación con proveedores se hacía directamente en EEUU, generalmente, en el Centro Técnico de Anderson que era el responsable del diseño y desarrollo de la línea de negocio. Los ingenieros y operarios de la planta 35 no intervenían en esta actividad, sólo se limitaban a utilizar los insumos, realizar los ensambles y entregar los componentes.

#### ***b) Relación con clientes***

En esta primera etapa no se tenía ninguna interacción con el cliente externo o ensambladora. La relación de la planta 35 era solo con los ingenieros del Centro Técnico de Anderson y con sus clientes internos o sea las plantas de Delphi en EEUU. La relación con el cliente externo se daba directamente entre las plantas de Delphi en EEUU, que producían

los sistemas y subsistemas, quienes recibían los componentes que se ensamblaban en la planta 35.

### ***c) Vínculos con Instituciones del entorno***

Este tipo de vinculación en esta etapa fue casi inexistente. De ahí que no se identificaran para esta etapa relaciones con otras empresas, con universidades o con otro tipo de instituciones locales, regionales o internacionales.

### ***C.2 Actividades de Vinculación Interna (Relación intra empresa)***

La vinculación interna es la capacidad que tiene la empresa para relacionarse con los agentes internos y que le permite establecer colaboraciones e intercambio de información y conocimiento. En el caso de Delphi se relaciona con las habilidades que se han desarrollado para lograr una mayor interacción entre las divisiones, las plantas, los Centros Técnicos y el Corporativo.

Las relaciones de la planta 35 con otras plantas, como se dijo anteriormente, se daban dentro de la relación cliente-proveedor con las plantas de Delphi en EEUU. La relación de la planta 35 con otra planta en México solo se da hasta casi el final de la etapa I, cuando en 1986 se instala la planta 57 en la ciudad de Chihuahua. A partir de este año la interacción se dio a través de los ingenieros que asesoraban la instalación de productos que se trasladaron de Ciudad Juárez a Chihuahua. La vinculación más fuerte de la planta 35 seguía siendo con el Centro Técnico de Anderson y con algunas instancias del Corporativo, quienes definían los productos y procesos nuevos que se iban a instalar y daban las autorizaciones para las actividades de la planta. Es decir no había interacción sino que básicamente se seguían instrucciones.

### ***C.3 Actividades relacionadas con la Modificación de Equipo***

Es la habilidad que desarrollan los ingenieros, técnicos y operarios de una empresa para hacer modificaciones a los equipos y a las máquinas, con el fin de mejorar su funcionamiento y hacer más seguro y eficiente el proceso productivo. En este contexto, los ingenieros de la planta 35 hacían pocas actividades relacionadas con la modificación de

equipo en la etapa I, se enfocaban principalmente a hacer el mantenimiento básico rutinario de los equipos y a reemplazar las partes defectuosas.

En conclusión, en la función técnica de soporte se desarrollaron capacidades operativas básicas en la Vinculación Externa, en Vinculación Interna y en Modificación de Equipo, para la línea de negocio de sensores y actuadores de Delphi-México.

### 8.2.1.3 Evaluación de la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas en la etapa I

En la tabla 8.5 se muestra el nivel de las capacidades tecnológicas alcanzadas en todas las funciones técnicas y el cálculo de la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas definida en la sección 4.3.7.2 del capítulo 4, en el caso de la línea de negocio de sensores y actuadores para la Etapa I. 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.

**Tabla 8.5 Valoración cualitativa de capacidades tecnológicas de la línea de negocio de sensores y actuadores para la etapa I. Ensamble simple de pocos componentes**

Nivel de Capacidades Tecnológicas	Función Técnica de Inversión		Función Técnica de Producción		Función Técnica de Soporte			Total
	<i>Toma de Decisiones y Control</i>	<i>Preparación y Ejecución del Proyecto</i>	<i>Centrada en los Procesos y la Org. de la Producción</i>	<i>Centrada en el Producto</i>	<i>Vinculación Externa</i>	<i>Vinculación Interna</i>	<i>Modificación de Equipo</i>	
Capacidades Operativas Básicas	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	
<b>Total</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	<b>0.20</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	<b>1.00</b>

Fuente: Elaboración propia empleando la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas (2002)

Si se observa la tabla anterior, en la primera etapa que es de aproximadamente nueve años, la línea de negocio sólo logró acumular capacidades operativas básicas (o rutinarias), 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 sin mayores pretensiones competitivas. Como se mostró anteriormente, la dependencia del Centro Técnico de Anderson era muy fuerte, ya que 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 la planta 35, especialmente en el área administrativa lo que hizo posible que se diera un cambio organizacional. Este cambio se dio a finales de los ochenta y le permitió a la planta 35 tener mayor control y organización en los procesos y los productos, lo que repercutió en su productividad.

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

En esta sección se analiza el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en la etapa II, para la línea de negocio de sensores y actuadores. Vale la pena mencionar que la evidencia empírica recolectada para esta etapa II, incorpora, además, las entrevistas realizadas con el Director de Personal, Directora de Operaciones, ingenieros de producto y proceso, supervisores y coordinadores de capacitación, técnicos y operarios de las plantas 57 y 58 ubicadas en la ciudad de Chihuahua.

#### **8.2.2.1 Descripción general de la evolución de la etapa**

Para este periodo además de revisar la evolución productiva y tecnológica de la planta 35 se incorpora la descripción analítica de las dos plantas, 57 y 58, de la ciudad de Chihuahua. Si bien es cierto que la planta 57 se instaló en 1986, ella se incluye en esta segunda etapa para facilitar su análisis, en cuanto a la planta 58 se instaló 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 al año 2002 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.

Vale la pena resaltar que el salto de la Etapa I a la Etapa II se da a partir del cambio organizacional que se produce a finales de los ochenta. 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, lo que repercutió en su productividad.

#### **a. 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, etc.). 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 hubo 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: i) Controles, ii) ABS, y iii) 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, etc. 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. La subplanta de Transmisiones fue gerenciada hasta 1997 por un estadounidense, quien fue reemplazado en ese año por un mexicano.

Durante este periodo (1989-1994) se trabajó con líneas de productos y enfoque al cliente. Se hicieron algunos ajustes a la manufactura sincronizada y se trasladaron a la planta procesos más automatizados, como por ejemplo: el moldeo de plástico para piezas no

críticas.<sup>14</sup> Asimismo, debido a que se 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 se tenían no podían realizar este tipo de trabajo, así que se cambió el tipo de embobinadora.<sup>15</sup>

Durante la década de los ochenta se tenían 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 permitían detectar errores cuando el operador se distraía o realizaba mal la operación. Estos dispositivos se denominan *poka yokes*,<sup>16</sup> y si bien todo no estaba controlado, se mejoró la calidad de los productos y se disminuyeron los accidentes. En esta etapa se empiezan a aplicar técnicas de solución de problemas acompañadas de técnicas enfocadas a la mejora en la manufactura.<sup>17</sup> Asimismo, en este periodo hay una mejora significativa en el proceso de documentación y en la sistematización de los procesos productivos. El personal tiene más certeza de lo que tiene que hacer y cómo lo tiene que hacer, se tiene mayor control de lo que sucede al nivel de piso “No conozco a nadie que esté haciendo algo sin saber porque lo hace.”<sup>18</sup> Algunos de los entrevistados consideran que “la planta 35 era competitiva porque tenía gente que había demostrado que sabía desempeñar su trabajo de manera eficiente.”

### ***b. Plantas 57 y 58 en Chihuahua***

La primera planta en Chihuahua de Delco Remy inició operaciones con 40 personas el 14 de abril de 1986 con el nombre de Delphi Sistemas de Energía, hoy conocida como DR de Chihuahua o planta 57. Esta planta fue instalada en Chihuahua después de analizar varias

<sup>14</sup> El moldeo para piezas críticas se hace fuera de México. La industria automotriz maneja tolerancias muy pequeñas para sus componentes.

<sup>15</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>16</sup> Es un término japonés que significa “caza tontos”. Son sistemas a prueba de error, donde se busca que las operaciones no queden solo en manos del operador, sino que la misma máquina decida cuando hay un error y le impida seguir el proceso.

<sup>17</sup> Entrevistas con el Gerente de Manufactura de la subplanta Multec

<sup>18</sup> Supervisor subplanta ABS.



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 estadounidenses, el resto de los ingenieros eran mexicanos. Estos ingenieros estadounidenses solo 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 *hardwired ignition & bean change* y llegó a la planta 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>19</sup> Otros productos que llegaron fueron: *stalk switch, oil pump drive, harness, itss sensor, nsbu switch, ignition switch*, etc. El personal de la planta 35 apoyó la transferencia de algunos de estos productos y de otros que llegaron posteriormente.

Las máquinas eran diseñadas en EEUU y estaban adaptadas a la contextura física de los estadounidenses, 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 EEUU 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

---

<sup>19</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.

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 auditorias en el proceso; y se hacían pruebas funcionales al producto final, lo que hacía que se tuviera 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>20</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>21</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>22</sup>

Durante este período (1989-1994) muchos 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 de los Centros Técnicos en EEUU, tales como el de Rochester y el de Flint. Un ejemplo de ello fue el *canister*, su traslado no obedeció a ninguna estrategia en particular, solo se instaló en Chihuahua por que 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, situación que cambió con la fusión de las divisiones de Energy & Chasis en 1998.

---

<sup>20</sup> Se contaba con 8 gerentes en la mañana y 2 en la tarde.

<sup>21</sup> Con esta tecnología digital el sensor detecta tiempo de respuesta y exactitud, información que es enviada a la computadora.

<sup>22</sup> Isuzu compraba el 80% de la producción el 20% restante se le vendía a GM. Con GM se tuvieron problemas de calidad, por esta razón ya no era el principal cliente.

### **8.2.2.2 Descripción de las capacidades tecnológicas por función técnica**

Al igual que en la primera etapa de acumulación, en esta etapa II se analizan las capacidades tecnológicas adquiridas por la línea de negocio en cada función técnica. El formato que se utiliza es el mismo que sirvió para realizar el análisis en la etapa I.

#### **A. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Inversión**

##### ***A.1 Capacidades relacionadas con la toma de decisiones y control***

En la etapa II en esta línea de negocio se continuaron desarrollando las actividades de estimación de desembolsos de la etapa I. Si bien las decisiones sobre proveedores de equipos seguían estando en el Centro Técnico de Anderson y en algunas instancias directivas del Corporativo, los gerentes mexicanos podían tomar algunas decisiones sobre programación de actividades y realizaban un monitoreo activo sobre los nuevos proyectos que se trasladaban a las plantas.

##### ***A.2 Capacidades relacionadas con la preparación y ejecución del proyecto***

Para esta segunda etapa, se empezaron a realizar actividades de ingeniería básica, que afectaban directamente a los proyectos nuevos que llegaban a las plantas. Muchos de los proyectos nuevos, si bien eran desarrollados en el Centro Técnico de Anderson, su ejecución y puesta en marcha se llevaba a cabo en las plantas con un buen desempeño.

Así, la función Técnica de Inversión en la línea de negocio de sensores y actuadores de Delphi-México, avanzó respecto de la etapa I y acumuló capacidades innovadoras básicas, tanto en la toma de decisiones y control, como en la preparación y ejecución del proyecto.

#### **B. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Producción**

##### ***B.1 Capacidades centradas en el proceso y organización de la producción***

En esta función técnica se logró un avance significativo durante esta segunda etapa. Debido a la independencia para realizar cierto tipo de actividades relacionadas con modificaciones al proceso y organización de la producción los ingenieros lograron mejorar el funcionamiento productivo de las plantas.

Así, durante este periodo se organizaron las plantas por líneas de productos, lo que hizo más eficiente la atención a los clientes y el seguimiento de los productos y por ende de los problemas que se presentaban. Se implantaron herramientas de documentación y de sistematización para controlar los procesos productivos. Se incorporaron prácticas relacionadas con la calidad como el mejoramiento continuo, metodología *Shaining*, *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.

Asimismo, se realizaron adaptaciones, tanto a los procesos como a los equipos, que eran trasladados del Centro Técnico de Anderson a las plantas, con el fin de facilitar el arranque y mantener un buen desempeño en el proceso de producción. Dentro de estas adaptaciones estaban los sistemas de *poka yokes*, con los cuales se buscaba que los procesos de ensamble estuvieran a prueba de error, que se tuviera seguridad y que el producto estuviera bien fabricado. Así, si había algún error o alguna operación que hiciera falta, la misma máquina lo detectaba inmediatamente con sensores. Estos sistemas, además, permitieron disminuir el nivel de accidentes por descuido, distracción o falta de experiencia del operario.

Otras de las adaptaciones que se realizaron por parte de los ingenieros de las plantas fueron las relacionadas con diseños ergonómicos para que los operarios pudieran realizar mejor las operaciones en su puesto de trabajo. Estos diseños ergonómicos implicaban adaptar los equipos a la contextura de los operarios mexicanos, ya que los equipos, generalmente, estaban diseñados para operarios estadounidenses. Se empezaron a aplicar las técnicas de ingeniería industrial para balanceo en las líneas de producción, lo que implicó organizar los puestos de trabajo de una manera cómoda para el operario en cuanto a los asientos, ubicación de material, ubicación de producto terminado, etc.

La instalación y consolidación de la manufactura sincronizada permitió una mejor organización del proceso y control de la calidad de los productos, asimismo, propició la mejora continua en las plantas. Mediante la utilización de esta herramienta se disminuyeron los desperdicios, se redujo el nivel de inventarios y se logró un mayor involucramiento de los operarios con el proceso de producción. Así, el operario realizaba inspecciones a su

producto en su lugar de trabajo y no al final de la línea de producción como se hacía en la primera etapa. En este sentido vale la pena destacar que las capacidades desarrolladas en esta función técnica, están muy relacionadas con las habilidades de los ingenieros y técnicos que a través de la experiencia adquirida por años en estos procesos, logran soluciones acertadas a los problemas que se presentan.

Vale la pena mencionar que entre 1986 y 1990 se acumularon en la planta 57 de Chihuahua, las capacidades de producción rutinarias más rápido que en Ciudad Juárez, pues contaron con la ayuda y la asesoría del personal de la planta 35. Como ejemplo de lo anterior, para el año 1990 se inicia un cambio importante en la planta 57 con el liderazgo de una nueva gerencia liderada por un ingeniero mexicano, que instala el sistema justo a tiempo y consolida la manufactura sincronizada. Lo anterior, implicó un control estadístico del proceso, disciplinas de operación, lotes pequeños de producción, inventarios pequeños, reducción del desperdicio, control de productos y calidad en la fuente.<sup>23</sup> Asimismo, se organizaron las celdas en U,<sup>24</sup> se hizo mejoramiento continuo: “hacer bien las cosas a la primera”, grupos de solución de problemas que integraron diferentes departamentos y se implementaron las 8 disciplinas.<sup>25</sup> En 1992 ya se contaba con 735 operadores en total en toda la planta. En este mismo año se implantó la “lista de los 33 puntos” impulsada por la gerencia.<sup>26</sup> En esta lista se incluían puntos sobre ergonomía,<sup>27</sup> seguridad, calidad, entre otros. Los ingenieros de las plantas 35 y 57 viajaban al Centro Técnico de Anderson y revisaban las líneas que se iban a traer a México a la luz de los 33 puntos, junto con los ingenieros que diseñaban. Se hacía una adaptación cultural de las líneas de producción, esto significaba que se ajustaban todos los detalles a “la mexicana” para que no se presentaran

---

<sup>23</sup> Cada operador se hace responsable de la calidad en su puesto de trabajo (relación cliente-proveedor).

<sup>24</sup> Permitted tener máquinas más juntas, un inventario mínimo en el proceso, mejor comunicación, flujo continuo, kanban (sistema de control de inventarios en el proceso), mejor retroalimentación, trabajadores preparados (más exigencia en la selección de los operarios), cambio de modelos rápidos, reducción de tiempo en el ciclo y reducción de distancias, entre otras mejoras.

<sup>25</sup> Las 8 disciplinas nacieron en la planta de Chihuahua, con el fin de ayudar en la capacitación y entendimiento de la manufactura sincronizada. Posteriormente estas 8 disciplinas se implantaron en otras plantas. Con estas disciplinas se buscaba controlar muy bien los procesos y los productos. Eran básicamente normas con las cuales el operario debía trabajar y que beneficiaban la calidad de los productos.

<sup>26</sup> El gerente mexicano venía de trabajar en otras maquiladoras y ya tenía mucha experiencia en la filosofía de la adaptación y mejora continua.

<sup>27</sup> Se hicieron estudios de ergonomía para los operadores, considerando el porcentaje de mujeres y de hombres en las líneas de producción (60% mujeres, 40% hombres).

inconvenientes cuando se arrancaba la producción. Lo anterior hizo posible que las líneas de producción estuvieran listas para trabajar cuando fueran trasladadas a México.

### ***B.2 Capacidades centradas en el producto***

El producto a diferencia del proceso no se puede modificar sin la autorización expresa del cliente y del Centro Técnico responsable del diseño. Por esta razón, las capacidades acumuladas en esta función técnica se limitaban básicamente a realizar actividades relacionadas con adaptaciones menores y/o mejoras incrementales al producto, sin afectar su funcionamiento, previa autorización del centro técnico. Además, estas modificaciones o adaptaciones debían ser informadas al cliente por el Centro Técnico responsable del producto.

Dada la evidencia anterior y las nuevas actividades desarrolladas, la función técnica de producción de la línea de sensores y actuadores de Delphi-México logró acumular capacidades innovadoras intermedias en el proceso e innovadoras básicas en el producto.

### **C. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Soporte**

A continuación se presentan las tres funciones técnicas en las que se analiza la acumulación de capacidades tecnológicas de la línea de negocio.

#### ***C.1 Actividades de Vinculación Externa***

##### ***a) Selección y negociación con proveedores***

En gran parte de esta segunda etapa la selección y negociación con proveedores de materiales directos seguía siendo una actividad del Centro Técnico de Anderson, responsable de los productos. A pesar de lo anterior, las plantas hacían seguimiento a los proveedores, como parte de la implantación de los programas de mejora continua, y se reportaban las fallas y los problemas que se tenían al centro técnico.

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 designado por el cliente. Es decir, el cliente elegía al proveedor de ciertas partes que se incorporarían en el producto. En

cuanto a los proveedores de materiales indirectos, las plantas tenían algún poder de decisión, a diferencia de lo que ocurría con los materiales directos. Los ingenieros de las plantas podían contratar algunos tipos de maquinados, sin tener ingerencia directa del Centro Técnico o de otra instancia diferente a la gerencia de las plantas.

#### ***b) Relación con clientes***

La relación con los clientes se volvió más cercana en esta etapa. A partir de la organización por productos los clientes, tanto las plantas de Delphi en EEUU como las ensambladoras, sabían exactamente a quien acudir cuando había un problema. Esta relación era básicamente para revisar las especificaciones de los productos.

#### ***c) Vínculos con Instituciones del entorno***

A diferencia de la primera etapa, en la etapa II se detectaron algunos vínculos con instituciones del entorno, pero a pesar de ello esta actividad seguía siendo muy débil. Estos vínculos se dieron particularmente para la contratación de cursos de entrenamiento y capacitación al personal de las plantas. Especialmente se hicieron vínculos con las instituciones técnicas y tecnológicas como el Tecnológico de Juárez para completar la formación de los ingenieros; y con instituciones encargadas de dar formación básica a los operarios, por ejemplo con el INEA.<sup>28</sup>

### ***C.2 Actividades de Vinculación Interna (Relación intra empresa)***

Las relaciones entre las plantas y de éstas con otras divisiones continúan siendo muy pocas en esta etapa II. Como se mencionó anteriormente, la mayor interacción se dio con el traslado de productos y personal de la planta 35 a la planta 57. Las plantas se relacionaban, básicamente, con los Centros Técnicos responsables de los productos quienes se encargaban de los procesos y las actividades relacionadas con los materiales directos, los proveedores, los equipos, entre otras. La vinculación con algunas instancias del Corporativo se daba a través de las estrategias y toma de decisiones que afectaban directamente a las plantas.

---

<sup>28</sup> Instituto nacional de educación para adultos.

### ***C.3 Actividades relacionadas con la Modificación de Equipo***

En esta etapa las actividades de modificación de los equipos se centraban especialmente en adaptar los equipos que se trasladaban de EEUU. Estos equipos eran ajustados a las condiciones del proceso y de los operarios que iban a manipularlos, tal como se describió en el literal B1 de esta sección. Lo anterior, incluía desde la ergonomía y la seguridad para el operario, hasta la garantía de obtener un producto bien elaborado (de ahí la idea de los *poka yokes*). En esta etapa se llevaba a cabo un mantenimiento básico programado, que estaba incluido dentro de las actividades de mejora continua y la manufactura sincronizada.

En resumen, la línea de negocio de sensores y actuadores de Delphi-México en esta función técnica de soporte acumuló capacidades innovadoras básicas en la Vinculación Externa y en Modificación de Equipo, y se mantuvieron las capacidades operativas básicas acumuladas en la Vinculación Interna.

#### ***8.2.2.3 Evaluación de la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas en la etapa II***

En la tabla 8.6 se muestra el nivel de capacidades tecnológicas alcanzadas en todas las funciones técnicas y el cálculo de la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas para el caso de la línea de negocio de sensores y actuadores para la Etapa II.

**Tabla 8.6 Valoración cualitativa de capacidades tecnológicas de la línea de negocio de sensores y actuadores para la etapa II. Ensamble complejo de productos**

Nivel de Capacidades Tecnológicas	Función Técnica de Inversión		Función Técnica de Producción		Función Técnica de Soporte			Total
	<i>Toma de Decisiones y Control</i>	<i>Preparación y Ejecución del Proyecto</i>	<i>Centrada en los Procesos y la Org. de la Producción</i>	<i>Centrada en el Producto</i>	<i>Vinculación Externa</i>	<i>Vinculación Interna</i>	<i>Modificación de Equipo</i>	
Capacidades Operativas Básicas						0.10		
Capacidades Innovadoras Básicas	0.30	0.30		0.40	0.20		0.20	
Capacidades Innovadoras Intermedias			0.60					
<b>Total</b>	<b>0.30</b>	<b>0.30</b>	<b>0.60</b>	<b>0.40</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>	<b>0.20</b>	<b>2.10</b>

Fuente: Elaboración propia empleando la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas (2002)



Si se observa la tabla 8.6, 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 solo cinco años se consiguen construir capacidades innovadoras que implicaban generar y administrar cambio técnico y que le imprimieron una dinámica diferente a la competitividad de la línea de sensores y actuadores en México. En la valoración cualitativa se observa que se 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. Asimismo, durante estos años se dieron las condiciones que hicieron posible la instalación del MTC en Ciudad Juárez, en 1995.

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

En esta sección se analiza el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en la etapa III, para la línea de negocio de sensores y actuadores. Vale la pena mencionar que la evidencia empírica recolectada en esta etapa III, incorpora las entrevistas realizadas con los ingenieros de diferentes áreas del MTC encargados de esta línea de negocio.

#### ***8.2.3.1 Descripción general de la evolución de la etapa***

En este periodo se instala el MTC y se inicia un proceso de consolidación en su relación con las plantas y en la generación de diseños para algunos productos de Delphi. Esta instalación permite hacer un parte aguas 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.

#### ***a. 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 I y II.

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 EEUU,<sup>29</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>30</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 8.1 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.

---

<sup>29</sup> 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>30</sup> Es un conjunto de válvulas que se abren y se cierran controlando el líquido de frenos en los automóviles.

### Recuadro 8.1 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: Elaboración propia con base en las entrevistas (2002).

Desde 1997, se han trasladado a la planta 35 procesos mucho más sofisticados que los que se trasladaron 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 ensamblajes de forma correcta (año 2000),<sup>31</sup> entre otros. Esta situación 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 se 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 han logrado niveles de autosuficiencia en procesos tan complejos como el mantenimiento del equipo de soldadura con rayos láser.”<sup>32</sup>

En el recuadro 8.2 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.

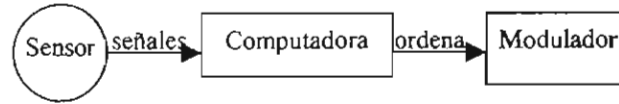
<sup>31</sup> El engravado 2d y 3d significan que se manejan dos y tres dimensiones. Estos engravados funcionan así: en un cuadrado muy pequeño de una de las partes del componente se coloca el número de parte, número de serie y fecha, a partir de puntitos sobre puestos (esto se utiliza para hacer control de lotes y de calidad en las áreas de ensamble del DBC7 de la subplanta ABS). Posteriormente, esa parte del componente se junta 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 engravado 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>32</sup> Entrevista con el Gerente 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 8.2 El Modulador

El modulador es un módulo inteligente que hace parte del sistema de frenos antiderrapantes.<sup>33</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 EEUU. 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>34</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, tapa boca, 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>35</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 EEUU 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: Elaboración propia con base en las entrevistas (2002)

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 posteriormente transferidas a otras plantas de México y el extranjero.<sup>36</sup> Este modelo de manufactura esbelta se enfoca principalmente a reducir desperdicios, movimientos innecesarios, tiempos de espera, exceso de personal, inventarios, entre otras ventajas. Permite obtener un mejor aprovechamiento del proceso productivo, eliminando actividades repetitivas y rutinarias, estimulando en el personal sus habilidades e

<sup>33</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>34</sup> Actualmente se tienen cuatro modelos.

<sup>35</sup> Este motor es fabricado en la planta 57 que se encuentra en Chihuahua.

<sup>36</sup> Entrevista con ingenieros de la Planta 35.

influyendo la cultura organizacional para que las personas se involucren con el nuevo modelo.<sup>37</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 contaban con su propia estructura orgánica: Transmisiones, Sistemas de Controles (parte del tablero), Frenos ABS y Multec. Se tenían 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 un componente similar a un 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 de la necesidad del automóvil y 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", quien se encarga de hacer la programación de lo que se requiere. Las piezas para servicio van en un empaque individual con el logo de la compañía. La producción que se traslada en charolas es enviada otras plantas de Delphi para ser ensambladas a un subsistema o sistema del automóvil.

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 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

---

<sup>37</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.

de EEUU, hasta el año 2002, no había ningún proveedor nacional de componentes para estos solenoides. Sus clientes (plantas de Delphi) están principalmente en EEUU, Alemania y Brasil.<sup>38</sup> 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. En el recuadro 8.3 se describe brevemente dicho crecimiento.

#### Recuadro 8.3 Subplanta Multec

La subplanta Multec (inicialmente era un departamento con muchos problemas de la subplanta de transmisiones) fue creada en 1997 para fabricar un producto nuevo: Multec 2, que es un solenoide (una bobina con su encapsulado) que se utiliza para fabricar un inyector por donde pasa la gasolina hacia el motor, en automóviles "full injection". Este solenoide es enviado a otra planta de Delphi en Coopersville, EEUU, en donde construyen el inyector. Este inyector es enviado a otra planta Delphi en Rochester, donde le agregan el tubo de gasolina y luego es enviado a Powertrain que es la división de GM que se encarga de construir los motores y las transmisiones. En el 2001 se empezó a producir la generación del Multec 3, que se utiliza en los inyectores de gasolina de los motores de las lanchas (el cliente está en Alemania y se llama *Mercury Marina*), y el Multec 3.5 estaba en proceso de aprobación para diciembre del 2002. Se tiene planeado empezar a producir el Multec 4 en el 2006. Estos productos fueron diseñados y desarrollados por el Centro Técnico de Rochester en New York, el cual tiene la responsabilidad completa sobre este producto, aunque la responsabilidad de los procesos la comparte con el MTC (cuando se hace un cambio el MTC es el intermediario). En el 2002, aún no se tenía contrato con ningún cliente para vender el Multec 4, pero se tenía la certeza que este producto iba a tener buena aceptabilidad debido al buen comportamiento en el mercado de sus antecesores. Multec fue diseñada para trabajar con 12 líneas, al 2002, se trabajaba sólo con 10.

Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas (2002)

#### **b. 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>39</sup> se debió a que desde principios de los noventa se incorporaron diferentes prácticas relacionadas con la calidad, como se mencionó en el literal B1 de la sección 8.2.2.2 del presente capítulo.

<sup>38</sup> Para esta planta de Delphi en el Brasil, Multec produce sólo la bobina sin el encapsulado.

<sup>39</sup> Directora de Operaciones Chihuahua, Torreón, Tlaxcala.

En 1998 la planta 57 inicia el proceso de cambio del tipo de manufactura que tenía implantada. Al igual que la planta 35 de Ciudad Juárez, la planta 57 trabajaba con el modelo de manufactura sincronizada. 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 5 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 la manufactura esbelta ha coadyuvado al establecimiento de procesos como: el mantenimiento preventivo total (TPM), calidad a la primera vez (FTQ), verificación sucesiva para que la materia prima sea la correcta, los *dumis*<sup>40</sup> que hacen posible verificar 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 del modelo de la manufactura esbelta participaron personas de todos los niveles de la organización en cada una de las plantas.<sup>41</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 al *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 contaban con ingenieros de producto que daban retroalimentación al MTC cuando se requirieron cambios de materiales, ahorros en el producto, alguna requisición del cliente o de producción. La mayoría los cambios organizacionales que se han llevado a cabo en las plantas se han realizado por lineamientos generales de los directivos de la división y de las instancias encargadas para estas actividades por parte del Corporativo.

El MTC es el capacitador interno de Delphi-México, en 1995 los ingenieros del MTC se encargaron de dar 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 dando el taller "*Team*

---

<sup>40</sup> Los *dumis* permiten manejar colores en lugar de número de partes, lo que facilita la organización del proceso productivo.

<sup>41</sup> Se realizaron talleres que involucraban al personal de las plantas y del MTC.

*Delphi 5*”, mediante el cual se le enseñaba al personal de la planta a aplicar las herramientas de la manufactura esbelta. Para 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 se requieren por año, se evalúan todos los niveles y se planean los cursos. Esto incluye primaria, secundaria, preparatoria, cursos técnicos y necesidades al nivel de carreras universitarias y postgrados.

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, que posteriormente es enviado a la planta 35 en Ciudad Juárez para ensamblarlo en el Modulador. En la tabla 8.7 se presenta la información sobre el número de empleados y los productos de las plantas 57 y 58 de Chihuahua.

**Tabla 8.7 Datos de las plantas 57 y 58 de Chihuahua, año 2002**

	Planta 57	Planta 58
<b>No. Empleados</b>	1,160 personas*	510 personas*
<b>Productos</b>	<b>Módulo 1. Sensores</b> - KS, GThS, - MRS, - OPD, es la extensión de la bomba de aceite. <b>Módulo 2. Solenoides</b> - CCP - EPP - VR_sensor <b>Módulo 3. Generadores</b> - 714 AD - 714WC - Canister, es un reciclador de vapores de gasolina.	- MRA (modulador de gasolina)** - Camphaser (válvula para controlar el tiempo de ignición del motor) & - SBA (sistema eléctrico que hace parte del sistema de frenos) + - Power brake; Dram y Park (dispositivos para el freno de mano) - ABS, DBC7 (motor para el modulador) - IAMF (módulo de mezcla aire gasolina) #

Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas (2002).

\* Datos entregados por el Director de Personal de las dos plantas de Chihuahua.

\*\* Del MRA y del Camphaser, se producen 12,000-13,000 unidades/semana de cada uno.

& El MTC de Juárez es responsable de este producto.

+ Se producen 20,000 unidades/semana.

# Este producto y el Power brake van directo a la ensambladora GM.

### *c. 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 8.4 se ilustra como 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>42</sup>

#### Recuadro 8.4 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 EEUU 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 3 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 (2002).

<sup>42</sup> Entrevista con el gerente de la subplanta de ABS (2002)

Como ya se mencionó en la sección 8.1 “Actividades de Diseño” de este capítulo, en 1997 se establece el grupo de ingeniería avanzada. Este grupo trabajó inicialmente en PDP (Proceso de Desarrollo de Producto) 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 ADP (Proceso de Desarrollo Avanzado) 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 TDP (Proceso de Desarrollo de Tecnología) 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 6 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. en algunos productos sigue una estrategia de líder tecnológico, como se presentó en la sección 7.3 del capítulo 7. 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 el Recuadro 8.5 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 8.5 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 2 eran de EEUU 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 Desing* (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 de 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: Elaboración propia con base en las entrevistas (2002).

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 por las directivas de la división de E&C y por diferentes instancias del Corporativo. Entre estas decisiones estuvo la de crear los *Competency Group* o grupos de competencia<sup>43</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>44</sup>  $\frac{3}{4}$  partes de sus integrantes son mexicanos.

En el Recuadro 8.6 se presenta el caso del sensor de aceite, que puede ser considerado como un ejemplo de TDP. Con este caso se ilustra el nivel de capacidades tecnológicas en diseño de productos que ha desarrollado la línea de sensores y actuadores del MTC.

<sup>43</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>44</sup> Nueve ingenieros en el área de actuadores y ocho en el área de sensores.

### Recuadro 8.6 El caso del sensor de la condición del aceite<sup>45</sup>

En 1997 la dirección de negocios de Delphi-E&C se planteó generar nuevas líneas de productos para diversificar la oferta a los clientes y cumplir con las metas de crecimiento impuestas por los directivos. Se realizó un análisis de mercado para identificar oportunidades emergentes. Para seleccionar las oportunidades a desarrollar, se llevó a cabo una evaluación de las capacidades y conocimientos internos de Delphi para luego compararlos con las necesidades de conocimientos y “*expertise*” necesarios para desarrollar las nuevas líneas de productos. Esta evaluación sugirió que el monitoreo a la condición del aceite para el motor podía ser una de las nuevas áreas a desarrollar.

Se tomó la decisión de trabajar en la línea de producto de sensores electroquímicos para monitorear la condición del aceite de motores de gasolina; estos sensores tienen el fin de determinar el momento preciso en el que se necesita hacer el cambio de aceite. Se quería trabajar en la dirección de crear un sensor que determina el nivel de degradación del aceite basado sólo en las mediciones de sus propiedades. La decisión se basó en los siguientes factores: (i) ya existía dentro de Delphi capacidad de I+D en esta área, (ii) ya se había realizado investigación básica en el proceso de degradación de aceites que llevó a la generación de conocimiento, (iii) en el MTC se encontraba en proceso de formación un grupo nuevo de Ingeniería Avanzada.

A finales de 1997 se integró un equipo de trabajo para realizar investigación aplicada y la ingeniería avanzada en el área de sensores de aceite. La idea del desarrollo del sensor se generó en el MTC. Era el primer proyecto de I+D en sensores y actuadores del MTC. Este equipo incluyó personal de múltiples disciplinas y tenía el objetivo de probar la viabilidad técnica y comercial de un nuevo sensor de condición de aceite.

El proceso de I+D se dividió en varias etapas. En la Etapa 1 se realizó la investigación aplicada para probar la viabilidad técnica del producto y para buscar tecnologías alternativas. El proceso de investigación básica se llevó a cabo en *Delphi Technologies Inc.*, la investigación aplicada en software y la ingeniería avanzada en el MTC. Así mismo, se contrataron laboratorios de investigación independientes y consultores externos para acelerar el paso de generación de conocimiento de la organización. La evaluación de tecnologías alternativas mostró que las técnicas desarrolladas por Delphi eran competitivas y darían una entrada más rápida al mercado. El análisis de las tecnologías de la competencia identificó que la tecnología propuesta por Delphi era más robusta.

En la Etapa 2 se desarrolló y ejecutó un plan de prueba en el campo para verificar los resultados obtenidos durante el proceso de I+D. Estas pruebas fueron realizadas en Ciudad Juárez, Chihuahua; Flint, Michigan; y Luxemburgo. Durante 1999 se terminó la primera etapa de desarrollo de tecnología, el hardware, el software y las estructuras básicas quedaron definidas. En la Etapa 3 se diseñó un producto “*standalone*” para iniciar el ofrecimiento a clientes y las pruebas de flotilla. Se establecieron los primeros contactos con clientes para el desarrollo de la aplicación. Esta actividad llevó a una nueva ronda de ingeniería avanzada en donde se desarrollaron las estructuras finales para el producto de producción y los algoritmos de apoyo para la aplicación. Finalmente en la Etapa 4 se diseñó un producto para su producción final y su comercialización.

El producto se presentó a los clientes en forma directa. Se presentó en exposiciones tecnológicas como el “*Sensors Expo Show*”, en donde ganó el premio al mejor sensor de la exposición. También fue exhibido en la “Exposición Anual de SAE en Detroit, Michigan” y en el show de Frankfurt. La introducción a producción fue programada para el año 2004, pero tuvieron dificultades para encontrar clientes que estuvieran interesados en incorporar el sensor a sus automóviles. Durante el proceso de desarrollo se ha generado propiedad intelectual en el área de circuitos electrónicos, software, métodos de reconocimiento de patrones, para un total mayor a 20 patentes otorgadas y en proceso de aplicación.

Fuente: Dutrénit, Veracruz, Álvarez y Rodríguez (2003).

<sup>45</sup> Rodríguez (2001)

### 8.2.3.2 Descripción de las capacidades tecnológicas por función técnica

#### A. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Inversión

##### A.1 Capacidades relacionadas con la toma de decisiones y control

La toma de decisiones para instalar plantas manufactureras o de ensamble de componentes se hace en algunas instancias definidas por el Corporativo, como el *Business Team*. El Director de la División de E&C en México y su *staff* hacen la propuesta o proyecto y se presenta ante el *Business Team*, éste a su vez hace un análisis de la propuesta y si es considerada como una buena oportunidad se presenta ante los directivos del Corporativo quienes toman la decisión de aprobar o no la inversión. En el recuadro 8.7 se hace una presentación más específica de lo que es y lo que significa para Delphi Corp. el *Business Team*, grupo asesor del Corporativo para la toma de decisiones.

#### Recuadro 8.7 El *Business Team*

El *Business Team* es el grupo del Corporativo que hace las recomendaciones para la toma de las decisiones estratégicas sobre los negocios de Delphi Corp. Existen diferentes *Business Team* para las seis divisiones y ellos son los responsables de hacer crecer los negocios de acuerdo con los productos. Se encargan, además, de definir las estrategias de mercadeo y ventas, en lo que se refiere a entregar un producto conforme y a tiempo, dentro de un costo competitivo que son las tres prioridades que se manejan en todas las divisiones de Delphi. Asimismo, sugieren los negocios y las regiones del mundo donde deben instalarse, con el fin de que los directivos del Corporativo tomen las decisiones y aprueben las inversiones de acuerdo con las estrategias de crecimiento que se tienen para cada negocio. Cada *Business Team* presenta la directiva los proyectos donde se muestra el monto de la inversión y cómo se va a recuperar para que ésta tome las decisiones.

De este *Business Team* forman parte ingenieros de los Centros Técnicos y de las divisiones en el Corporativo, al 2003 no había representantes de las plantas en este grupo (al menos para el caso de México). Una de las principales áreas que tiene un gran peso es finanzas, ella se encarga de presentar el estado financiero a escala mundial para cada línea de negocio y cómo se está comportando en cada sitio de manufactura en el mundo.

El *Business Team* a su vez es asesorado y retroalimentado por el *Product Team*.

Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas (2003)

Todas las decisiones están regidas por el *Business Team* y el *Product Team*.<sup>46</sup> Así, cuando se tiene el diseño de un determinado producto, se eligen los ingenieros que van a hacer parte del equipo de producto o "*Product Team*". Este equipo participa en la toma de

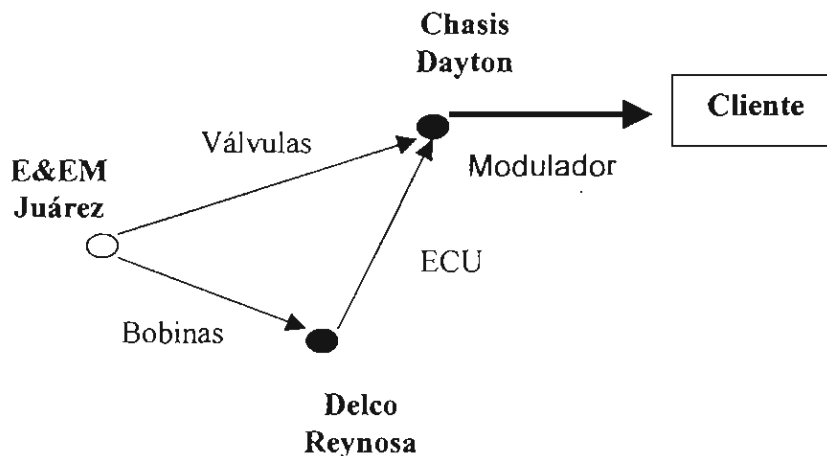
<sup>46</sup> Es un equipo conformado por ingenieros de las plantas y los centros técnicos de ingeniería, quienes analizan y evalúan los tipos de productos que hay que trabajar, los procesos, las ganancias, las posibilidades y todas las variables que se necesitan para hacer la recomendación al *Business Team* de las oportunidades de negocio. Por ejemplo, el *Product Team* de sensores y actuadores está ubicado en el MTC y uno de sus miembros es el gerente de la subplanta de ABS.

decisiones sobre qué tipo de tecnología atraer a las plantas basados en los diseños y con las encuestas de mercado, identifica los productos de la competencia, participa en las decisiones de los tipos de proceso que se van o se pueden trasladar a una planta, y si una planta tiene la habilidad para absorber un nuevo producto con base en los procesos a los cuales ella está acostumbrada.

Así, en el MTC a través del *Product Team* se participa en la decisión de trasladar procesos relacionados con los embobinados a las plantas 35 y 57, ya que su personal conoce las máquinas, el funcionamiento, los problemas, etc., de este tipo de proceso. Además, para los ingenieros del MTC es más fácil diseñar considerando la retroalimentación que dan los ingenieros de las plantas, utilizando los equipos y maquinaria con las cuales se cuenta. Un ejemplo de lo anterior, se dio con el subsistema denominado Modulador que fue trasladado de Dayton, Ohio-EEUU, para ser fabricado en México por decisión de *Business Team* a recomendación del *Product Team* de sensores y actuadores.

En la figura 8.1 se muestra el flujo de componentes para la elaboración del modulador, hasta el año 1998, cuando se da la fusión entre las dos divisiones: Eney y Chasis.

**Figura 8.1 Flujo de componentes para el modulador hasta 1998**



Fuente: Ingeniero de diseño E&C-MTC(2002)

Hasta el año 1998 la responsabilidad de la producción del modulador era básicamente de la planta de Chasis en Dayton, EEUU. Los componentes como válvulas, bobinas y el ECU eran proveídas, en aquella época, por las plantas en México de las divisiones de Energy y Delco. Así, a través de la figura 8.1 se hace un esfuerzo por esquematizar la lógica estratégica para producir el modulador, que se manejaba hasta 1998, y que se explica a continuación.

La división de Delphi E&EM,<sup>47</sup> a través de los ingenieros del grupo de ingeniería avanzada del MTC, desde 1995, trabajó en el desarrollo de estas válvulas y del sensor, y a partir de 1998, la planta 35 empezó a producirlas:

- DBC7.0 Normally open apply valve + bobina  
DBC7.0 Normally close release valve + bobina  
DBC7.0 Traction control valve + bobina
- Wheel speed sensors (sensor de velocidad de las ruedas)

La división de Delphi Delco en Reynosa México, trabajó en el diseño y realizaba la producción de la unidad de control electrónica (ECU), que es una de las partes funcionales del subsistema.

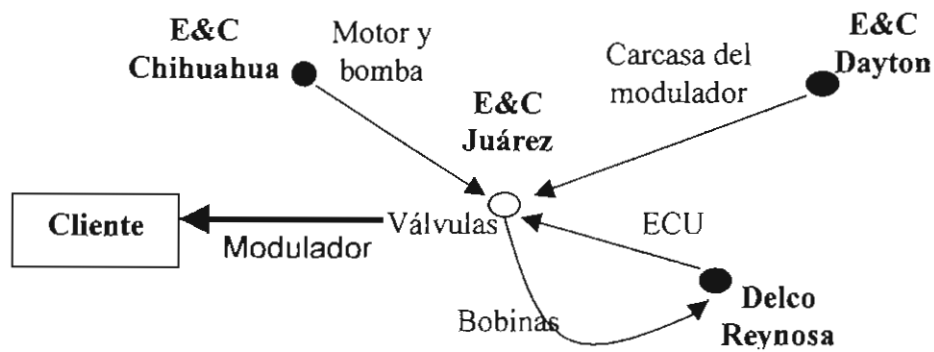
La división de Delphi Chasis en la planta de Dayton quien era el responsable del diseño original del modulador, se encargaba de producir otras componentes de este subsistema y hacer la integración de las partes hasta obtener el modulador completo (Modulador (unidad de control hidráulica)), el cual posteriormente era entregado al cliente. Los componentes que producía Dayton para este subsistema eran: Pump (bomba), Motor y Casting (carcasa)

En 1999 se tomó la decisión estratégica de trasladar la fabricación del Modulador de la planta de Dayton, a la planta 35 en Ciudad Juárez.<sup>48</sup> A raíz de esta decisión, en la figura 8.2, se muestra el flujo de componentes a partir de 1999.

<sup>47</sup> Nombre que tuvo la División Energy antes de fusionarse con Chasis.

<sup>48</sup> El traslado de este producto se estudió por parte del *Product Team* para sensores y actuadores. Los directivos de la subplanta de ABS estaban preocupados por el modulador, debido a que esta subplanta producía las válvulas cuyo diseño es exclusivo de Delphi para este producto, por lo tanto no se podía vender a otros clientes. De ahí que se sugiriera al *Business Team* trasladar el ensamble completo del modulador a la planta 35. El *Business Team* hizo el estudio y se tomó la decisión de trasladarlo.

**Figura 8.2 Flujo de componentes para el modulador desde 1999**



Fuente: Ingeniero de diseño E&C-MTC(2002)

Como se observa en la figura 8.2 la planta 35 de E&C en Ciudad Juárez, desde 1999, es la responsable de la producción del Modulador y por lo tanto es quien entrega directamente este producto al cliente. Asimismo el MTC seguía con la responsabilidad del diseño sobre las válvulas DBC7 y DBC9.

En la planta 58 de Chihuahua se empieza a producir el motor y la bomba para el Modulador, que antes eran producidos por Dayton. Este motor y la bomba son enviados a la planta 35 en Ciudad Juárez para ensamblarlo en el Modulador. Las bobinas y las válvulas seguían siendo producidas por la planta 35, así como el ECU que era proveído por la división de Delco en Reynosa. Para 1999 sólo la carcasa del modulador era proveída por la planta de E&C que está en Dayton, EEUU, debido a la complejidad del proceso para fundir la carcasa de aluminio.

Este traslado se hizo con el propósito de pasar de perder 20 millones de dólares/año en Dayton a perder sólo 8 millones de dólares/año en México, durante los tres primeros años.<sup>49</sup> La planta 35 recibió este producto con la condición antes mencionada y puso en marcha las estrategias necesarias para cumplir con la responsabilidad asumida con el *Business Team*. El modulador fue el primer subsistema que se ensambló en la planta 35. Así que en la

<sup>49</sup> Esta fue la propuesta con la cual el *Business Team* decidió transferir el producto de Dayton a Juárez, México.



planta 35 se hicieron muchas mejoras al equipo,<sup>50</sup> se disminuyeron los costos por mano de obra<sup>51</sup> y especialmente se redujo el desecho.<sup>52</sup> Esto hizo posible pasar en el 2001 de 8% de pérdidas (aproximadamente 8 millones de dólares/año) a 1.4% (aproximadamente 1 millón de dólares/año) en el 2002.<sup>53</sup> Este hecho permitió al personal de la planta 35 demostrar que había cumplido con el compromiso, y más aún, había rebasado las expectativas con las cuales se había sido trasladado el modulador.<sup>54</sup>

En el año 2001 y hasta principios de 2002 la planta 35 producía 7,500 moduladores al día lo que implicaba producir 70,000 válvulas y 70,000 bobinas diarias. Lo anterior, demandaba mucho espacio de almacenamiento en la subplanta de ABS, antes de enviar los moduladores a GM;<sup>55</sup> pero esto se compensaba con las ventas que alcanzaban los 260 millones de dólares al año, mientras las ventas de todos los tipos de sensores y solenoides que producía toda la planta 35, sólo alcanzaba a sumar 120 millones de dólares por año. A mediados de 2002 el volumen de producción del modulador se redujo en un 50%, debido a que GM hizo opcional su uso en los automóviles con el fin de reducir costos.<sup>56</sup> Esta decisión afectó significativamente a la subplanta ABS debido a que se habían planeado montar seis líneas de producción, de las cuales se alcanzaron a instalar sólo cuatro. Además, a octubre del 2002 se tuvo que reducir los turnos de producción a la mitad.<sup>57</sup>

Vale la pena mencionar, que la subplanta ABS es líder en cuanto a calidad de los moduladores, pero debido a esta característica, este producto es más costoso que el de la

<sup>50</sup> El equipo que se manejaba en EEUU era automatizado y se utilizaba solo en un 65% de su capacidad productiva. En la planta 35 el equipo utilizado para hacer este producto se utilizaba en un principio al 90% y posteriormente subió al 95%. Se reemplazó la automatización por trabajo manual debido a que muchos de los problemas que ocurrían se debía al movimiento de las piezas, lo cual era difícil controlar en el proceso automatizado.

<sup>51</sup> En EEUU se pagaban costos muy altos por horas extras para poder cumplirle al cliente.

<sup>52</sup> Se manejaban 200,000 dólares /mes de desechos debido a que este producto es muy complicado y muy costoso. El 25% de los productos eran rechazados por mal funcionamiento. En la planta 35 en el primer año se redujo a 16% y al año 2002 se manejaba un desperdicio del 1%.

<sup>53</sup> De acuerdo con el modelo del modulador que se producía, la pérdida por unidad iba de 8 a 15 dólares.

<sup>54</sup> Entrevista con el Gerente de la subplanta de ABS de la planta 35.

<sup>55</sup> Este producto se enviaba a diferentes plantas de GM: Ramos Arispe en México, Canadá y China.

<sup>56</sup> El modulador hace más eficiente el sistema de frenos antiderrapantes, pero asimismo lo encarece. Su precio alcanza un valor de 700 dólares aproximadamente, lo cual es significativo cuando se trata de automóviles económicos.

<sup>57</sup> A 2002 se negociaba con GM un mejor precio para este producto, con el fin de reducir el impacto de la decisión tomada y poder amortiguar el costo de la inversión que se había hecho en equipo.

competencia. Así que esta subplanta tenía que trabajar fuertemente con el fin de reducir los costos para poder competir en el mercado internacional.

El modulador es un subsistema muy complejo y con un alto nivel de rigurosidad en su producción, así que el tomar la decisión de trasladarlo a México no fue fácil. Lo anterior fue posible lograrlo teniendo como base las buenas experiencias obtenidas con la planta 35, que permitió a los directivos de Delphi confiar en los buenos resultados a futuro. Este traslado hizo posible una mayor exigencia de las capacidades tecnológicas en la subplanta de ABS y por lo tanto, se dio una mayor acumulación de capacidades innovadoras. Así, el caso del modulador es un claro ejemplo de toma de decisiones sobre un proyecto de innovación que motivó un conjunto de actividades tecnológicas asociadas que implican fuertes negociaciones que se dan entre los diferentes niveles de mando de la división, las instancias de toma de decisiones del Corporativo y las plantas, en este caso la planta 35 de Ciudad Juárez, México.

En cuanto a las decisiones sobre las compras de equipos y maquinaria para grandes proyectos, éstas se toman tanto en México como en EEUU dependiendo del tipo de inversión. De acuerdo con el monto de la inversión hay proyectos que pueden ser aprobados regionalmente y hay otros que son de exclusiva responsabilidad de un grupo de ingenieros ubicados en la división y en el Corporativo. Al 2002, se podían tomar decisiones de inversión a escala regional hasta por 250,000 dólares, por encima de este valor ya se tenía que acudir a otros niveles superiores de mando.<sup>58</sup> Después que se da la autorización para comprar el equipo y /o maquinaria se asignan a dos ingenieros SQE (*Supplier Quality Engineer*) y un ingeniero de manufactura que pertenecen al Centro Técnico responsable del o los productos que se van a fabricar con dichos equipos. Estos ingenieros, al igual que el ingeniero de calidad designado por la planta, se encargan de relacionarse y visitar a los proveedores con el fin de conocer y avalar los equipos que se van a adquirir. En la transición de la fase 2 a la fase 3, el Centro Técnico transfiere el producto y el proceso a las plantas al igual que la relación con los clientes y los proveedores.

---

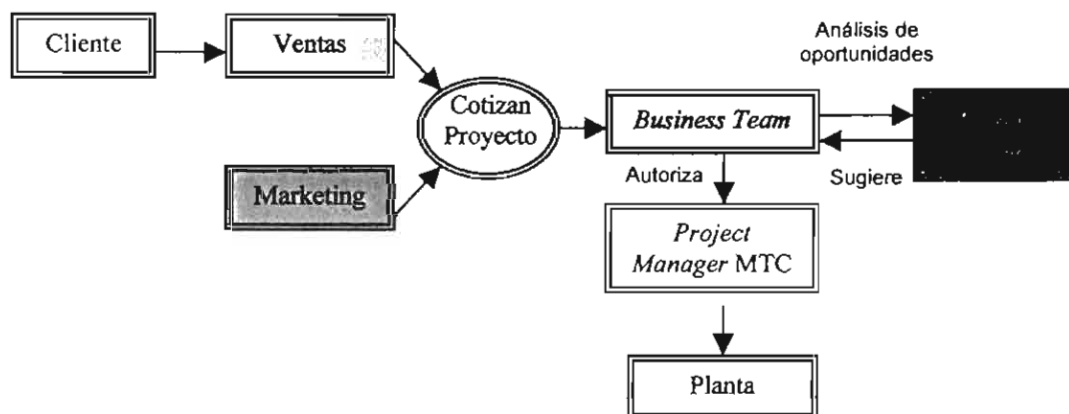
<sup>58</sup> Directora de Operaciones Chihuahua, Torreón, Tlaxcala (2002)

Con base en lo presentado anteriormente, se puede concluir que en esta etapa III, el avance en esta función técnica de toma de decisiones y control es significativa, ya que se avanza de tener capacidades básicas en la etapa II, a intermedias en la etapa III. Esto se refleja principalmente, en el hecho de que el grupo asesor del *Business Team* o sea el *Product Team* para la línea de negocio de sensores y actuadores se encuentra ubicado en México y tiene una participación activa en las decisiones frente a los directivos de Delphi.<sup>59</sup> Asimismo, los ingenieros del MTC y de las plantas, para esta etapa III, ya tienen más control sobre los proyectos que llegan a México, en cuanto a manejo de proveedores, selección de tecnología y administración del proyecto completo.

### A.2 Capacidades relacionadas con la preparación y ejecución del proyecto

La acumulación en esta función técnica se manifiesta especialmente en las actividades de administración y seguimiento de los proyectos, ingeniería de detalle y adquisición de equipos. Los proyectos son los ejes principales que mueven los negocios en Delphi Corp., y a través de ellos la empresa puede realizar un mejor seguimiento de sus negocios a escala mundial. En este sentido, es importante definir cómo se generan los proyectos a partir de las oportunidades de negocio siguiendo el modelo descrito en la figura 8.3.

**Figura 8.3 Evaluación de las oportunidades de negocio**



Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas (2002).

El departamento de ventas del MTC tiene una estrecha relación con marketing y con el cliente. Esta relación es muy importante, ya que si un producto no tiene posibilidades de

<sup>59</sup> Esta participación activa se pudo comprobar en el caso del Modulador.

éxito en el mercado, el *Business Team* no autoriza el proyecto. De ahí que el departamento de ventas identifique la oportunidad de negocio para una línea de producto y junto con el departamento de marketing haga el análisis de mercado. Esta oportunidad de mercado se presenta al *Business Team*, quien delega el análisis de las oportunidades, costos y la evaluación técnica al *Product Team*. Este equipo hace una revisión de la oportunidad de negocio versus los planes estratégicos de la empresa global y sugiere las posibilidades al *Business Team*. Cuando el *Business Team* acepta un negocio entonces autoriza la inversión y envía el caso al *Project Manager*, quien se encarga de recibir los proyectos y coordinar la logística en las áreas de prueba, producto, proceso, marketing, ingeniería industrial, costos, entre otros. El *Project Manager* del MTC se encarga de entregar a la planta una línea de producción que debe ser eficiente. El escalamiento del proceso se hace entre el MTC y la planta.

El caso anterior ocurre cuando el cliente solicita un producto. Esta solicitud puede ser de dos clases: i) el producto que solicita no lo tiene Delphi en su portafolio de productos; ii) el producto que solicita ya se tiene o se fabrica otro producto parecido. En el primer caso, los proyectos son manejados por los ingenieros de diseño del centro técnico encargado del producto, estos se denominan proyectos de diseño. En el segundo caso, se consideran como proyectos de aplicación: que son diseños prehechos o sea que ya existen y sólo hay que realizar algunas adaptaciones que se ajusten a las necesidades del cliente. Estas adaptaciones a los diseños se hacen por parte del grupo de competencia, el cual está compuesto por ingenieros de producto e ingenieros de diseño del MTC. Este grupo se encarga de responder a las necesidades de los clientes nuevos que piden productos que ya se conocen por parte de Delphi. El *Project Manager*<sup>60</sup> se encarga de controlar el trabajo que se realiza por parte del grupo de competencia o *Competency Group*.

Cuando llega un proyecto al MTC se tienen en cuenta los siguientes detalles:

- a) Se evalúa el tiempo del proyecto.
- b) En que consiste.
- c) Cuantas cosas hay que hacer. Ingeniería de detalle.

---

<sup>60</sup> Un *Project Manager* puede manejar entre 2 y 8 proyectos y se tienen entre 10-20 *Project Manager* en un Centro Técnico.

- d) Si se tiene el contrato o hay que negociar con el cliente.
- e) Cómo está el negocio, si hay cambios.
- f) Qué se espera económicamente, se revisa lo prometido al cliente con la realidad.
- g) Se hace un plan, se asignan los recursos y las responsabilidades.
- h) Se define en que planta se va a hacer el producto. A veces esta decisión ya viene tomada directamente por el *BusinessTeam*, en otras ocasiones es el *Project Manager* el que se encarga de hacer el estudio y es el MTC el que asigna la planta en México que va a hacer el producto.

Todo lo anterior hace parte de la administración y seguimiento de los proyectos. En estos proyectos se llevan a cabo actividades de diferente índole, desde realizar el seguimiento para la construcción de una planta nueva<sup>61</sup> hasta modificar un producto. En el caso de la línea de negocio de sensores y actuadores el MTC es totalmente responsable del proceso, el producto, la prueba y la puesta en marcha. En este sentido, desde 1996, el MTC lleva a cabo la negociación con el cliente, con el fin de ofrecerle calidad en los productos y costos competitivos.<sup>62</sup>

Como se puede observar en esta sección, la línea de negocio de sensores y actuadores, así como otros negocios en México, a través del MTC, han alcanzado un gran avance en actividades de evaluación y control de proyectos. Así, se cuenta con ingenieros formados y especializados en el seguimiento de los proyectos, que aplican metodologías y realizan actividades encaminadas a obtener el mejor beneficio de los proyectos, tanto para el cliente como para Delphi. Algunas de estas actividades involucran designación de grupos de trabajo, ingeniería de detalle para los negocios, capacitación y reclutamiento del personal que participa en los proyectos entre otras actividades, rebasando así, las actividades de ingeniería básica que se llevaban a cabo en la etapa II.

En resumen en la función Técnica de Inversión, la línea de negocio de sensores y actuadores de Delphi-México ha desarrollado capacidades innovadoras intermedias, tanto

---

<sup>61</sup> Cuando se construyen plantas nuevas, es posible que estas inversiones estén por encima del millón de dólares, así que las decisiones sobre este tipo de inversiones elevadas son tomadas por la directiva de Delphi en EEUU.

<sup>62</sup> Ingeniero de proyectos MTC (2002)

en la toma de decisiones y control, como en la preparación y ejecución del proyecto. Así, esta función técnica fue evolucionando en cada etapa de análisis de manera creciente, mediante el traslado de actividades de toma de decisiones y control con mayores responsabilidades, así como de proyectos cada vez más rigurosos. Es importante señalar que estas capacidades tecnológicas están, principalmente, en el MTC pero la interacción de éste con las plantas permite desarrollar más las capacidades en esta función técnica.

## **B. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Producción**

### ***B.1 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 costos.

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 hace la coordinación con el área de mantenimiento para realizar las revisiones y correcciones que sean necesarias.

Como ejemplo de lo anterior, en la subplanta de Multec, el ingeniero de proceso que se encarga de manejar el proceso de lavado, también se encarga del proceso de prueba y al 2002 estaba integrando todo los sistemas a prueba de error. En el caso de la subplanta ABS, el ingeniero de proceso se encarga de vigilar los materiales, mano de obra y maquinaria, tanto lo que ingresa a la máquina, como lo que es procesado; asimismo revisa el trabajo de los operadores, la pieza y como influye todo esto en los demás procesos.

Los ingenieros industriales se encargan del *layout* que involucra operarios, herramientas, maquinaria, estaciones de trabajo, tiempos y movimientos, balanceo de línea, etc. 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 la subplanta ABS uno de los procesos más críticos ha sido el moldeo. Al principio el personal de la planta no se involucraba con actividades que incluyera el proceso de reparación de moldes.<sup>63</sup> A finales de los ochenta se empezó a necesitar cada vez más el soporte para el proceso de moldeo, lo que obligó a la subplanta a definir los trabajos para ciertos procesos de reparación de moldes que se podían hacer en la planta 35. Los trabajos definidos para ser realizados en la planta fueron aquellos que no necesitaran de equipos de quemado.<sup>64</sup> 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

---

<sup>63</sup> Se acudía a El Paso (Texas) con el fin obtener los moldes con la calidad necesaria para fabricar un buen producto.

<sup>64</sup> Estos equipos eléctricos de quemado se utilizan para hacer los dados de precisión o moldes.

ingenieros de la planta 35 estaban trabajando para hacer algunas piezas sencillas que no eran críticas para el producto en Ciudad Juárez.<sup>65</sup> Este trabajo contó con la participación de un ingeniero estadounidense especialista en trabajo de moldes, quien se encargaba de entrenar al personal de la planta.

Los ingenieros de las plantas también contribuyen con las mejoras en el proceso. Por ejemplo, en el área de ingeniería de la subplanta de Multec se hizo una mejora al proceso que sirvió para optimizar la limpieza de las válvulas que van al modulador. Esta mejora consistió en instalar una máquina que trabaja con vacío y aire para eliminar las impurezas en las válvulas, antes de ser instaladas al interior del modulador. Con esta mejora se redujeron los problemas que se tenían con el funcionamiento de este subsistema, ya que es muy sensible a la contaminación por partículas en este tipo de válvulas que conducen el líquido de frenos, y se ha logrado mejorar la calidad del proceso.

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 esta etapa III, 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 participan activamente en el diseño de los procesos cada vez más complejos y en la validación de los mismos, junto a los ingenieros del MTC. Los ingenieros del MTC realizan actividades de I+D para mejorar los procesos. Asimismo, en esta etapa III etapa se consolida la manufactura esbelta que permite maximizar los recursos, tanto de materias primas como de personal y equipos; se continúa

---

<sup>65</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).



con la mejora continua a todos los niveles de la organización, se consolidan los sistemas de calidad<sup>66</sup> y se hacen cambios, modificaciones e innovaciones dentro del proceso.

### ***B.2 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>67</sup> Esto significa que las mejoras y desarrollos realizados al diseño para el caso de sensores y actuadores, corresponde ejecutarlos única y exclusivamente a los ingenieros del MTC. Así, los nuevos diseños, las mejoras y desarrollos realizados en los productos revelan el proceso de aprendizaje del grupo de ingeniería avanzada en el MTC. Uno de los resultados importantes de la actividad innovadora de este grupo de ingeniería 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 7 publicaciones defensivas y 3 secretos industriales.<sup>68</sup> Así, a continuación se presentan algunos de los proyectos que se han llevado a cabo por parte de este grupo, los cuales han permitido acumular capacidades tecnológicas innovadoras en la línea de negocio de sensores y actuadores.

El primer proyecto de este grupo de ingeniería avanzada fue el “DBC7 válvulas solenoides para sistemas de control de frenos anti-derrapantes”. 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 ADP (Desarrollo Avanzado de Producto).<sup>69</sup> El segundo proyecto fue el “*Rotary position Sn*” (sensor de posición angular), fue de hecho el primer producto diseñado completamente por el grupo de ingeniería avanzada. La I+D se llevó a cabo en 1999, la etapa de ADP se realizó 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 subplanta de Transmisiones de la planta 35 para iniciar su producción en el 2003. El tercer proyecto fue la “Mejora a los sensores de reluctancia variable” de *Ford Motor Co.* Es un producto de la subplanta de

<sup>66</sup> A través de la implantación del FTQ (*First Time Quality*) se busca que la calidad por primera vez sea al 100%

<sup>67</sup> *Production Parts Approval Process*

<sup>68</sup> Ingeniero Staff grupo de avanzada MTC(2002)

<sup>69</sup> Estos dos productos fueron explicados en la sección 8.2.3.1, literales a y c, y en los Recuadros 8.1 y 8.5.

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, este producto tiene cierta similitud con el modulador para frenos ABS.

El quinto proyecto es 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 fue el primer proyecto que empezó 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 trabajan 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>70</sup> Adicionalmente el grupo de ingeniería avanzada estaba ya explorando nuevas líneas e iniciando el desarrollo de nuevos proyectos desde diferentes etapas: TDP o ADP.<sup>71</sup>

Con base en lo anterior, se puede señalar que esta línea de negocio de sensores y actuadores logró alcanzar un avance significativo de sus capacidades, en esta función técnica en la etapa III. Estas capacidades se relacionan, especialmente, con el grupo de ingeniería avanzada que trabaja no solo 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. Así, en la función técnica de producción de la línea de negocio 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 por el MTC para fortalecer el negocio de sensores y actuadores en distintas áreas, tal como se describió en las secciones anteriores.

---

<sup>70</sup> De acuerdo con los entrevistados, este producto es líder en tecnología en el mercado internacional.

<sup>71</sup> Ingeniero Staff grupo de avanzada MTC(2002)

## **C. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Soporte**

### ***C.1 Actividades de Vinculación Externa***

#### ***a) 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 la empresa. Las decisiones sobre las compras de materiales e insumos, tanto directos como indirectos se toman en México o en EEUU dependiendo del tipo de material que se requiere para la fabricación de los productos.

Desde 1994 se inició el traslado gradual hacia México de la actividad de compra de materiales directos. Inicialmente se trasladó a las plantas 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>72</sup> En México se podían comprar al año 2002, 200 mil dólares anuales de material directo, 5 veces más que en 1997, que equivalían al 10% del total de las compras, el 90% de las compras restantes se hacían desde EEUU. 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. Ser proveedor certificado 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

---

<sup>72</sup> Entrevista en el área de compras del MTC (2002).

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 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 que los directivos de Delphi lo evaluaran. Este proyecto fue aprobado y se empezó trabajar con ese grupo para ciertos componentes.<sup>73</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 a las plantas para que observen el proceso y 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

---

<sup>73</sup> Entrevista con Ingeniero Staff grupo de avanzada MTC (2002)

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 alcanzar. 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 le vende a la planta 35 material de nylon de *Dupont* para moldeo. Los proveedores mexicanos son generalmente vendedores de productos extranjeros. La única empresa mexicana, hasta el 2002, que le vendía a la planta 35 era “Electrónicos Animados” que estaba ubicada en Monterrey y le vendía la cubierta o tapadera para proteger un sensor.<sup>74</sup> Esta empresa mexicana, a pesar de que no había tenido un desempeño muy bueno continuaba en la lista de proveedores, debido a que la cubierta no era considerada como un componente crítico. Este proveedor fue aprobado también por la planta 57 de Chihuahua en el 2002 para proveerle un componente, pero al igual que en la planta 35 se han tenido muchos problemas con sus productos.

Así, en el recuadro 8.8 se presenta el caso de un proveedor mexicano que estuvo trabajando para la subplanta ABS. La historia muestra las dificultades que se tuvieron con este proveedor. Si bien la relación con proveedores mexicanos no ha sido exitosa, se puede señalar 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.

En resumen, con la incorporación de este tipo de grupos como “desarrollo de proveedores” se incentiva de forma significativa esta actividad, puesto que ya no solo 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 etapa III se realizan colaboraciones para llevar a cabo desarrollos tecnológicos con los proveedores y se busca atraer proveedores de material directo a la región. En este sentido es importante resaltar que Delphi a través del MTC y las plantas realizan transferencia de tecnología a sus proveedores a escala global, con lo cual la empresa busca reforzar la cadena de valor, a través de sus proveedores.

---

<sup>74</sup> Esta tapadera va incorporada al sensor, lo que significa que es considerado como un material directo.

### Recuadro 8.8 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 Tirsa.” 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 Tirsa 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 6 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 EEUU.

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 Tirsa): 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, etc., pero estas situaciones no deberían darse”.

Fuente: Gerente de la subplanta ABS (2002)

#### **b) 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 EEUU)<sup>75</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.

<sup>75</sup> Esta planta siempre ha sido el cliente de la subplata de Multec.

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, etc. 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 al modelo del automóvil que cada ensambladora produce.

Para los directivos de Delphi 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 con los altos directivos de Delphi ubicados en el 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 etapa III se identifica 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 relacionarse con el cliente, a manejarlo y a poder explicar mejor todo lo relacionado con el producto y los procesos. Lo anterior, se apoya en 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.

### *c) Vínculos con instituciones del entorno*

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

#### *- Instituciones de Educación Formal y de I+D*

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>76</sup> para la capacitación de personal técnico. Se tiene también vínculos con el INEA, con el fin de que los operarios que desean 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, a diferencia de las plantas, tiene una vinculación más sistemática y formalizada con los estudiantes que vienen de las universidades para realizar prácticas. 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, etc.

Los vínculos para llevar a cabo desarrollos conjuntos de la línea de sensores y actuadores se han establecido principalmente con universidades 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>77</sup> En el caso de México no se tuvo mucho éxito, ya que no se logró encontrar grupos de investigación que estuvieran trabajando con 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 EEUU, 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, i) se plantearon manejar la I+D crítica para la línea de negocios en el *Tecnologies Inc.* y en universidades y centros de investigación en EEUU y Europa, ii) decidieron invertir a

---

<sup>76</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)

<sup>77</sup> Un análisis más detallado de estas actividades se encuentra en Dutrénit, Vera-Cruz, Álvarez y Rodríguez (2003).



largo plazo en desarrollar las habilidades y el equipamiento en universidades y centros de I+D mexicanos. Esto involucra dos fases: a) influenciar a las universidades locales para la creación de nuevas carreras y mejorar las que ya existen; y b) lanzar proyectos de investigación no críticos con universidades y centros de I+D mexicanos para desarrollar en ellos las capacidades que Delphi requiere.<sup>78</sup>

Al 2002, se tenían proyectos importantes de vinculación en México: i) proyectos de ingeniería y maestría en mecatrónica con el ITESM; ii) proyecto para cambiar la currícula y mejorar la ingeniería mecánica con la UACJ (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez); iii) exploración de acciones para interactuar con el CIMAV (Centro de Investigaciones en Materiales Avanzados) y con otros centros de investigación en México, y iv) con el Conalep para el desarrollo de actividades relacionadas con calidad, pero estas acciones todavía estaban en proceso de maduración.<sup>79</sup>

#### - *Instituciones gubernamentales y privadas*

Las vinculaciones con instituciones gubernamentales se limitan, 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.

En cuanto a la vinculación con entidades privadas como Canacintra,<sup>80</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>81</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

<sup>78</sup> Ingeniero *Staff* grupo de avanzada MTC (2002)

<sup>79</sup> Ingeniero *Staff* grupo de avanzada MTC (2002)

<sup>80</sup> La Cámara Nacional de la Industria de la Transformación es el organismo empresarial con mayor cobertura e infraestructura al nivel nacional, lo que le permite representar y atender directamente los intereses y necesidades de sus empresas afiliadas. Esta entidad realiza acciones ante organismos públicos y privados, nacionales e internacionales, para dar solución a los proyectos y necesidades de sus afiliados. <http://www.canacintra.org.mx/inicio.htm> (2003)

<sup>81</sup> Asociación de Maquiladoras de Ciudad Juárez.

México.<sup>82</sup> Sin embargo, se pudo constatar que Delphi hace parte del CNIME,<sup>83</sup> y que en varias ocasiones este Consejo ha servido de mediador entre Delphi y el gobierno federal.

- Instituciones de beneficencia y ayuda

El “Fondo Unido” en Delphi-México se creó para la beneficencia. El dinero que se aporta por parte del personal de Delphi se distribuye a diferentes instituciones como escuelas, instituciones para la ayuda a niños y ancianos, etc. Asimismo, el MTC realiza actividades de apoyo al Instituto Tecnológico de Juárez con el fin de desarrollar la creatividad de los estudiantes. Este apoyo se ha manifestado, entre otras actividades, patrocinando la fabricación de un automóvil de carreras para incentivar a los estudiantes en el desarrollo de sus habilidades en el área técnica. Esto se constituye en un ejercicio de fogueo para cuando estos estudiantes puedan trabajar con el MTC. Además de este tipo de apoyo se ofrecen conferencias y se dona dinero para diferentes actividades en este Instituto.

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 etapa II a avanzadas en la etapa III.

***C.2 Actividades de Vinculación Interna (Relación intra empresa)***

- Relación Plantas - Corporativo

La relación entre las plantas y el Corporativo no es directa, generalmente se hace a través de los equipos como el *Business Team* y el *Product Team*, quienes son los encargados de analizar las asignaciones de los diferentes negocios a escala mundial. Asimismo, estos equipos asesoran al Corporativo en las decisiones de nuevas inversiones en las plantas de ensamble y manufactura en todo el mundo.

---

<sup>82</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>83</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 del sector maquilador de exportación en México.

El Corporativo tiene injerencia directa con las áreas sociales de las plantas: el área de personal, recreación, bienestar, etc. Así, las plantas y los centros técnicos de las seis divisiones comparten las mismas políticas, los valores y los controles que son definidos por el Corporativo. Las políticas que define el Corporativo globalmente están relacionadas específicamente con la asignación de salarios, beneficios, condiciones de bienestar de los empleados, negociación con los sindicatos, entre otras.

- *Relación Plantas - MTC*

La relación entre las plantas y el MTC en un principio no fue muy cercana, a pesar de que muchos de los ingenieros pasaron de trabajar en las plantas a hacerlo en el MTC. Debido a esa poca interacción se dieron problemas en el traslado e instalación de los procesos y los productos que se llevaban del MTC a las plantas. Estos problemas aparecían especialmente en la actividad de escalamiento del proceso de producción, y generalmente eran problemas en el diseño o elección de los equipos.

A partir del año 2000 se ha dado una relación un poco más estrecha entre el MTC y especialmente la planta 35. Esto ha sido el resultado de un proceso lento de adaptación de las plantas a la nueva forma de trabajo del MTC, así como a sus ingenieros, y como respuesta a los graves problemas que se generaban. Al 2002, los ingenieros y en algunas ocasiones los operarios de la planta involucrada en el proceso productivo son invitados al MTC y es posible para ellos ver el producto nuevo desde el principio, pasando por las diferentes fases: fase 0, fase 1, fase 2 y fase 3. Esta interacción se da por diferentes razones de acuerdo a las necesidades que demande el proyecto y el nivel de involucramiento que se requiera de las dos partes. Así, los ingenieros de la planta colaboran con su experiencia, en especial si el producto nuevo es similar a los que se han hecho en la planta.<sup>84</sup> Esto permite que el diseñador identifique las variables que afectan al producto y al proceso y pueda eliminar y pulir todos los problemas, para que el nuevo producto surja con toda la retroalimentación de productos semejantes que están en producción. Los intervalos de

---

<sup>84</sup> Estos ingenieros acuden a las reuniones con los modos de falla, las modificaciones, los ejemplos, etc. Se hacen pruebas directamente en la planta y se escala el proceso con el fin de detectar los problemas antes de arrancar a producir en masa. Los ingenieros de la planta han generado algunas guías en las cuales se basan los ingenieros del MTC para hacer el diseño.

interacción entre los ingenieros de la planta y el grupo de diseño<sup>85</sup> del MTC dependen del proyecto, pueden darse reuniones mensuales o semanales de acuerdo con las necesidades de cada uno de los proyectos.<sup>86</sup>

Otra actividad en la cual los ingenieros del MTC interactúan con los ingenieros de la planta es cuando se adquieren equipos para los nuevos diseños de procesos. Así, el ingeniero de manufactura del MTC tiene la responsabilidad de definir el equipo que va a introducir en un nuevo proceso, para lo cual, se ayuda con la información que le proporcionan los ingenieros de la planta. Esta información consiste en identificar los equipos que se tienen instalados, sus capacidades, su desempeño, el porcentaje de ocupación, entre otras. En este sentido vale la pena destacar lo siguiente: “Es muy difícil para el ingeniero del MTC saber acerca de todos los equipos de la planta, en cambio el ingeniero de la planta se hace experto en las máquinas que maneja.”<sup>87</sup>

Finalmente, el MTC envía el nuevo equipo a la planta, ésta se encarga de hacer la retroalimentación del desempeño del equipo y cuando hay un problema se consulta con el MTC y con el proveedor y entre todos se busca la solución.

#### - Relación Plantas – otros Centros Técnicos

La relación entre las plantas y los centros técnicos de Delphi es muy importante, ya que de esta interacción puede depender el éxito o el fracaso de los negocios. Así, las plantas 35, 57 y 58 que hacen sensores y actuadores tienen vínculos cercanos, además del MTC, con diferentes centros técnicos de Delphi ubicados especialmente en EEUU. La relación con estos centros técnicos se da a través de los productos que ellas manufacturan y ensamblan. Algunos de estos productos son responsabilidad, en cuando a su diseño, de los Centros Técnicos de Flyn, y Rochester, entre otros.

La planta 35 contaba con un grupo de ingenieros que se relacionaban estrechamente con el Centro Técnico de Anderson, antes que fuera instalado el MTC. Estos ingenieros viajaban a

---

<sup>85</sup> Estos grupos de diseño están integrados por ingenieros con formaciones diferentes, lo que hace que se tengan grupos multifuncionales.

<sup>86</sup> Supervisor de ingeniería y project manager MTC(2002)

<sup>87</sup> Ingeniero de proceso subplanta ABS.

EEUU con el fin de ver el producto y revisar el proceso. Este tipo de relación aún existe para la línea de negocio de sensores y actuadores, tanto en la planta 35 como en la planta 57 de Chihuahua, y es útil cuando se tienen problemas con los productos de otros centros técnicos, por la experiencia que tienen estos ingenieros.

*- Relación entre plantas de la división E&C*

En un principio la relación entre las plantas 35 y 57 fue muy estrecha, debido a que algunos ingenieros de Ciudad Juárez se trasladaron a Chihuahua para dar apoyo a los productos que se habían trasladado de la planta 35 a la 57. Esta relación fue intensa por algún tiempo, después la planta 57 empezó a recibir productos de otros lugares diferentes a la planta 35 y la relación ya no fue tan estrecha. Al año 2002 las relaciones que se dan entre las plantas 35 (Ciudad Juárez) y 57 y 58 (Chihuahua) son básicamente al nivel de cliente-proveedor. Esto significa que una planta provee a la otra de alguna parte de un componente.

Otro tipo de relación que se ha dado entre los ingenieros de las plantas ha sido de carácter informal, con el propósito de resolver problemas. Estas relaciones no obedecen a una política de vinculación definida oficialmente por Delphi o por la división de E&C para intercambiar información entre las plantas, solo se da a través de la interacción de los ingenieros.

*- Relación Plantas – otras Divisiones*

La relación entre las plantas de la división E&C y otras divisiones se da especialmente para la solución de problemas y en muy pocas ocasiones en la relación proveedor-usuario.

Un caso de colaboración entre la planta 35 y la planta de Delphi-Diesel en Barcelona fue cuando se formó un grupo multifuncional que se encargaba de dar solución a los problemas que se tenían en diferentes plantas en el mundo. Este grupo estaba compuesto por ingenieros de diferentes nacionalidades: ingleses, españoles, franceses, estadounidenses, un mexicano y un ingeniero de la India. El ingeniero mexicano, quien pertenece a la planta 35, fue incluido por su destacado manejo en técnicas de solución de problemas, por su experiencia y creatividad en el diseño de equipos y la solución de problemas.

En cuanto a la relación proveedor-usuario se dio el caso entre la planta 35 y la división Packard. La división de Packard proveía a la planta 35 de arneses pero se tenían problemas, porque para la división no era un buen negocio vender ese tipo de arnés y para la planta 35 el arnés adquirido era muy costoso. Esta relación se dio por una decisión en la alta gerencia de Delphi y no por que esta relación le conviniera a las dos partes, de ahí que no fuese muy duradera ni fructífera. A diferencia de lo anterior, una relación que si ha dado buenos resultados es la que se tiene entre las plantas de E&C y la división Saginaw ya que algunos tipos de sensores y actuadores producidos en las plantas de E&C son utilizados en el sistema de giro, en donde juegan un papel muy importante en la función del mismo.

Para concluir, la vinculación interna es una actividad que tuvo un avance significativo en la etapa III, ya que hasta la segunda etapa, solo se habían alcanzado capacidades tecnológicas operativas. Este avance estuvo muy vinculado con la estrategia de la empresa global, que obligaba a los ingenieros a trabajar en conjunto para obtener sistemas integrales y no solamente componentes y partes. Lo anterior, hizo posible la integración de grupos de trabajo complementarios para actividades encaminadas al desarrollo de sistemas.

### ***C.3 Actividades relacionadas con la Modificación de Equipo***

#### ***- Adquisición del equipo***

Tal como se mencionó en la sección anterior sobre la relación Plantas-MTC, en la actividad de adquisición del equipo participan de manera activa tanto los ingenieros del MTC como los de la planta, ya que son estos últimos los que se encargarán de utilizar el equipo.

Cuando el MTC diseña una línea, compra un equipo, por ejemplo una soldadora o una moldeadora; el ingeniero de proveedores y el de manufactura del MTC van a visitar a la compañía que está construyendo el equipo y hacen el MQ1 (*machine qualification*), que es el proceso mediante el cual se evalúa la máquina o el equipo y se verifica si sirve para lo que se necesita dentro del proceso de producción y se hacen pruebas. Esto se hace en la planta del proveedor del equipo. Después se traslada el equipo al MTC y se realiza el MQ1.5, que consiste en repetir las pruebas, con los productos y con los ingenieros del MTC. Luego el equipo se traslada a la planta y se hace el MQ2, que es correr nuevamente el proceso pero directamente en la línea de producción. Si el equipo o la maquinaria cumple

con los requisitos necesarios para la producción, se aprueba por parte del MTC y la planta, quien finalmente es la responsable de su manejo y uso. De ahí que muchas de las innovaciones en el equipo existente en la planta sean responsabilidad de los técnicos e ingenieros de la planta. Esto se debe a que en el concepto de Delphi, una vez que el equipo aprueba el MQ2, las actividades de mantenimiento, modificaciones y mejoras son responsabilidad de las plantas.

Después de la aprobación y validación por parte del MTC, los proveedores entregan el equipo directamente a la planta asignada. Cuando hay problemas, en ocasiones, se manejan al interior de la planta con los ingenieros responsables y cuando es necesario se involucra al MTC. En este caso, la planta establece comunicación con el MTC a través del personal de mantenimiento y el MTC se encarga de contactar con los proveedores.

*- Modificación del equipo para mejorar el desempeño del proceso productivo*

La modificación del equipo es otra actividad que ha ganado dinamismo, especialmente en las plantas, ya que los ingenieros con su experiencia han logrado adaptar y mejorar los equipos con el fin de optimizar el proceso de producción.

Las modificaciones en los equipos se dan en diferentes circunstancias. Un caso, es cuando se requieren equipos muy especializados y se acude a un proveedor para que lo fabrique. Generalmente, estos equipos son diseñados en el MTC para una línea de producción específica, por lo tanto, es el MTC quien define las características del equipo. En caso de que se requiera alguna modificación, se acude directamente con el proveedor que fabricó el equipo y se le solicita que lo modifique, bajo las condiciones que requiera el diseñador del MTC. En otro caso, cuando el equipo es genérico, o sea ya existe y se puede adquirir por catálogo, como por ejemplo, una moldeadora, los ingenieros de la planta se apoyan en el proveedor que vende el equipo y le informan sobre las modificaciones que se requieren. Estas modificaciones se hacen en conjunto con el proveedor con el fin de no perder la garantía del equipo. En este caso, se han dado situaciones en que se requiere una modificación que ni siquiera ha sido pensada por el proveedor, entonces los ingenieros o técnicos de la planta asumen la responsabilidad de hacer la modificación. Generalmente se consideran estas modificaciones como una innovación totalmente especializada. También

se ha dado el caso de que el proveedor tome la idea de los ingenieros de las plantas y la incluya en la siguiente generación del equipo, sin reconocer ninguna propiedad intelectual por la mejora.<sup>88</sup>

En cuanto a la modificación de los equipos que ya existen en las plantas, éstos son modificados o rediseñados directamente por los ingenieros de la planta. Estas modificaciones se pueden hacer bien sea por que hay problemas o porque se necesita el equipo para un nuevo proceso. En el caso de problemas, generalmente, son los ingenieros de mantenimiento quienes se encargan de hacer la modificación. No se les permite a los operarios modificar directamente el equipo con el fin de evitar mayores problemas.

Las adaptaciones de equipos existentes han llevado a que tanto en el MTC como en las plantas se hayan construido algunas máquinas y/o equipos a partir de maquinaria semejante o que es considerada obsoleta. En este caso, se utilizan las piezas, se le cambia herramientas, se le diseña el *setup* y se pone en condiciones para hacer trabajar el equipo. Por ejemplo, en 1997 una línea de producción tenía muchos problemas de desperdicio, un ingeniero de producto modificó una máquina que se tenía descontinuada para que cumpliera con una función y corrigiera el problema de desperdicio. Esta máquina tuvo gran éxito al ser incluida en la línea de producción, ya que redujo de manera significativa los costos en esta línea. Posteriormente el concepto de esta máquina fue tomado por los ingenieros del MTC, quienes construyeron una máquina más sofisticada y es la que al 2002 trabaja en la planta 35.

Para hacer las adaptaciones y modificaciones a los equipos, la planta 35 cuenta con un departamento de maquinados,<sup>89</sup> en donde pueden fabricar algunas piezas. Cada equipo llega a las plantas con un listado de refacciones críticas que se tienen en el almacén. En algunas ocasiones ocurre que una refacción o una pieza falla, y ya sea por el costo o por el tiempo que tardan en surtirla, se manda a hacer en el taller interno de maquinado y se reemplaza. Cuando el taller de maquinado interno no puede hacer la pieza se recurre a centros de maquinados ubicados en El Paso, Texas.

---

<sup>88</sup> Entrevista con el Ingeniero de aplicación (P) (2002)

<sup>89</sup> Los que dirigen el taller son ingenieros y el resto son técnicos en operación de máquinas herramientas.



Las plantas de E&C utilizan metodologías para hacer modificaciones, por ejemplo, para los ajustes los equipos y de las máquinas se utiliza la metodología de Taguchi TOE, la cual implica un análisis de ingeniería. Estas modificaciones se realizan para mejorar el desempeño de los equipos, para que sean más productivos y más eficientes, así como para no depender en gran medida de la habilidad del operador. El objetivo primordial de este último tipo de mejoras es hacer que el mismo equipo detecte los errores y evite hacer un mal ensamble. En este contexto, la mejora más destacada ha sido la implantación de los *poka yokes* en los equipos. Estas mejoras a los equipos en ocasiones son pequeñas implementaciones con un fuerte impacto en las variables del equipo como: tiempo muerto, eficiencia, daños, desperdicios, costos, etc. En las plantas se pueden encontrar personas de diferentes niveles pero con creatividad y experiencia que hacen adaptaciones menores a los equipos, algunos son operadores con ciertos conocimientos que les permiten implementar controladores electrónicos y otros dispositivos que tienen cierto nivel tecnológico. Este tipo de mejoras se hacen directamente en la planta y muy pocas veces en el MTC.

En las plantas de E&C se han realizado mejoras a los equipos de prueba y a los equipos de manufactura. Estas mejoras se han hecho en las plantas independientemente del MTC y de los otros Centros Técnicos que tienen sus productos en estas plantas. Por ejemplo, en la planta 35 se han instalado líneas completas trasladadas de Dayton, EEUU, y se le han hecho muchas mejoras para que las líneas sean más sencillas, menos costosas y más seguras cuando se operan. Vale la pena mencionar que la modificación para el mejoramiento de los equipos es una actividad que está fuertemente estimulada por la implantación del sistema 6 sigma.

#### - Mantenimiento del equipo

El mantenimiento del equipo es un aspecto muy importante en el proceso de producción ya que es fundamental para evitar las fallas. Estas fallas pueden estar originadas por una herramienta que está funcionando incorrectamente, porque el equipo está descalibrado, porque la herramienta no es la correcta, etc., lo cual lleva a perder un volumen grande de componentes. Una falla puede implicar tiempos muertos del equipo, daño en los componentes y en el producto final, detener la línea de producción, entre otras, y por ende afectar los costos que es una variable crucial en la competitividad del sector automotriz.

La función del área mantenimiento consiste en que el equipo y/o la maquinaria estén trabajando bajo las condiciones requeridas para la producción. De ahí que esta área desempeñe un papel primordial en el programa de mejora continua. A pesar de ello, ocurren algunos conflictos entre producción y mantenimiento por los requerimientos de ambas áreas. Producción requiere que mantenimiento tenga los equipos funcionando perfectamente para cumplir con sus metas de producción y que tome poco tiempo para tener listos los equipos y las máquinas. Mantenimiento requiere tiempo para poder hacer bien su trabajo y cumplirle a producción.

Lo anterior, ha obligado a implantar el mantenimiento preventivo a los equipos y las máquinas cuando éstas están trabajando, sin correr riesgos para quienes hacen el mantenimiento. En casos extremos se requiere parar la máquina o el equipo para hacer el mantenimiento, lo cual exige ser muy eficientes, reducir rutinas y tiempos sin afectar la efectividad del mantenimiento. También se dan los casos en que no se puede hacer el mantenimiento debido a que se han programado procesos de producción muy exigentes, y que no es posible hacer el mantenimiento a las máquinas. Estos casos afectan de manera significativa el proceso de producción debido al desajuste que sufren los equipos y las máquinas.

Las personas que se encargan del mantenimiento del equipo en las plantas de E&C son ingenieros, técnicos o estudiantes de carrera técnica, quienes pertenecen al área de mantenimiento. Estas personas no se limitan a limpiar las máquinas y cambiar los filtros, generalmente están vinculadas con áreas de eléctrica, mecánica y electrónica y tienen mucha experiencia relacionada con enfrentarse todos los días a los problemas de las máquinas y darles rápida solución.<sup>90</sup> Esta interacción diaria de los ingenieros y técnicos de mantenimiento los hace muy habilidosos. Lo anterior, les permite que estén buscando cómo reducir tiempos de producción, como reducir tiempos muertos, elevar las eficiencias, reducción de los desperdicios, etc. En resumen, "... es hacer mejor las máquinas y los equipos todos los días."<sup>91</sup>

---

<sup>90</sup> El área de mantenimiento cuenta con técnicos de nivel 0 a nivel 9, que es el máximo. Las personas que llegan al nivel 9, son personas que tienen más de 14 años trabajando en la maquila. Estas personas con experiencia participan activamente en el mejoramiento y son los que generan más ideas y mejoras.

<sup>91</sup> Ingeniero de mantenimiento de la subplanta de Multec (2002).

Cada una de las subplantas en las que está dividida la planta 35 tiene su propia área de mantenimiento. Todas las áreas de mantenimiento de las subplantas tienen los mismos procedimientos, las mismas rutinas, con procesos estandarizados y con su propia autonomía. Además de las áreas de mantenimiento para cada subplanta, se cuenta con un área de ingeniería y de mantenimiento general para la planta 35, la cual se encarga de los servicios generales como es el sistema eléctrico, el servicio de agua, de comunicación, etc.

En las plantas de E&C se han implantado diferentes tipos de mantenimiento: preventivo, predictivo, correctivo y el TPM (mantenimiento productivo total). El mantenimiento preventivo incluye el ajuste de toda la maquinaria, considerando en un lapso de tiempo que no falle hasta el próximo mantenimiento. El mantenimiento predictivo es para evitar la falla de un motor, se debe revisar la corriente con el fin de evitar que se quemé. El mantenimiento correctivo es el más frecuente en las plantas, se hace cuando la máquina está en funcionamiento y sufre un desperfecto. El TPM es el tipo de mantenimiento que pueden hacer los operadores diariamente como por ejemplo, limpieza de guardas de las máquinas, limpieza de sensores, ajustes, cambiar herramientas, llenar formatos, entre otras. No se permite a los operadores que hagan conexiones o actividades más técnicas que son responsabilidad del área de mantenimiento. El operario recibe lo que se llaman rutinas de TPM donde se describe lo básico para que opere la máquina o el equipo. El TPM se implantó a partir de 2002, para reducir las actividades del mantenimiento preventivo.

El mantenimiento es responsabilidad de los ingenieros y técnicos de esta área, pero se dan casos de problemas especiales en los cuales se involucra al ingeniero de proceso y entre ambos buscan la solución de los problemas. El área de mantenimiento trabaja con planes de mantenimiento por semana, por mes, para cada seis meses y por año. Cada equipo y máquina tiene su historial y cada uno tiene fecha de mantenimiento establecida dentro de un sistema que se maneja.

Los ingenieros de mantenimiento de las plantas no requieren de autorización del MTC ni del cliente para modificar una herramienta, modificar parámetros de trabajo de un equipo u otra actividad que no afecte directamente el producto. Cuando llega un equipo, una máquina o un proceso nuevo a la planta, el área de mantenimiento hace la validación con

base en la capacidad estadística y la capacidad de producción. Esta validación sirve de referencia para mantener la máquina o el equipo en un nivel de trabajo óptimo. El área de mantenimiento ayuda para hacer la retroalimentación en cuanto a los defectos de procesos, defectos de máquinas, etc.

En resumen, la actividad de modificación de los equipos para mejora del proceso productivo, avanza en esta etapa respecto de la etapa II, en la medida en que se incorporan al proceso actividades de mantenimiento más riguroso para los equipos, tanto productivos como de prueba. Se cuenta con programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo. Asimismo, los ingenieros de las plantas diseñan máquinas y herramientas que permiten mejorar el desempeño del proceso. Además, la instalación del MTC estimuló la actividad de diseño de equipos específicos para un tipo de proceso, bien sea porque es un equipo que no existe en el mercado o porque es un equipo que debe ser modificado por el proveedor con instrucciones del MTC para adaptarlo al proceso productivo. Vale la pena destacar, que en esta actividad se puede observar una interacción participativa de los ingenieros del MTC y de las plantas cuando se realizan las actividades de MQ en sus diferentes niveles.

En conclusión, la línea de sensores y actuadores en Delphi-México ha logrado alcanzar en esta función técnica de soporte, capacidades innovadoras avanzadas en la Vinculación Externa e intermedias tanto en Vinculación Interna como en Modificación de Equipo.

### ***8.2.3.3 Evaluación de la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas en la etapa III***

En la tabla 8.8 se presentan las capacidades tecnológicas alcanzadas en todas las funciones técnicas y el cálculo de la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas para el caso de la línea de negocio de sensores y actuadores para la Etapa III.

**Tabla 8.8 Valoración cualitativa de capacidades tecnológicas de la línea de negocio de sensores y actuadores para la etapa III. Diseño de productos**

Nivel de Capacidades Tecnológicas	Función Técnica de Inversión		Función Técnica de Producción		Función Técnica de Soporte			Total
	<i>Toma de Decisiones y Control</i>	<i>Preparación y Ejecución del Proyecto</i>	<i>Centrada en los Procesos y la Org. de la Producción</i>	<i>Centrada en el Producto</i>	<i>Vinculación Externa</i>	<i>Vinculación Interna</i>	<i>Modificación de Equipo</i>	
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			
<b>Total</b>	<b>0.45</b>	<b>0.45</b>	<b>0.80</b>	<b>0.80</b>	<b>0.40</b>	<b>0.30</b>	<b>0.30</b>	<b>3.50</b>

Fuente: Elaboración propia empleando la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas (2002).

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 ha permitido construir capacidades innovadoras avanzadas. Así, se observa 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 industria maquiladora de exportación (IME) en México. La incursión en diferentes actividades de mayor responsabilidad, en cuanto a productos y procesos, con tecnologías que requieren de habilidades no solo 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 solo responsabilidad de la División Saginaw y de los directivos del Corporativo en EEUU, 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>92</sup>

La evolución que ha tenido la línea de negocio de sensores y actuadores de Delphi-México 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. Así, el 3.5 que se muestra en la tabla 8.8, sobre la valoración cualitativa, 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.

### ***8.3 Conclusión del capítulo***

En este capítulo se identificaron las principales actividades que se han llevado a cabo en la línea de sensores y actuadores de la división E&C de la empresa Delphi-México y que le han permitido generar capacidades tecnológicas en diferentes niveles de acumulación. En la tabla 8.9 se resumen las tres etapas de acumulación de la línea de negocios de sensores y actuadores de Delphi-México y en la tabla 8.10 se presenta el nivel de capacidades tecnológicas alcanzado por esta línea de negocios en las tres etapas descritas en el presente capítulo. Asimismo, se presenta la valoración cualitativa de capacidades que permite medir el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas en las tres etapas.

---

<sup>92</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)

**Tabla 8.9 Resumen de la evolución de las tres etapas de acumulación de la línea de negocios de Sensores y Actuadores**

Ensamble simple de pocos componentes 1979-1988	Ensamble complejo de productos 1989-1994	Diseño de productos 1995-2002
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble simple de componentes (1er producto: Quadrajet-inyector de gasolina y aire) y procesos de manufactura sencillos (embobinado manual)</li> <li>• Pocos productos</li> <li>• Ingeniería básica de procesos</li> <li>• Vinculación mínima con el entorno regional</li> <li>• Gerentes estadounidenses</li> <li>• Capacidades tecnológicas operativas básicas en todas las funciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble complejo de componentes (ej. sensores para transmisiones, ABS y controles) y procesos de manufactura más complejos (ej. Embobinado con máquinas)</li> <li>• Varios tipos de productos</li> <li>• Ingeniería de procesos de ensamble</li> <li>• Organización de la producción: manufactura sincronizada con el cliente y celdas de trabajo multifuncionales en U, un ingeniero cada 2-3 celdas (1986) unidades de negocio, subplantas por tipos de productos (1991)</li> <li>• Desarrollo de gerentes mexicanos de subplantas</li> <li>• Controles estadísticos</li> <li>• Proveedores globales</li> <li>• Capacidades tecnológicas innovadoras principalmente básicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación del MTC y desarrollo de capacidades de diseño de nuevos productos</li> <li>• Interacción entre plantas – MTC</li> <li>• MTC toma algunas decisiones (ej. Proveedores de materiales indirectos para el MTC y las plantas), la Matriz mantiene decisiones sobre compras de material directo</li> <li>• Proveedores globales y algunos proveedores nacionales (15%)</li> <li>• Ensamble complejo de componentes y subsistemas (ej. inyectores multitec; DBC7 (1997); modulador del ABS con sistemas de visión 2D y 3D (1999))</li> <li>• Procesos de manufactura complejos (soldadura con rayo láser, 1998) y manufactura de piezas para equipos de prueba y productos</li> <li>• <i>Lean manufacturing</i> (1998)</li> <li>• Mejoramiento de la calidad a través de la mejora continua, 6 sigma, <i>shainig</i>, etc.</li> <li>• Controles de calidad con documentación PPAP (<i>Production Parts Approval Process</i>)</li> <li>• Gerentes mexicanos en puestos clave</li> <li>• Mayor vinculación con el entorno local y regional (interacción con universidades y centros)</li> <li>• Capacidades tecnológicas innovadoras intermedias y avanzadas</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas (2002)

**Tabla 8.10 Matriz de capacidades tecnológicas para sensores y actuadores en México por etapa de acumulación**

		Función Técnica de Inversión		Función Técnica de Producción		Función Técnica de Soporte		
Etapas	Valoración Cualitativa	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
<b>1. Ensamble simple de pocos componentes 1979-1988</b>	1.0	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas
<b>2. Ensamble complejo de productos 1989-1994</b>	2.1	Innovadoras Básicas	Innovadoras Básicas	Innovadoras Intermedias	Innovadoras Básicas	Innovadoras Básicas	Operativas	Innovadoras Básicas
<b>3. Diseño de productos 1995-2002</b>	3.5	Innovadoras Intermedias	Innovadoras Intermedias	Innovadoras avanzadas	Innovadoras avanzadas	Innovadoras avanzadas	Innovadoras Intermedias	Innovadoras Intermedias

Fuente: Elaboración propia a partir de Dutrénit, Vera-Cruz, Arias, Avendaño, Gil, Sampedro, Uriostegui (2002)

Si se observan las tablas 8.9 y 8.10, en la primera etapa que es de aproximadamente nueve años, la empresa sólo logró acumular capacidades operativas básicas, lo que le permitía cumplir con lo que se requería del proceso de ensamble, sin mayores exigencias competitivas, que se compensaban con el ahorro en otros rubros, como la mano de obra barata en México. Pero a partir de la segunda etapa se da un proceso de acumulación de capacidades tecnológicas, lento en los primeros años y de acelerado crecimiento al final de la etapa. Así, en solo siete años se consiguen acumular capacidades que implican cambio técnico y que le imprimen una dinámica diferente a la competitividad de la línea de sensores y actuadores en Delphi-México.

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 ó menores capacidades. Este comportamiento en el proceso acumulativo de capacidades tecnológicas parece estar muy relacionado con las decisiones que toma la empresa al nivel central.

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 jugó el MTC en este proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en la etapa III. 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.”

## **Capítulo 9. El proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en el negocio de la Caja de dirección de la división *Saginaw Steering Systems***

En este capítulo se analiza el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas para el negocio de la Caja de dirección del Sistema de Dirección de la División de *Saginaw Steering Systems de Delphi Corp.* La elección de este negocio obedece a la necesidad de hacer un análisis comparativo con la línea de negocios de sensores y actuadores de la división de E&C, en México, en términos de la reconstrucción histórica del proceso acumulativo de capacidades tecnológicas en la división Saginaw a través de este negocio. Lo anterior, se basa en el hecho de que en el negocio de la caja de dirección se realizan actividades de ensamble y manufactura en las plantas de México. Así, el capítulo está compuesto por tres secciones: i) se hace una descripción técnica del negocio; ii) se presenta la descripción analítica del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas básicas e innovadoras para el negocio de la caja de dirección a través de dos etapas y se hace el análisis de las capacidades tecnológicas alcanzadas; y iii) se presenta la conclusión del capítulo.

### ***9.1 Descripción técnica del negocio***

La división de *Saginaw Steering Systems* pertenece al sector de negocios Dinámica y Propulsión y cuenta con seis líneas de negocio.<sup>1</sup> Estas líneas de negocio se enfocan en el diseño y la manufactura de las partes<sup>2</sup> que conforman el sistema de dirección del automóvil, que es el producto central de esta división. El sistema de dirección para los vehículos se divide básicamente en tres partes: volante con la columna, flecha intermedia y caja de dirección con las juntas homocinéticas. Así, la división Saginaw tiene el control del diseño, la fabricación de las partes (a excepción del volante) y el ensamble de todo el sistema de dirección. Estas partes se diseñan en los centros técnicos y se fabrican y ensamblan en las diferentes plantas de esta División en el mundo, entre ellas las plantas de Querétaro.

---

<sup>1</sup> En el Anexo 2 se presenta información más detallada sobre las seis líneas de negocio.

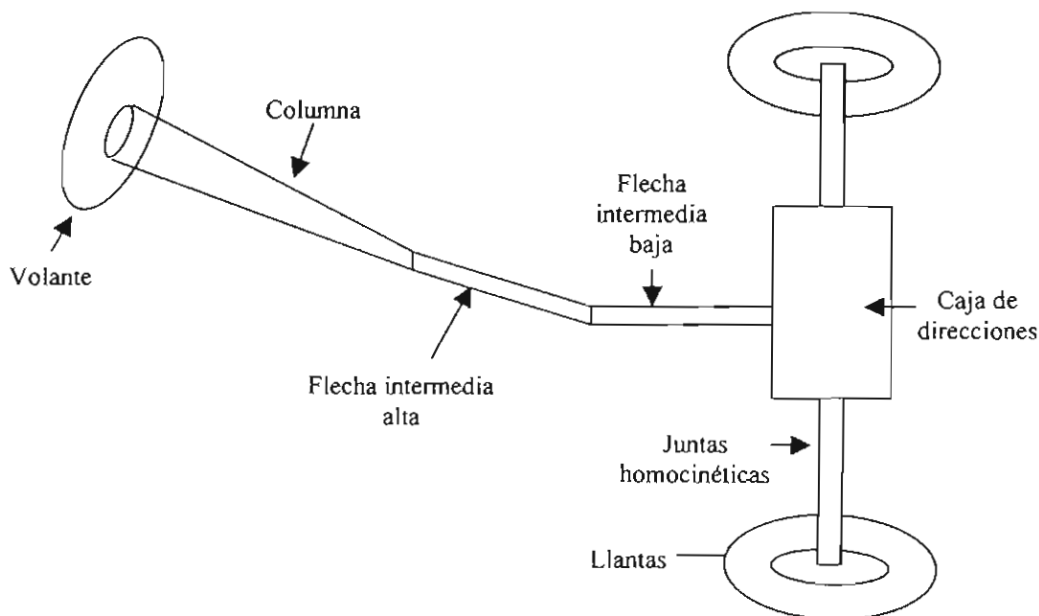
<sup>2</sup> Es importante aclarar que para el sistema de dirección se habla de partes y no de componentes.

### ***El sistema de dirección***

Desde 1902 hasta 1968 el diseño del sistema de dirección era tradicional, es decir su diseño era “empujado de la parte trasera”. A partir de 1968, las compañías europeas estuvieron estudiando las ventajas de tener un automóvil “empujado de la parte delantera”. Así, lograron desarrollar este diseño y se empezó a trabajar utilizando maquinaria muy costosa. Esta maquinaria se encargaba de “tallar” el metal para lograr que la pieza encajara perfectamente en el sistema.

GM-Saginaw<sup>3</sup> incorporó este sistema de “empujado de la parte delantera” a su sistema de dirección, pero diseñó y desarrolló un proceso de producción más barato que aquel utilizado por las compañías europeas. Este proceso de producción consistía en hacer las partes del sistema de dirección mediante conformación en frío del metal, eliminando así la maquinaria utilizada para el tallado de las piezas y disminuyendo ostensiblemente los costos. Esto le permitió a Saginaw competir en el mercado con el proceso de la manufactura y no sólo con el producto. En la figura 9.1 se presenta un esquema del sistema de dirección con el fin de tener una idea aproximada de las partes que lo componen y de los negocios que tiene Saginaw en México y en el mundo.

**Figura 9.1 Sistema de Dirección**



Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas (2002)

<sup>3</sup> En aquella época esta división de Delphi era parte de General Motors.

Cada una de las partes del sistema de dirección presentadas en la figura 9.1 involucra una gama amplia y variada de productos. Dentro de estas partes se encuentra la caja de dirección la cual pertenece a diferentes líneas de negocio, debido a que está incluida dentro del sistema de dirección, y por lo tanto, pertenece a las cinco líneas de negocios de acuerdo con el tipo de caja que se requiera para cada sistema. En este punto vale la pena resaltar, que la división Saginaw, a diferencia de E&C, maneja básicamente los sistemas de dirección como líneas de negocio. Así en la tabla 9.1 se listan las seis líneas de negocio de esta división de Delphi Corp.

**Tabla 9.1 Líneas de negocio de la División Saginaw**

Sector de Dinámica y Propulsión Saginaw	
1	Hydraulic Steering Systems
2	Electric Steering Systems
3	Columns and Intermediate Shafts
4	Four Wheel Steering Systems
5	Advanced Steering Systems
6	Driveline Systems

Fuente: web: [www.delphiauto.com](http://www.delphiauto.com) (2001)

La división de Saginaw tiene plantas de ensamble y manufactura en distintos lugares del mundo, que producen diferentes partes para el sistema de dirección. En la tabla 9.2 se presentan algunas de las plantas que tiene esta división a escala mundial.

**Tabla 9.2 Plantas de Saginaw a escala mundial**

No. De Plantas	Lugar
2	Querétaro, México
1	Ciudad Juárez, México (*)
2	Alabama, EE.UU.
6	Saginaw-Michigan (planta 1, 3, 4, 5, 6, 7)
1	Porto Alegre, Brasil
1	Polonia
1	Cádiz, España
1	Italia
1	India
1	Australia
2	China

(\*) Esta planta se instaló en Ciudad Juárez en el año 2002

Fuente: Gerente Planta 65, Querétaro (2003)

Además de las plantas que aparecen en la tabla 9.2, Saginaw tenía, al año 2002, otras tres plantas ubicadas en Argentina, Alemania e Inglaterra, las cuales fueron vendidas por una decisión estratégica de los directivos de Delphi Corp.<sup>4</sup>

En México Delphi-Saginaw tiene tres plantas: dos en Querétaro y una en Ciudad Juárez. Las plantas 65 y 66 de Querétaro cuentan con 650 empleados. La planta 68 (Río Bravo)<sup>5</sup> de Ciudad Juárez tiene 160 empleados.<sup>6</sup> Las partes que se producen en las plantas de Querétaro y que componen el sistema de dirección, llegan directamente a la ensambladora. Estas plantas de Querétaro son relativamente nuevas (entre 5 y 7 años aproximadamente) y su instalación en México estuvo muy relacionada con la planta ensambladora de General Motors (GM), que es el principal cliente de los productos que fabrica Saginaw. GM tiene una planta ensambladora en Silao (Guanajuato) y las plantas de Querétaro le venden el sistema de dirección para algunos de los modelos de automóviles que se ensamblan en esta planta de GM. En cuanto a la planta 68 en Ciudad Juárez, es la más nueva (tiene 1½ años), se instaló para proveer de columnas a las plantas de Delphi en EEUU que fabrican el sistema de dirección y a algunas ensambladoras como Ford.

En las plantas de Querétaro, se fabrican y ensamblan las flechas intermedias, superior e inferior, cremalleras, columnas de dirección, nodos de dirección, cajas de dirección, juntas homocinéticas, válvulas piñón y las flechas de tracción para una de las tecnologías más avanzadas que se han desarrollado en el sector automotriz que es el *Quadrasteer*.<sup>7</sup> Esta nueva tecnología del *Quadrasteer* permite tener la dirección en las cuatro ruedas. La infraestructura para producir las partes para este tipo de dirección se instaló en Querétaro en el año 2001 y en el 2002 se arrancó la producción. En el recuadro 9.1 se presenta información más detallada del Sistema *Quadrasteer*.

<sup>4</sup> Entrevista Gerente Planta 65 Querétaro (2003)

<sup>5</sup> Esta nueva planta, está ubicada en un edificio que pertenecía a la División de Paekar-Delphi y que fue adquirido por Saginaw en el 2002.

<sup>6</sup> Esta planta funciona desde el año 2002 y para ese año solo producía columnas para el sistema de dirección.

<sup>7</sup> Esta nueva dirección tiene 3 modos de operación: el primero se relaciona con el radio de dirección de 1.2 o 1.14 metros en las llantas, o sea que permite mayor maniobrabilidad a bajas velocidades para un automóvil grande. El segundo es que tiene una unidad de cómputo que hace que la relación de dirección de las llantas sea más simétrica a altas velocidades, entonces da la oportunidad que el centro de dirección se retrase más y se tenga más control sobre el automóvil y un remolque. Y el tercero es que puede operar bajo un modelo estándar normal como cualquier otro automóvil. Este nuevo sistema fue desarrollado por el Centro de Ingeniería de Saginaw en Michigan, EEUU.

**Recuadro 9.1**  
**Sistema *Quadrasteer***

Este sistema de dirección electrónica de cuatro ruedas de Delphi permite a un automóvil de gran tamaño estabilidad agregada de acuerdo con las velocidades de las carreteras y un radio de giro a velocidades de un automóvil compacto de acuerdo con el tamaño del estacionamiento. Este novedoso sistema de dirección electrónica fue diseñado en 1992, por un grupo de ingenieros de Delphi-Saginaw en EEUU. Cuando estuvo listo se le ofreció a GM, quien no lo aceptó debido al alto riesgo que significaba, para la época, manejar las llantas traseras únicamente de manera electrónica. Esto significaba que no había ningún mecanismo mecánico que controlara las llantas traseras y en caso de que fallara la computadora del automóvil, no se tendría ningún control sobre el vehículo. De ahí la resistencia a aceptar este producto. Así, este producto fue considerado como un ejemplo de diseño y desarrollo con alto riesgo para el cliente. Al menos así fue visto por GM en el año 1992. Pero debido a las grandes ventajas que ofrecía el sistema, en el 2001, se pudo convencer a los clientes de sus bondades.

Para el año 2002, Delphi Corp. era la única empresa que tenía este tipo de producto. Los competidores de Japón y otros países de Asia, estaban estudiando el sistema e intentaban alcanzar un desarrollo parecido, pero se encontraban algo atrás en esta frontera tecnológica. Este sistema era único a escala mundial y no existía nada igual en el mercado, mediante lo cual fue merecedor de muchos premios en tecnología en el año 2002, incluyendo el popular *ranking annual* de ciencia "2002 *The Best of What's New*".

Este producto hizo su aparición en seis automóviles en el año 2002, entre ellos el *Chevrolet Silverado* y *Chevrolet Suburban*.

Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas (2002) y en el Reporte Anual (2002)

En este contexto, es importante señalar que la decisión de enviar un negocio a cualquiera de las plantas en el mundo se toma por parte del *Business Team* en EEUU,<sup>8</sup> pero estas decisiones depende de muchas variables,<sup>9</sup> de ahí que se dé una competencia entre las plantas para atraer los negocios de Delphi. Por ejemplo, la planta 66 de Querétaro fabrica, entre otros, los mismos negocios que las plantas 4 y 5 en Michigan, Porto Alegre (*half shafts*), planta 6 en Michigan (columnas) y Cádiz (columnas y flechas), por lo tanto, debe competir con ellas para la asignación de los negocios. Otras plantas instaladas en China e India se han constituido también en competencia fuerte de las plantas de Querétaro. Para el gerente de planta 65 "esta competencia no es precisamente por los costos de mano de obra, sino porque se tienen incentivos en el ámbito gubernamental muy importantes. Por ejemplo, en China se tienen costos de funcionamiento, como el de la energía eléctrica, con descuentos hasta del 40%, mientras que en México este costo es cada vez más alto".<sup>10</sup>

<sup>8</sup> Tal como se explicó en el recuadro 8.7 del capítulo 8, este es el grupo asesor del Corporativo para la toma de decisiones.

<sup>9</sup> Algunas de las variables que se analizan son: impuestos, costos, mano de obra, depreciaciones, rentas, etc.

<sup>10</sup> El tema de la localización de las plantas se tratará con mayor profundidad en la sección 10.3.4 y 10.3.6 del capítulo 10.

Además de las diferentes plantas de ensamble y manufactura, Delphi-Saginaw cuenta con centros técnicos que le dan servicio de ingeniería y diseño, tales como el MTC, el Centro de Ingeniería de Saginaw Michigan, el Centro de Ingeniería en Japón y el Centro Técnico de París.

### ***La caja de dirección***

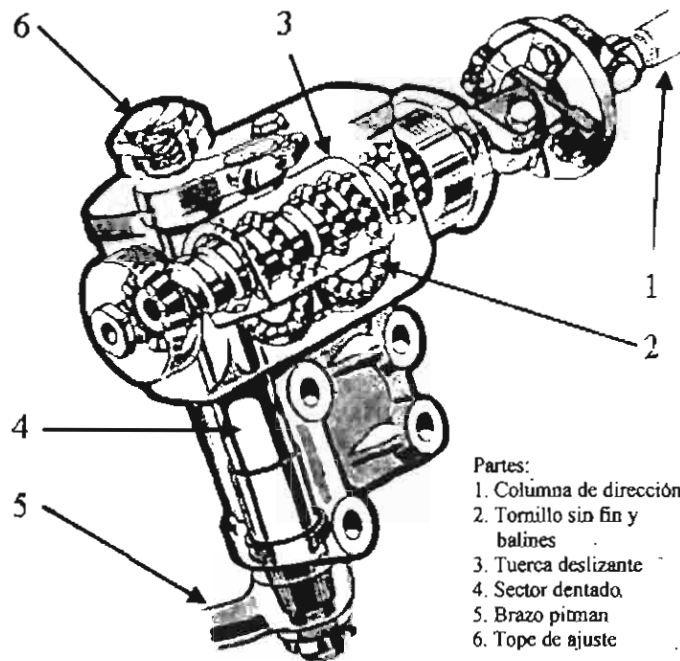
La caja de dirección, también conocida como caja de manejo, contiene una barra de metal denominada cremallera que es plana en por lo menos un lado. El lado plano contiene dientes que corren a lo largo de la caja. Los dientes están cortados perpendicularmente a los bordes de la caja, lo que significa que ellos corren de lado a lado a partir de un extremo de la caja al otro. La caja tiene otro componente principal, denominado piñón (más correctamente, el eje del piñón) es una barra circular que también tiene dientes, aunque estos dientes funcionan paralelo a la longitud del eje, y no longitudinalmente como la cremallera. El eje del piñón viene en la caja a un ángulo de 90°, sujetado por un collar, y los dientes en el piñón encajan con los dientes de la cremallera. El piñón está conectado con la columna de manejo a través de la flecha intermedia, así por ejemplo, cuando el volante da vuelta a la izquierda el piñón rota de modo contrario (desde la perspectiva del conductor).

En un lenguaje simple, el movimiento rotatorio del piñón es cambiado a un movimiento transversal por la caja de dirección. La caja se mueve hacia el lado derecho haciendo que las ruedas, y por lo tanto el automóvil, vayan a la izquierda.<sup>11</sup> Es importante señalar que existen diferentes tipos de caja de dirección, teniendo en cuenta el modelo del automóvil, pero su funcionamiento básico es el mismo. Un ejemplo de caja de dirección se muestra en la figura 9.2.

---

<sup>11</sup> En el Anexo 3 se presentan tres tipos de cajas de dirección.

**Figura 9.2 Caja de mecánica de bola recirculante**



Fuente: Página web, <http://html.rincondelvago.com/caja-de-direccion.html> (2004)

### **9.2 Etapas de acumulación en el negocio de la caja de dirección**

A continuación se presenta de manera esquemática la historia productiva y tecnológica y la estructura de las vinculaciones del negocio: caja de dirección de la división de Saginaw de Delphi Corp en México. Con el fin de facilitar la descripción analítica se tuvieron en cuenta las mismas consideraciones que en el capítulo 8 de la presente tesis y se identificaron dos etapas:

- i) Etapa I: que va desde 1984 a 1995, en la cual se describen los procesos de ensamble y manufactura simple de productos y se detallan algunos acontecimientos que fueron importantes para la acumulación de un nivel básico de capacidades tecnológicas.
- ii) Etapa II: que va desde 1996 hasta 2002 y en ella se muestran los avances más importantes en cuanto a la evolución de los ensambles para productos y el traslado de responsabilidades para modificar el diseño original de algunos de los negocios en México.

Vale la pena mencionar que la evidencia empírica recolectada para el negocio de la caja de dirección fue producto de las entrevistas realizadas con el Director del grupo de Desarrollo



de Productos de MTC-Saginaw; Ingeniero Senior de Manufactura del MTC-Saginaw; Gerente de Operaciones Saginaw, Delphi-México; Gerente de manufactura planta 65 Querétaro, Gerentes de plantas 65 y 66, Ingenieros de producto, manufactura, calidad, Superintendente de calidad, supervisores, técnicos y operarios de las plantas de Querétaro.

En cada etapa se describe de manera general los principales acontecimientos ocurridos en el periodo que comprende dicha etapa, posteriormente se presenta una descripción de las capacidades tecnológicas acumuladas y finalmente se calcula la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas. Se realizó un esfuerzo mayor por recoger y analizar evidencia de la etapa II, la cual refleja el nivel de capacidades tecnológicas innovadoras acumuladas hasta el año 2002.

### **9.2.1 Etapa I. Ensamble y manufactura simple de productos (1984-1995)**

En esta sección se analiza el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en la etapa I, para el negocio de la Caja de dirección.

#### **9.2.1.1 Descripción general de la evolución de la etapa**

La división de Delphi-Saginaw se instala en México en 1984. En ese año se hace una coinversión o *joint venture* de GM-Saginaw con el Grupo TEBO<sup>12</sup>, denominada Condasa (Compañía Nacional de Direcciones Automotrices S.A.) La composición de las acciones de la coinversión era: 60% TEBO y 40% GM-Saginaw. Este era considerado por GM-Saginaw un negocio pequeño, ya que a mediados de los ochenta no se identificaba todavía a México como un país ensamblador fuerte, entonces no se justificaba hacer una gran inversión.

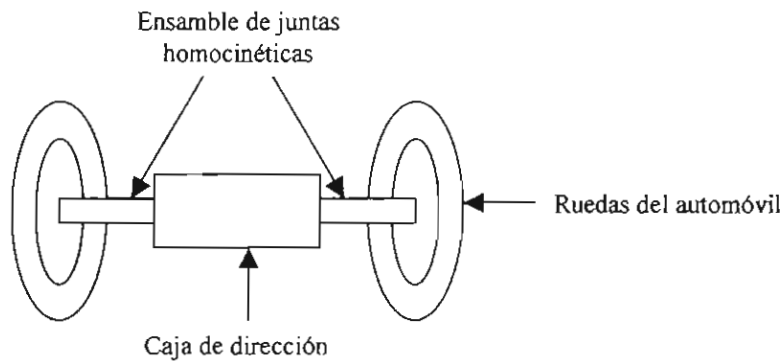
En 1985 Condasa empieza a funcionar en el Estado de México. Trabajaban 12 personas: 7 operarios, 1 almacenista, 1 dibujante, 1 comprador, 1 director, 1 secretaria. Durante 3 años esta coinversión realizó un tipo de ensamble simple, que consistía en unir las partes (ensamble de juntas homocinéticas) que iban de la caja de dirección a las ruedas (ver figura 9.3). Las cajas de dirección y las otras partes se importaban completamente ensambladas de

---

<sup>12</sup> Hasta 1984 esta empresa mexicana se dedicaba a producir frenos y mecanismos.

EEUU. Después de hacer el ensamble en la planta de Condasa el producto era entregado a GM en Ramos Arizpe (México).

**Figura 9.3 Primer ensamble en la coinversión**



Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas (2002)

En 1986 la planta de la coinversión se traslada a Querétaro<sup>13</sup> y ya para esa época eran 25 empleados. Los ensambles era lo común en esta planta, sin embargo se tenían dos procesos de manufactura que eran hacer el embobinado y realizar la soldadura de un tapón. Los equipos eran manuales y se podían encontrar hasta 15 personas en una línea de ensamble.

Para el año 1989 se trasladan los procesos de maquinado de algunas partes del sistema de dirección y se da inicio a la integración, lo cual significaba que la planta de Querétaro debía ensamblar y manufacturar varias partes y componentes hasta obtener un producto completo. Así, por estrategia de integración se traslada la cremallera a México, la cual fue la primera parte del sistema de dirección que se manufacturó en la planta de la coinversión.<sup>14</sup> Para producir la cremallera se compraba el acero en barra y luego se maquinaba manualmente con el fin de obtener las características necesarias para integrar este producto a la caja de dirección. Asimismo, a partir de este año, 1989, en la planta de la coinversión se inicia el ensamble de todas las partes que constituían la caja de dirección. Estas partes eran trasladadas de diferentes lugares de los EEUU hasta Querétaro, donde se realizaban los ensambles correspondientes y se obtenía el producto final. Los procesos de estos ensambles eran transferidos por ingenieros de Saginaw en EEUU: el equipo, las especificaciones del

<sup>13</sup> Este traslado a la ciudad de Querétaro se dio mediante una decisión estratégica enfocada a estar cerca del cliente y capitalizar el conocimiento del producto que se hacía con la *joint venture* en el Estado de México.

<sup>14</sup> La manufactura de productos era incentivada por la SECOFI. Superintendente de Calidad (2003)

proceso, el producto y las pruebas. Además los ingenieros estadounidenses realizaban la capacitación de las personas responsables en México. Durante los siguientes años se trasladaron otras partes de la caja de dirección para ser manufacturadas en la planta de Querétaro, como por ejemplo: el tubo cilindro (al cual se le hacía maquinado) y el *housing*<sup>15</sup> (del cual se compraba la fundición y se hacía el maquinado).

En 1992 la planta contaba con 75 personas y se tenía una fuerte asistencia por parte de los ingenieros estadounidenses, principalmente al nivel de calidad, diseño y finanzas. Asimismo, cuando se tenían problemas con los equipos y la maquinaria se enviaban técnicos desde el Centro Técnico en EEUU para resolverlos y dar asistencia técnica.

Durante el período de 1992 a 1995 se continuó ensamblando y maquinando los mismos productos. Es importante señalar que en la planta de Condasa se tenía buen conocimiento en cuanto a manufactura de la caja de dirección, pero no se contaba con los estándares de calidad que el sector automotriz exigía. De ahí que se tuvieran muchos rechazos, obviamente con un costo asociado muy alto. A raíz del crecimiento de la planta productiva para automóviles nacionales Delphi le propuso a TEBO la oportunidad de crecer más, pero este socio no quiso arriesgarse y por esta razón Delphi decidió comprarle la parte del negocio. Así en 1995 la coinversión Condasa se disuelve y GM-Saginaw, que para este año ya se llamaba Delphi-Saginaw, asume la responsabilidad de la planta.<sup>16</sup> Esta planta pasa de tener 75 a 150 personas.

En el período de la coinversión (1984-1995), solo se ensamblaba un tipo de caja de dirección y se manufacturaron pocos tipos de productos. Por esta razón se contaba con una planta de aproximadamente 20,000 pies<sup>2</sup>, situación que se modificó con la disolución de la coinversión y la nueva estrategia de trasladar más productos con un mayor nivel de complejidad. Esto tuvo como consecuencia la construcción de las nuevas plantas de Querétaro.

---

<sup>15</sup> El *housing* es un componente del sistema de dirección que tiene forma de copa. En la planta 65 se tienen las máquinas especializadas para hacer el maquinado de este componente, el cual tiene un nivel de dificultad alto.

<sup>16</sup> Un ingeniero estadounidense fue el encargado de negociar la compra de las acciones del grupo TEBO dentro de Condasa y se convirtió en el más importante impulsor de la inversión de Saginaw en México.

En el año 1995 se inicia la instalación del MTC en Ciudad Juárez. La división de Saginaw para este año contaba con una sola persona en el MTC, que al año 2002, era Director del grupo de Desarrollo de Productos de MTC-Saginaw, cuya misión era constituir un grupo para desarrollar productos para la División de Saginaw en México.

#### ***9.2.1.2 Descripción de las capacidades tecnológicas por función técnica***

La evidencia empírica permite identificar el conjunto de capacidades tecnológicas acumuladas por Delphi-Saginaw en el negocio de la caja de dirección. Este análisis se hace siguiendo la misma estructura presentada en el capítulo 8.

#### **A. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Inversión**

El análisis de esta sección se hace teniendo en cuenta las dos funciones técnicas relacionadas con la inversión en grandes proyectos que son: i) La toma de decisiones y control; y ii) La preparación y ejecución del proyecto

##### ***A.1 Capacidades relacionadas con la toma de decisiones y control***

Las actividades desarrolladas en esta primera etapa por la planta de Condasa en el negocio caja de dirección, en cuanto a toma de decisiones y control, fueron mínimas puesto que todas las decisiones eran tomadas directamente por el Centro Técnico de Michigan y los directivos de Saginaw en EEUU. El control era realizado por ingenieros estadounidenses que se encargaban de acompañar a los componentes del centro técnico en EEUU a la planta en México. Estos ingenieros dirigían el montaje de la producción, revisaban los componentes y cuando era el caso las materias primas, los equipos, hacían la inducción para los operarios y el personal técnico y se encargaban de coordinar el traslado de las partes ensambladas hacia EEUU. Así, en este período se realizaba una actividad básica de estimación de desembolsos.

##### ***A.2 Capacidades relacionadas con la preparación y ejecución del proyecto***

Las actividades desarrolladas en la primera etapa de acumulación por la planta de Condasa, en cuanto a preparación y ejecución del proyecto se limitaban a realizar actividades como el acondicionamiento del terreno y la construcción de la obra civil básica. Las actividades

relacionadas con los proyectos, que involucraban el control y el traslado de los negocios, eran llevadas a cabo por los ingenieros del Centro Técnico en Michigan.

Para 1986 cuando la planta de la coinversión fue trasladada del Estado de México a Querétaro, el responsable de la elección del lugar y de las adecuaciones necesarias para la planta fue un ingeniero estadounidense, el cual era el director del grupo de *Join Ventures in Business Development* del Corporativo. Durante esta etapa, en la nueva planta se continuó haciendo el ensamble de la caja de dirección con las juntas homocinéticas, tal como se hacía en el Estado de México.

Con base en lo anterior, se concluye que en la función Técnica de Inversión, el negocio de la caja de dirección de Delphi-Saginaw acumuló capacidades operativas básicas, tanto en la toma de decisiones y control, como en la preparación y ejecución del proyecto.

## **B. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Producción**

Esta función técnica de producción se divide en dos: i) Centrada en el proceso productivo y la organización de la producción; y ii) Centrada en el producto.

### ***B.1 Capacidades centradas en el proceso y organización de la producción***

Las actividades que se realizaban consistían en operaciones rutinarias. En un principio, cuando solo se hacía el ensamble de la caja de dirección y las juntas homocinéticas, los procesos y la organización de la producción eran definidos por el Centro Técnico de Michigan, y los trabajadores locales, que eran básicamente operarios y supervisores, solo se limitaban a realizar las operaciones de ensamble que los ingenieros estadounidenses les explicaban. Los operarios realizaban únicamente la operación que se les asignaba y no se involucraban con el proceso.

### ***B.2 Capacidades centradas en el producto***

El diseño de la mayoría de los modelos de caja de dirección era y sigue siendo responsabilidad del Centro Técnico de Michigan y a México se trasladaban las partes ya fabricadas en EEUU, para realizar el ensamble simple y obtener el producto final. Las

actividades que se llevaban a cabo eran básicamente de réplica de especificaciones para hacer el producto. Las inspecciones del producto eran visuales y se realizaban al final de la línea de ensamble por el supervisor. Los operarios no se involucraban con el producto, solo se limitaban a realizar la misma actividad de ensamble rutinaria durante todo el día. La calidad era muy deficiente y se tenían muchos problemas con los ensambles, lo cual afectaba la relación con el cliente que era GM. Esta situación continuó por varios años hasta la disolución de la coinversión.

Con base en lo presentado, se puede señalar que en la función técnica de producción el negocio de la caja de dirección de Delphi-Saginaw en México, alcanzó capacidades operativas básicas, tanto en el proceso como en el producto.

### **C. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Soporte**

A continuación, se presentan las tres actividades en las cuales se analiza el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas para la función técnica de Soporte del negocio de la caja de dirección.

#### ***C.1 Actividades de Vinculación Externa***

##### ***a) Selección y negociación con proveedores***

La selección y negociación con proveedores se hacía directamente en el Centro Técnico de Michigan, quien era el responsable del diseño del producto o en las instancias definidas por la dirección del Corporativo en EEUU. Como se dijo anteriormente, en esta etapa se trasladaban a la planta de Condasa las partes para ser ensambladas, por lo tanto, el personal de la planta no intervenía con los proveedores, solo se limitaban a realizar los ensambles y entregar el producto final, la caja de dirección, a GM.

##### ***b) Relación con clientes***

En esta primera etapa la planta de Condasa tenía una relación con el cliente (ensambladora de GM en Silao) que consistía en entregarle la caja de dirección, después de realizar el ensamble con las juntas homocinéticas. No había una interacción entre la planta y el cliente que permitiera concluir la existencia de una relación formal y fuerte. Las encargadas de

realizar la atención más importante con el cliente eran las plantas de Delphi ubicadas en EEUU, las cuales eran responsables de fabricar los sistemas o subsistemas y entregarlos al cliente.

### *c) Vínculos con Instituciones del entorno*

Este tipo de vinculación desde un principio ha sido muy débil, así en esta primera etapa no se identificaron relaciones con otras empresas, con universidades o con otro tipo de instituciones locales.

### *C.2 Actividades de Vinculación Interna (Relación intra empresa)*

En esta etapa I los ingenieros del Centro de Ingeniería de Michigan prestaban las asesorías técnicas necesarias, al personal de la planta de Condasa, para realizar los ensambles, así que esta relación era activa y cercana. No se encontró evidencia de relaciones con otras divisiones o con otras plantas de Delphi en México para este período, excepto las relaciones que se tenían al nivel de proveedor-usuario con las plantas de EEUU, lo que sugiere que la relación intra empresa era extremadamente limitada. La relación con las diferentes instancias en el Corporativo de Saginaw se limitaba solo a hacer cumplir las decisiones que se tomaban y que afectaban directamente a la planta.

### *C.3 Actividades relacionadas con la Modificación de Equipo*

Las actividades relacionadas con la modificación de los equipos en la planta de Condasa era también manejada directamente por el Centro de Ingeniería de Michigan. El personal de la planta se enfocaban principalmente a hacer el mantenimiento básico rutinario de los equipos y a reemplazar las partes defectuosas básicas. No se tenía una programación rigurosa para el mantenimiento de los equipos ni la maquinaria.

En conclusión, en la función técnica de soporte se desarrollaron capacidades operativas básicas en la Vinculación Externa, en Vinculación Interna y en Modificación de Equipo.

#### *9.2.1.3 Evaluación de la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas etapa I*

En la tabla 9.3 se muestra el nivel de capacidades tecnológicas alcanzadas en todas las funciones técnicas y el cálculo de la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas

definida en la sección 4.3.7.2 del capítulo 4, para el negocio de la caja de dirección en la Etapa I.

**Tabla 9.3 Valoración cualitativa de capacidades tecnológicas del negocio de la Caja de dirección para la etapa I. Ensamble y manufactura simple de productos**

Nivel de Capacidades Tecnológicas	Función Técnica de Inversión		Función Técnica de Producción		Función Técnica de Soporte			Total
	<i>Toma de Decisiones y Control</i>	<i>Preparación y Ejecución del Proyecto</i>	<i>Centrada en los Procesos y la Org. de la Producción</i>	<i>Centrada en el Producto</i>	<i>Vinculación Externa</i>	<i>Vinculación Interna</i>	<i>Modificación de Equipo</i>	
Capacidades Operativas Básicas	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	
<b>Total</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	<b>0.20</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	<b>1.00</b>

Fuente: Elaboración propia empleando la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas.

Como se observa en la tabla anterior, en esta etapa I el negocio de la caja de dirección construyó y acumuló capacidades tecnológicas operativas básicas en todas sus funciones técnicas. La valoración cualitativa de capacidades tecnológicas alcanzada por el negocio de la caja de dirección es de 1.0, que representa la suma del nivel alcanzado en cada una de las funciones técnicas. Lo anterior, permite señalar que la planta de Condasa realizaba solo las actividades necesarias para producir sin mayores pretensiones competitivas ni de autonomía, debido a la fuerte dependencia que tenía del Centro de Ingeniería de Michigan, donde se tomaban la mayoría de las decisiones que afectaban a la planta. A pesar de ello, durante esta primera etapa se adquirieron algunas capacidades tecnológicas en el negocio de la caja de dirección, que aunado a las demás circunstancias que se dieron a mediados de los años noventa, hicieron posible el traslado de procesos más rigurosos, tanto de ensamble como de manufactura, y la instalación de nuevos negocios con mayor nivel tecnológico.

### **9.2.2 Etapa II. Ensamble complejo de productos (1996-2002)**

En este punto se describe analíticamente los principales acontecimientos ocurridos en la etapa II, que contribuyeron al proceso de acumulación de capacidades en el negocio.

#### **9.2.2.1 Descripción general de la evolución de la etapa**

La instalación del MTC y la disolución de la coinversión permiten iniciar un proceso de acumulación de capacidades innovadoras, debido al traslado de nuevos modelos de caja de



dirección y al crecimiento de la planta, que hizo posible mejorar la organización y las actividades administrativas y técnicas de este y otros negocios. Lo anterior, permite definir que el salto de la Etapa I a la Etapa II se da a partir de dos hechos importantes que coinciden en el tiempo, año 1996: i) la definición y puesta en marcha del plan impulsado por la dirección corporativa de Saginaw que incluía al MTC como parte del desarrollo de la División de Saginaw en México y; ii) la consolidación de la compra de la coinversión por parte de Delphi-Saginaw, sumado a la construcción de la planta 65 y al traslado de nuevos negocios a México.

En cumplimiento al plan corporativo de Saginaw para México algunos ingenieros de Saginaw en EEUU se trasladaron al MTC, con la responsabilidad de ofrecer apoyo técnico a la planta de Querétaro en sus tareas diarias y en la solución de problemas. Esta actividad se llevaba a cabo a través de estancias por parte de los ingenieros del MTC en la planta, los cuales prestaban asesorías a los diferentes negocios.

Mientras lo anterior ocurría con el MTC, a principios de 1996 la planta de Saginaw se trasladó al actual edificio donde funciona la planta 65<sup>17</sup> y se arrancan las operaciones con el negocio de la caja de dirección que se tenía desde un principio y con la manufactura de los productos que habían llegado a la planta durante la etapa I. A partir de la disolución de la coinversión y que Delphi asumió la responsabilidad total de la empresa se implantaron nuevos sistemas organizacionales, aumentó el número de departamentos, se mejoró el programa de entrenamiento, se implantaron procesos de solución de problemas, entre otros cambios. Asimismo, entre 1996 y 1997 se implantó el sistema de las 5 S.

Los negocios que se trasladaron a Querétaro a partir de 1996 y que se consolidaron en 1997 eran nuevos en su gran mayoría. Delphi-Saginaw, como dueño total del negocio, planteó un nuevo enfoque de modernización de la planta en todos los aspectos, empezando por la capacitación de algunos ingenieros en EEUU con el fin de formar una masa crítica al nivel técnico y administrativo para ir transformando la planta. Esto fue importante, teniendo en cuenta que cuando se tenía la coinversión había muchos problemas de calidad. Por ejemplo,

---

<sup>17</sup> Las plantas 65 y 66 se ubican actualmente en el parque industrial Bernardo Quintana en la ciudad de Querétaro.

el ensamble de la caja de dirección con las juntas homocinéticas que era entregado a la planta de GM en Silao (Guanajuato) presentaba numerosos problemas de calidad que estaban afectando este negocio. Así, en 1996 cuando se arrancó la planta 65 había alrededor de 12 personas de soporte técnico, todos ingenieros de EEUU.

En 1997 el proceso de integración de partes, iniciado en la etapa I, continúa y se traslada a la planta 65 un nuevo producto, la válvula piñón. La válvula piñón se produce en diferentes partes del mundo, por estrategia global de Delphi. Entre 1997-1998 se implantó el Sistema DMS: *Delphi Manufacturing System*, donde cada elemento del sistema tiene su propia organización. Este sistema se conoce también como *Lean Manufacturing* o manufactura esbelta.

En 1999 es inaugurada la planta 66 en Querétaro, junto a la planta 65, y es destinada a ensamblar algunos modelos de la flecha intermedia, las juntas homocinéticas y las columnas de dirección. Para el mismo año, se trasladó a Querétaro la primera línea automatizada que aumentó el volumen de producción y permitió conservar el mismo número de personas.

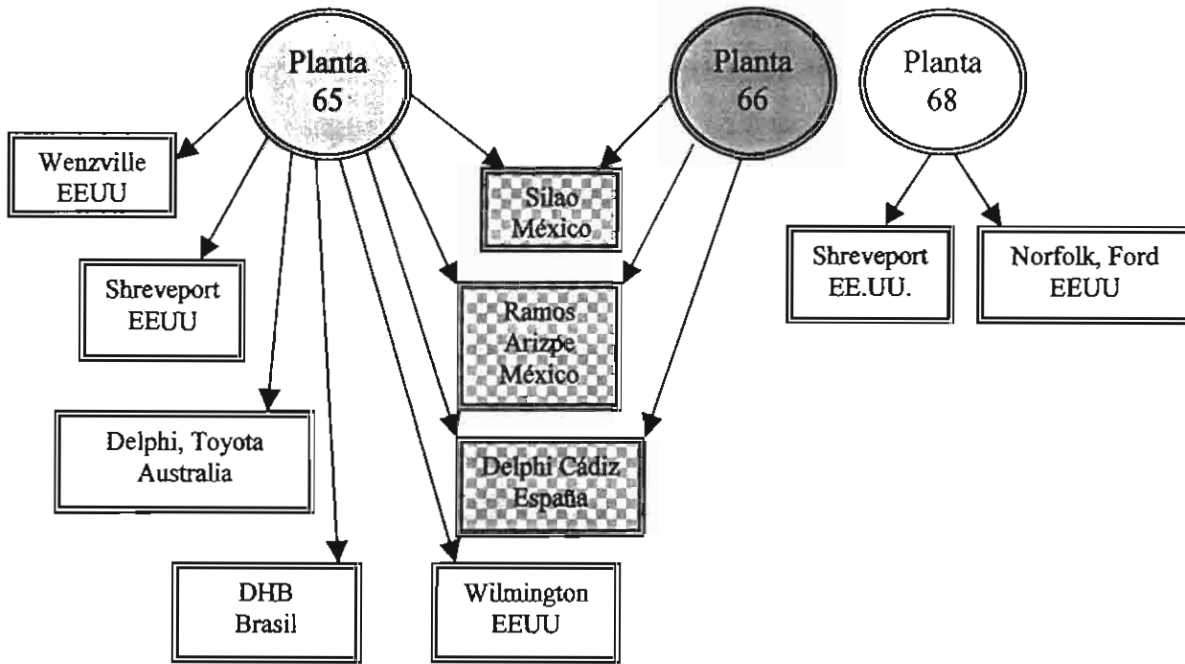
En términos generales, se puede decir que para llevar a cabo la fabricación de los productos que tienen a su cargo las plantas de Querétaro se manejan especialmente cinco tipos de procesos: Extrusión, Torneado, Maquinado, Soldado y Ensamble. Asimismo, estas plantas manejan dos tipos de áreas: una es de manufactura y otra de ensamble simple y complejo. Existen algunos productos, como la cremallera, que transitan por estas dos áreas. Así, la cremallera es un producto con diferentes modelos que se fabrica totalmente en Querétaro: se recibe la materia prima, se maquinan algunas partes que la componen y finalmente se hace el ensamble de la caja de dirección. Asimismo, estas plantas también se encargan de fabricar y ensamblar las columnas del sistema de dirección para diferentes modelos de automóviles. Para el año 2000 las plantas de Querétaro recibieron el negocio de ensamble de un modelo de sistema de dirección completo. Las partes que se ensamblaban de esta dirección llegaban de EEUU excepto la válvula piñón que se manufacturaba en Querétaro.

De lo anterior se deduce que además de los procesos de ensamble se fueron incorporando procesos de manufactura en estas plantas que demandaron mayores capacidades de producción. Así, al año 2002 se tenían productos en las plantas de Querétaro que tenían un 95% de integración de producto nacional. Esta integración nacional significaba que la gran mayoría de las partes que componen los sistemas se fabricaban y/o ensamblaban en el país. Al año 2002 ya se tenían líneas automatizadas, se contaba con máquinas de control numérico y con operarios multifuncionales que se encargan de operar el equipo.

En el año 2002 empieza a funcionar la planta 68 en Ciudad Juárez, cuya misión principal era la manufactura y ensamble de columnas para el sistema de dirección. A esta planta se trasladaron varios ingenieros de las plantas de Querétaro, quienes acompañaron algunos productos aportando la experiencia adquirida en estas plantas. Al 2003 la planta 68 conservaba una línea de producción manual activa por el modelo del automóvil que aún estaba vigente.

Los principales clientes de las plantas 65, 66 y 68 se encuentran en México, Brasil, Australia y EEUU. El cliente más importante para las plantas 65 y 66 es GM, otros clientes son Toyota y plantas de Delphi en otras partes del mundo, como DHB de Brasil (se le entrega la válvula piñón). En la figura 9.4 se presentan los principales clientes tanto internos como externos de las plantas de Saginaw en México.

Figura 9.4 Clientes de las plantas de Saginaw-México



Fuente: Superintendente de Calidad Plantas 65 y 66 Querétaro (2003)

Las plantas 65 y 66 le venden a GM en Silao (estado de Guanajuato) el sistema de dirección completo por partes (conocido como *Integral Gear*): la columna de dirección, el nodo de dirección, las juntas homocinéticas, flechas intermedias y la caja de dirección. GM recibe y ensambla todas las partes en su planta<sup>18</sup> o en la secuenciadora<sup>19</sup> y hace el ensamble final del sistema que posteriormente es instalado en el automóvil como un módulo. Uno de los clientes de la válvula piñón, desde el 2001, es la ensambladora Toyota. Esta válvula se manufactura en las plantas de Querétaro, luego es enviada a la planta de Delphi en Australia donde se ensambla como parte del sistema de dirección y posteriormente se entrega el sistema completo a Toyota.

Para los directivos de la División de Saginaw, las plantas 65 y 66 son plantas prototipos, en las cuales se instaló lo mejor que la división ha aprendido a escala mundial y ha desarrollado a lo largo del tiempo. En estas plantas se pueden encontrar ejemplos muy destacados de todas las herramientas de manufactura esbelta, de justo a tiempo y de

<sup>18</sup> Hay casos en que Delphi-Saginaw le vende el sistema completo para que la ensambladora sólo lo instale.

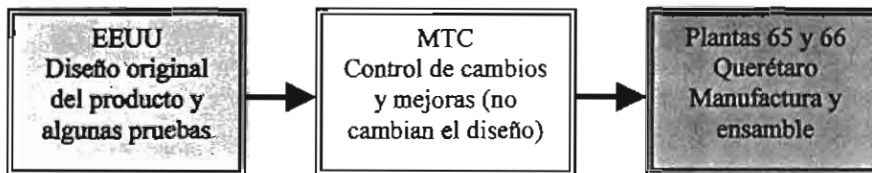
<sup>19</sup> En Silao hay lo que se llaman secuenciadoras, ellas toman las partes y arman el módulo del sistema que las ensambladoras van a colocar finalmente en el vehículo.

calidad.<sup>20</sup> Así, para el 2002 no había ningún ingeniero estadounidense ofreciendo soporte, en este sentido se puede decir que las plantas 65 y 66 de Querétaro han consolidado un grupo de ingenieros capaces de asumir las responsabilidades en los negocios que se tienen. Según el Director de Operaciones Saginaw-México en el 2002, “los ingenieros de EEUU vienen a aprender, a intercambios y a realizar diferentes tipos de trabajos, pero no a hacer asistencia técnica.”

Al año 2002 las plantas 65 y 66 tenían a su cargo varias líneas de negocio que involucraban una gran variedad de productos. Por ejemplo, se tenía un negocio donde sólo faltaba fabricar el nodo de dirección para hacer el sistema de dirección completo. En este caso, el nodo de dirección lo hace otra compañía diferente de Delphi, la cual le ofreció a la ensambladora de automóviles un menor precio por la fabricación de esta parte y obtuvo en negocio.

El Centro de Ingeniería en Michigan es el responsable de casi todos los diseños originales que se manufacturan en las plantas 65 y 66. Desde el año 2002 el MTC se encarga de hacer la asistencia técnica para modificaciones y mejoras de algunos de los diseños. En la figura 9.5 se muestran algunas de estas relaciones.

**Figura 9.5 Relaciones intra empresa**



Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas (2003)

El crecimiento de la división Saginaw en México, entre el 2001 y el 2002, se puede observar a través del crecimiento en sus instalaciones. Para el año 2001 se contaba con 195,000 pies<sup>2</sup>, y para el año 2002 se tenían 270,000 pies<sup>2</sup> de construcción, contando la adquisición del edificio para la nueva planta en Ciudad Juárez o planta 68.

<sup>20</sup> Entrevista con el Director de Operaciones Saginaw-México (2002).

### **9.2.2.2 Descripción de las capacidades tecnológicas por función técnica**

#### **A. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Inversión**

Es importante resaltar que este análisis se aplica para todos los negocios que tiene Saginaw en México, debido a que esta función técnica está relacionada con la estrategia de la división y de Delphi Corp. y no con un negocio en particular.

##### ***A.1 Capacidades relacionadas con la toma de decisiones y control***

La función técnica de toma de decisiones para la división de Saginaw es muy similar a lo que se presentó en la sección 8.2.3.2, del capítulo 8. Lo anterior, se debe a que Delphi es una empresa global que define sus políticas y lineamientos generales a los que las Divisiones, en las cuales está organizada la empresa, se deben acoger. Así, por ejemplo, la ubicación de las plantas en Querétaro obedeció a una estrategia encaminada a dar respuesta a las principales ensambladoras en México, que surten el mercado nacional e internacional, y las cuales en su gran mayoría se encuentran instaladas hacia el centro del país.<sup>21</sup>

Lo anterior, cobra importancia en la medida en que se reconoce la naturaleza de los productos que se fabrican en las plantas de Querétaro, y que como se dijo al principio de este capítulo 9, la gran mayoría son productos que se entregan directamente a la ensambladora o a los que solo les falta un proceso para ser producto final. En este sentido, una empresa como Delphi requería contar con plantas que tuvieran las características necesarias para ensamblar y manufacturar las partes para el sistema de dirección y darle una respuesta rápida y efectiva al cliente.

Aunado a lo anterior, estaba la importancia de cumplirle al mercado de las ensambladoras instaladas en México que demanda un volumen significativo de autopartes. De ahí que se haya tomado la decisión de elegir a la ciudad de Querétaro porque está ubicada en el centro del país y cerca de Silao (Guanajuato), ciudad donde se encuentra la planta ensambladora de automóviles de GM, y principal cliente de Delphi. La decisión de la construcción de la planta en Querétaro fue tomada por los directivos de Saginaw a recomendación del

---

<sup>21</sup> En el Anexo 4 se presenta un mapa con la ubicación de las plantas de Querétaro y las ensambladoras.

*Business Team* en EEUU, debido al monto de la inversión que se requería. En cuanto a los productos que se deberían ensamblar o manufacturar en la planta de Querétaro, éstos fueron asignados por el *Business Team* y gestionados por el entonces Director de Operaciones de Delphi para Saginaw-México, quien jugó un papel trascendente en la asignación de negocios con alto contenido tecnológico en productos y procesos.<sup>22</sup>

En este contexto vale la pena recordar que en el plan del *Business Team*, debe aparecer el lugar en el cual se va a manufacturar a más bajo costo el sistema de dirección completo. En algunas ocasiones todas las partes del sistema son producidas en la misma planta, en otras ocasiones se producen en plantas diferentes considerando la capacidad o maquinaria disponible, costos, habilidades, etc. También las decisiones se toman teniendo en cuenta la política de la empresa global, se tienen reglas propias sobre el porcentaje del producto que debe ser manufacturado. Las razones más importantes para instalar un negocio en una determinada planta son la calidad y el costo con el fin de ser competitivo en el mercado internacional. El estudio de costos es elaborado por los departamentos de ingeniería y manufactura, y de compras de la División en EEUU; los primeros analizan las posibilidades de manufacturar las partes en una determinada planta y en el de compras se revisa cuánto va a costar la materia prima. El paquete de análisis va al *Business Team* en Saginaw, EEUU, quien revisa el resultado del estudio, evalúa si los costos son competitivos para el mercado, pues de lo contrario el cliente (la ensambladora) no va a elegir a Delphi como su proveedor, y toma la decisión.

Así, en la etapa II en el negocio de la caja de dirección se continuaron desarrollando las actividades de estimación de desembolsos que se realizaban en la etapa I. Además las decisiones sobre proveedores de equipos seguían estando en el Centro Técnico de Michigan y en algunas instancias del Corporativo. Sin embargo, en la etapa II se incorporan actividades en las que los gerentes mexicanos podían tomar algunas decisiones sobre programación de actividades y realizaban un monitoreo activo sobre los nuevos proyectos que se trasladaban a las plantas. Todo lo anterior sobre la base de contar con un Director de operaciones estadounidense, que tenía una importante trayectoria dentro de las directivas

---

<sup>22</sup> En este sentido, es importante decir que Delphi, como una empresa global, toma sus decisiones para asignar los productos en las diferentes plantas en el mundo, a través de los ingenieros del grupo *staff* o grupo estratégico de Delphi Corp. (*Business Team*), en EEUU. Entrevista con el Gerente planta 65 Querétaro (2003)

del Corporativo, además del buen desempeño demostrado por los ingenieros de las plantas. Vale la pena mencionar que el *Product Team*<sup>23</sup> del negocio de la caja de dirección se encuentra en EEUU, de ahí que muchas de las decisiones cruciales que se toman para este negocio estén fuera de Delphi-México.

### ***A.2 Capacidades relacionadas con la preparación y ejecución del proyecto***

La acumulación en esta función técnica se analiza especialmente en las actividades de administración y seguimiento de los proyectos, ingeniería de detalle y adquisición de equipos. Así como en la función técnica anterior, este análisis es similar al presentado en el capítulo 8 para la línea de negocios de sensores y actuadores.

Los proyectos se generan a partir de las oportunidades de negocio y su administración y manejo en la división de Saginaw funciona de manera similar a lo que ocurre en la división de E&C. Cuando hay un nuevo proyecto se hace una evaluación financiera y se analiza la capacidad de manufactura en diferentes partes del mundo, buscando reducir los costos, la cadena de valor, los inventarios y tener tiempos de respuestas más rápidos. Si la evaluación que se hace por parte del *Product Team* no recomienda un lugar en especial para el nuevo negocio, se hace el estudio para aprobar una nueva ubicación y se autoriza una nueva planta. El Corporativo de Saginaw en EEUU cuenta con un grupo denominado *Manufacturing Planning*, el cual se encarga de la planeación de la capacidad de manufactura. Este grupo decide a escala mundial, el lugar idóneo para ubicar un nuevo proyecto.

Con los proyectos se busca ganar sinergias, eliminar las capacidades subutilizadas en las plantas, maximizar la utilización del capital que se ha invertido, tanto en equipo como en maquinaria, tratando de disminuir la inversión de nuevo capital. Esto aunado a la logística, al tiempo, al costo de transportación, al nivel de respuesta, al historial de calidad, a la rentabilidad del negocio, y hasta al nivel de importancia de los líderes de cada planta ante las directivas en EEUU, juegan un papel muy importante en la asignación de los nuevos

---

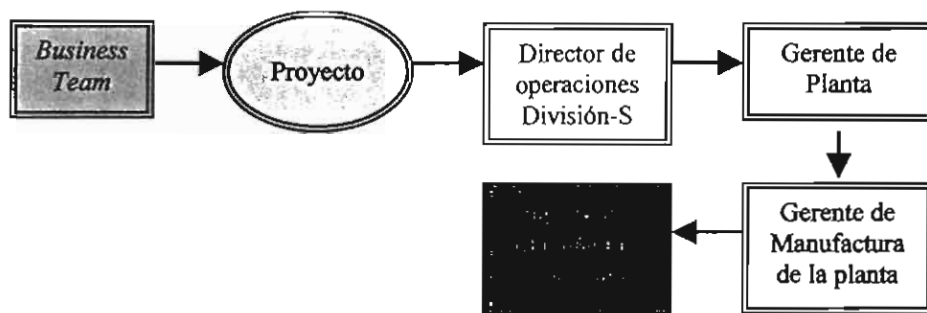
<sup>23</sup> Es un equipo conformado por ingenieros de las plantas y los centros técnicos de ingeniería, quienes analizan y evalúan los tipos de productos que hay que trabajar, los procesos, las ganancias, las posibilidades y todas las variables que se necesitan para hacer la recomendación al *Business Team* de las oportunidades de negocio. En el caso de Saginaw el representante ante el *Product Team* para las líneas de negocio de las plantas 65 y 66 es el gerente de la planta 65. Esta participación se dio sólo a partir de julio de 2003.



negocios.<sup>24</sup> Como se mencionó anteriormente, quienes toman las decisiones de asignar los proyectos son los ingenieros que conforman el *Business Team* y *Product Team*. La asignación de los proyectos a las diferentes plantas que tiene Delphi en el mundo obedece a estrategias que tienen que ver con una visión de la empresa global.

Cuando el *Business Team* asigna un negocio a una planta, esto se maneja como un proyecto, el cual debe tener diferentes agentes responsables con el fin de asegurarse que llegue a buen término. Así, en la figura 9.6 se muestra, de manera esquemática, los diferentes agentes que participan cuando el *Business Team* asigna un proyecto nuevo o que ya existe en otra planta y es trasladado a las plantas de Querétaro en México.

**Figura 9.6 Agentes que participan en la asignación de un proyecto para México**



Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas (2003)

En la figura anterior se muestra como después que el *Business Team* asignó el proyecto, éste es enviado al Director de operaciones de las plantas de Saginaw en México. El Director entrega el proyecto al Gerente de la planta responsable de fabricar el producto y a continuación el Gerente de planta delega en el Gerente de manufactura el proyecto, éste a su vez se encarga de elegir el ingeniero o ingenieros senior que van a trabajar en el proyecto y quines serán los responsables directos del desempeño y los logros del mismo.

Los ingenieros senior de manufactura coordinan las reuniones, para recibir el proyecto con todas las condiciones necesarias para lograr el éxito. Asimismo, visitan a los proveedores de maquinaria y asisten a las reuniones sobre calidad e ingeniería industrial. Es importante

<sup>24</sup> Gerente planta 65 Querétaro (2003)

señalar que la definición de estas responsabilidades así como la organización interna para la ejecución y seguimiento de los proyectos son definidas por cada división de Delphi en particular. El liderazgo de este ingeniero senior es muy importante, pues en muchas ocasiones esta cualidad hace la diferencia entre el éxito y el fracaso de un proyecto. En este sentido se considera que los ingenieros mexicanos han alcanzado un gran desarrollo y han ganado habilidades importantes para sacar adelante los proyectos de Saginaw-México.<sup>25</sup>

Para el negocio de la caja de dirección, el MTC, en algunos casos es el “puente” entre el Centro Técnico responsable del producto y las plantas de Querétaro. Los ingenieros responsables del producto que se encuentran, generalmente, en el Centro de Ingeniería de Michigan tienen la responsabilidad de desarrollar el diseño del producto, el diseño de la manufactura y hacer la entrega de todo el proceso de producción a la planta que va a ensamblar o manufacturar el producto. Algunos de estos proyectos han sido apoyados por la planta 7 que se encuentra en Saginaw-Michigan, debido a que ellos tienen más experiencia en algunos productos que ensamblan y/o manufacturan las plantas de Querétaro.<sup>26</sup>

Con base en lo anterior y en lo presentado para la línea de negocio de sensores y actuadores, se observa que si bien cada división de Delphi tiene algunas diferencias en esta función técnica de inversión, en términos generales se puede decir que obedecen a valores, políticas y lineamientos que se han definido de manera global. Así, cada División se organiza y maneja internamente sus actividades de acuerdo con los negocios que son su responsabilidad.

Para el negocio de la caja de dirección, así como para otros negocios de Saginaw en Delphi-México, se ha alcanzado un gran avance en actividades de evaluación y control de proyectos, a partir de la instalación del MTC. Así, se cuenta con ingenieros que se encargan del seguimiento de los proyectos, tanto en las plantas como en el MTC. Algunas de las actividades realizadas involucran designación de grupos de trabajo, tal como se explicó en esta sección, para obtener el mejor beneficio de los proyectos, asimismo, se realizan

---

<sup>25</sup> Según el Director del grupo de Desarrollo de Productos de MTC-Saginaw la curva de aprendizaje ha sido muy buena en los siete años en los cuales se ha trabajado en el MTC-Saginaw.

<sup>26</sup> Algunos de los productos han sido trasladados de esta planta 7 a las plantas en México.

actividades de ingeniería de detalle para los procesos, reclutamiento y capacitación del personal que hace parte de los proyectos, y se pone en marcha el proyecto con el liderazgo de los ingenieros senior de manufactura, entre otras actividades. Con base en lo anterior, se puede señalar que con estas nuevas actividades realizadas en la etapa II, se deja atrás la actividad de solo ingeniería básica que se realizaba en la etapa I.

En conclusión, en la función técnica de inversión el negocio de la caja de dirección de Delphi-Saginaw en México ha desarrollado capacidades innovadoras básicas, en la toma de decisiones y control, e intermedias en la preparación y ejecución del proyecto.

## **B. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Producción**

### ***B.1 Capacidades centradas en el proceso y organización de la producción***

Los ingenieros de las plantas de Querétaro están involucrados totalmente en la fase PDP (o sea en el diseño para producción). Esto significa que los ingenieros de las plantas de Querétaro participan en el diseño del proceso desde que se encuentra en el Centro Técnico responsable del producto. Estos ingenieros no están involucrados en la fase ADP de manera formal, pero se recurre a ellos frecuentemente cuando el grupo de diseño trabaja: “ya que no se puede pensar en el diseño de un producto nuevo si éste no es posible hacerlo en la planta, y por ello se hace necesario su participación.”<sup>27</sup>

Los ingenieros de las plantas 65 y 66 realizan mejoras y modificaciones a los procesos del negocio de la caja de dirección, con el aval del Centro Técnico en EEUU, para los casos en que la mejora o modificación pudiera afectar de alguna manera el producto. En algunas ocasiones, estas mejoras se hacen en compañía de los ingenieros del MTC o del centro técnico responsable del diseño del producto y en otras se hace de manera independiente. Cuando las mejoras se realizan de manera independiente, existe el compromiso de informar a los responsables del proceso de los cambios o mejoras. Para poder hacer una modificación al proceso, en las plantas, hay una serie de pasos que se pueden ver en los documentos QS9000 o en el manual que Ford, Chrysler y GM han impuesto de manera

---

<sup>27</sup> Director del grupo de Desarrollo de Productos de MTC-Saginaw (2002)

conjunta para el sector automotriz, lo que implica hacer un proceso de validación y aprobación por parte del cliente.

Las plantas de Querétaro al igual que las otras plantas estudiadas de la división E&C, cuentan con diferentes tipos de ingenieros que se encargan de las áreas en las cuales están organizadas. Estos ingenieros han logrado desarrollar un alto grado de experiencia, que aunado a la capacitación que ofrece la empresa de manera sistemática y continua, los hace competentes para realizar mejoras y modificaciones, tanto en el proceso como en la organización de la producción. Estas mejoras continuas se deben justificar ante los directivos, haciéndoles ver que la inversión que se hace en las mejoras se va recuperar rápidamente y va a impactar en los costos para Delphi y para el cliente. Cuando lo anterior se logra el cambio se hace inmediatamente.<sup>28</sup>

Los ingenieros de las plantas interactúan con los ingenieros del Centro Técnico de Michigan y con los del MTC a diferentes niveles especialmente en los casos donde se amerita una aprobación para realizar los cambios al proceso, tal como ocurre para todos los negocios de Delphi Corp. Esta interacción se da especialmente a través de los ingenieros de proceso que se encuentran en el MTC, para algunos tipos de cajas de direcciones; en el Centro Técnico de Michigan para la mayoría de los diseños de cajas de direcciones que se fabrican en las plantas de Querétaro, y en las mismas plantas.

Los ingenieros de proceso del Centro Técnico de Michigan tienen como función diseñar los procesos robustos, ajustados a los lineamientos definidos por la metodología *lean manufacturing*, y con todas las especificaciones necesarias para obtener un producto dentro de las condiciones exigidas por el cliente. Los ingenieros de proceso del MTC que se encargan de manejar el diseño de algunas cajas de direcciones, son los que revisan el diseño original y evalúan las posibilidades de realizar algún cambio. Asimismo, este ingeniero de proceso es el que da la autorización para que se hagan los cambios al proceso en las plantas. Los ingenieros de proceso de las plantas 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. Así, el ingeniero de proceso de la planta se cerciora que la materia prima

---

<sup>28</sup> Ingeniero de Producto, planta 65 Querétaro (2003)

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 manufactura esbelta. Asimismo, identifica lo mejor posible las rutinas de trabajo de las máquinas para aumentar el tiempo productivo y hace la coordinación con el área de mantenimiento para realizar las revisiones y correcciones que sean necesarias para todos los equipos.

Las plantas 65 y 66 cuentan con las técnicas y herramientas estadísticas de seguimiento de los procesos y están certificadas por QS9000. La planta 65 fue certificada en 1997, la planta 66 fue certificada en 1999 y la planta 68, que empezó a operar a partir del año 2002, aún no estaba certificada pero se encontraba dentro del periodo límite para certificarse, cuando se realizó el trabajo de campo.

Con base en lo anterior, se puede señalar que en la función técnica de proceso y organización de la producción, el negocio de la caja de dirección avanzó de manera importante, a partir de la disolución de la coinversión y de la responsabilidad total de la producción de este negocio en México por parte de Delphi-Saginaw. Así para esta etapa II, se da un vuelco total a todo lo que se hacía en la antigua planta. Se implantaron los sistemas de calidad y mejora continua, y posteriormente se consolidó la manufactura esbelta. En las plantas se cuenta con ingenieros encargados de las distintas áreas que se encargan de rediseñar los procesos, cuando así se requiere, que participan activamente en el diseño de los procesos cada vez más complejos y en la validación de los mismos, junto a los ingenieros del Centro Técnico de Michigan y del MTC, de acuerdo con el tipo de caja de dirección. Se aplican las técnicas de ingeniería industrial para mejorar la capacidad de producción de las plantas y las condiciones de trabajo de los operarios, entre otras actividades.

### ***B.2 Capacidades centradas en el producto***

Las cajas de direcciones que se ensamblan y manufacturan en México, tienen el diseño original de producto en el Centro de Ingeniería de Michigan, por lo tanto, este Centro es el responsable de las modificaciones que se hagan en el producto. El papel que juega el MTC en cuanto a las modificaciones y mejoras del producto es, en la mayoría de los casos, de

mediador entre las plantas y el Centro de Ingeniería en EEUU. Vale la pena destacar, que para el año 2002 se había trasladado la responsabilidad de algunos diseños originales de caja de dirección al MTC, tal como se mencionó en la sección de “Actividades de diseño” en la primera parte de este capítulo 9.

Así, el producto no puede ser modificado por los ingenieros de las plantas de manera independiente. El ingeniero de producto de la planta puede hacer pequeños cambios que no modifiquen de manera sustancial el producto. Cuando el cambio es sustancial se tramita una “solicitud de permiso de ingeniería” y se envía al Centro Técnico responsable. Si se cambia alguna característica del producto, esto requiere de la autorización del cliente y la modificación al PPAP,<sup>29</sup> lo cual implica volver a correr todo el proceso hasta que el cliente quede conforme. De ahí que generalmente se trabaje en modificar los procesos, la organización de la producción y otras variables pero no el producto para que el cambio sea lo menos traumático posible. Así, a pesar de que los ingenieros de las plantas tienen muy restringida la posibilidad de modificar directamente el producto, esto no les quita creatividad.

Cuando los trabajos de mejora en el diseño del producto son creados por los ingenieros de la planta éstos los presentan al ingeniero del producto, o a la persona responsable del diseño, tanto en las plantas como en el Centro de Ingeniería de Michigan o en el MTC. Estos trabajos deben ir sustentados resaltando los beneficios de dicha mejora y la disminución de los costos que se puede lograr con ella. En el caso de que el cambio sea aprobado se trabaja con el ingeniero de producto del centro técnico responsable, a través de internet o de teleconferencia. Se coordina todo lo relacionado con el cambio y se procede a ejecutarlo. En este contexto, vale la pena mencionar que el ingeniero de producto del centro técnico responsable puede estar en cualquier parte del mundo y solo él es responsable del cambio que se realiza. Lo anterior obedece a una política de Delphi, porque puede suceder que un mismo producto se fabrique en México, en EEUU o Australia, y no es correcto que muchas personas estén tomando decisiones sobre el cambio de un mismo producto. Así, las reuniones con personas ubicadas en cualquier parte del mundo: Brasil, España, EEUU, etc.,

---

<sup>29</sup> *Production Parts Approval Process.*

es una práctica muy común en Delphi, para resolver problemas e intercambiar información y conocimientos sobre distintos tópicos.<sup>30</sup>

En resumen, en la función técnica de producción del negocio de la caja de dirección de Delphi-Saginaw se han logrado desarrollar capacidades innovadoras intermedias en el proceso y capacidades innovadoras básicas en el producto. Lo anterior, resulta de lo recopilado en la evidencia empírica, que permite señalar que las plantas han tenido un gran desarrollo al nivel técnico y productivo tanto para el ensamble y manufactura de la caja de dirección como para otros negocios. En cuanto al avance en el producto, se considera que se han acumulado capacidades innovadoras básicas, pues en México no se tiene todavía una masa crítica de ingenieros especializados para realizar el diseño de la caja de dirección, pero si se cuenta con ingenieros muy capaces que hacen posible las modificaciones y mejoras que en muchas ocasiones son atendidas y aplicadas por el Centro de Ingeniería de Michigan. De ahí que se pueda señalar que existen capacidades tecnológicas innovadoras y no solamente operativas.

### **C. Capacidades relacionadas con la Función Técnica de Soporte**

#### ***C.1 Actividades de Vinculación Externa***

##### ***a) Selección y negociación con proveedores***

Como se ha mencionado reiteradamente, por estrategia Corporativa, se está trabajando en el desarrollo de proveedores para las plantas de Delphi en México, para lo cual ya existe un departamento de desarrollo de proveedores. Esta estrategia busca reducir costos para la empresa global e impulsar el desarrollo de la proveeduría mexicana, lo cual implica mucho tiempo de trabajo y concientización. Delphi es consciente que en el norte y centro del país hay proveedores con muchas potencialidades y conocimientos, por ejemplo, en la ciudad de Monterrey se pueden encontrar buenos proveedores en maquinado y en las ciudades del norte proveedores de piezas electrónicas, pero les falta más apoyo para ser competitivos en el sector automotriz.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> Director de Operaciones Saginaw-México (2002).

<sup>31</sup> Directora de compras de material directo, plantas de Querétaro (2002)

En este sentido, Delphi-Saginaw y especialmente en las plantas de Querétaro se está trabajando en el desarrollo de proveedores en México. Esto obedece a la necesidad de las plantas de contar con proveedores que sean capaces de cumplir con las exigencias que se tienen para la producción de las partes del sistema de dirección. Con base en lo anterior, ha sido necesario desarrollar proveedores en áreas como la mecánica, la hidráulica y la eléctrica, las cuales están menos desarrolladas que el área de la electrónica, en la que se cuenta con más proveedores.

Las plantas de Querétaro tienen proveedores locales, regionales e internacionales de materiales directos e indirectos. Se cuenta con proveedores de Europa, de EEUU, de México y de otras partes del mundo, los cuales han sido clasificados por el área de calidad de las plantas como buenos, regulares y malos. Asimismo dentro de esta gama de proveedores se encuentran los que están catalogados por ser proveedores que se preocupan por mejorar sus procesos y productos y los que no hacen nada para cambiar.

En cuanto al material directo que llega a las plantas, éste se compra principalmente en EEUU. La toma de decisiones sobre la compra de las materias primas que se deben utilizar para la fabricación de algunos productos es asumida por el gerente de compras directas que se encuentra en la planta 65 de Querétaro. Este gerente es autónomo del MTC y se encarga de manejar y negociar con los proveedores nacionales e internacionales obedeciendo a una estrategia corporativa de Saginaw-México y teniendo en cuenta la naturaleza de los productos que se fabrican en las plantas de Querétaro. Además, en estas plantas se ha desarrollado un grupo de ingeniería especializado en comprar materiales como carcasas, aceros, plásticos, hules, resortes, etc. Con base en lo anterior, las plantas de Querétaro han logrado cierta independencia del MTC en este aspecto, por lo tanto, el personal encargado de compras en Delphi-Juárez no está muy involucrado con los negocios y las necesidades de estas plantas.

En el área de compras para el material directo se cuenta con personal organizado en tres grupos:

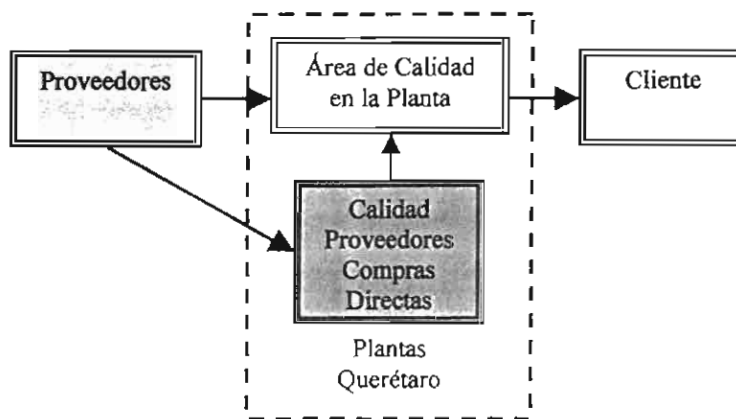
i) **Comprador:** Hace el análisis de precios, volúmenes y contratos,



- ii) **Calidad avanzada (AQI):** Se asegura que la nueva materia prima cumpla con las especificaciones del producto y selecciona proveedores potenciales. Se encarga de los proyectos nuevos y que tienen nuevas piezas y partes. Evalúa la calidad de la materia prima de los proveedores antes que ingresen a la planta. Además se cerciora que el proveedor tenga las características necesarias para cumplir: se evalúa la capacidad, la maquinaria, el soporte tecnológico y financiero, control, sistemas de calidad, certificaciones para proveer al sector automotriz: QS9000, TS, etc.; y
- iii) **Calidad Proveedores:** Se encarga de las piezas en producción y partes de compras actuales, asimismo, se encarga de identificar a los malos proveedores y realiza labores con ellos para evitar las fallas.

Las tres plantas de Saginaw-México (65, 66, 68) comparten los grupos de Comprador y Calidad Avanzada. El grupo de Calidad proveedores es compartido por las plantas 65 y 66, ya que la planta 68 tiene su propio grupo de “Calidad proveedores”. En la figura 9.7 se muestra un esquema de las relaciones que se dan entre los proveedores, las áreas de calidad de las plantas y el cliente. El proveedor debe ser capaz de cumplir con los requerimientos impuestos por el área de compras a través del grupo de Calidad proveedores, así como por el área de calidad de las plantas.

**Figura 9.7 Relaciones entre el proveedor y las áreas de calidad**



Fuente: Supervisor calidad proveedores. Querétaro (2003)

Las plantas 65 y 66 demandan insumos con características y exigencias que las hacen diferentes a otras plantas de Delphi en México. Estos insumos son especialmente aceros, aluminios, plásticos, entre otros, que deben cumplir con ciertos estándares, lo cual influye

significativamente en la elección del proveedor. Así, la mayoría de los negocios que fueron trasladados de EEUU a Querétaro han conservado sus proveedores originales, ya que generalmente se les da preferencia para evitar contratiempos con el cliente. Por esa razón se tienen proveedores estadounidenses que ya estaban trabajando y produciendo insumos para Saginaw en otros lugares del mundo. Se ha logrado tener proveedores mexicanos para algunos negocios, como por ejemplo, inyecciones de aluminio, maquinados simples,<sup>32</sup> plásticos, ciertos componentes de hule, resortes, entre otros. En palabras de la Gerente de compras de material directo de las plantas de Querétaro, la proveeduría mexicana ha sido variable: "...se han podido encontrar buenos proveedores mexicanos en estampados y dos o tres proveedores en maquinados y aluminio, pero también se han tenido malas experiencias con proveedores de inyección de aluminio."

Las plantas cuentan con una lista de proveedores que se ha ido integrando a través de diferentes medios. Para poder integrar esta lista, primero se conoce al proveedor y luego se le visita para conocerlo más de cerca, posteriormente se le hace el seguimiento y si cumple con los requerimientos exigidos se incluye como proveedor potencial. Así, algunos proveedores han llegado a las plantas de Querétaro contactando directamente al gerente de compras directas. Otros se dan a conocer a través de internet o por alguna persona que trabaja en Delphi y que da la referencia. También se buscan proveedores en las bases de datos del gobierno, en ferias estatales o nacionales de la industria y por otras fuentes. Cuando se encuentra un proveedor con posibilidades, el personal encargado de compras visita la planta del proveedor para conocer y darse una idea de lo es capaz de fabricar. Con esta visita se observa el tipo de equipo, las instalaciones, los sistemas, puestos de trabajo, etc., y se define si el proveedor tiene potencial para fabricar algún tipo de insumo de interés para las plantas. Posteriormente, se hace una ronda de cotizaciones para detectar como está el proveedor analizado en el mercado en cuanto a la calidad y el precio. Finalmente, se revisan las bases de datos para identificar si el proveedor es o no competitivo en el mercado.

---

<sup>32</sup> Se definen así porque se requiere maquinaria de alta tecnología para hacer la extrusión del material pero no se requiere un alto grado de precisión.

Si el proveedor cumple con los requerimientos del mercado y es considerado como candidato para proveer a Delphi-Saginaw, se envía al ingeniero de desarrollo de proveedores de las plantas de Querétaro. Este ingeniero trabaja con el proveedor y evalúa en qué punto productivo se encuentra, además, hace un *benchmark* de precios para saber si el precio que pide por su producto está de acuerdo con lo que tiene en las instalaciones: maquinaria, capacitación del personal, centros de desarrollo, nueva tecnología y otras variables. El ingeniero de desarrollo de proveedores fabrica productos (que posteriormente podrían ser insumos para las plantas de Querétaro) en conjunto con el proveedor para hacer la valoración, la cual puede durar seis meses, después de esta valoración se toma la decisión de aprobar o no al proveedor.

Cuando un proveedor de las plantas tiene problemas de calidad, Saginaw le envía un ingeniero con el fin de que lo ayude a solucionarlos. Lo anterior se debe a que los productos que se hacen en las plantas 65 y 66 son piezas de seguridad y vulnerabilidad en un automóvil, esto significa que esas piezas tienen que estar garantizadas por Saginaw. Por ello los proveedores deben entregar productos de la más alta calidad. “Ellos deben tener conciencia que surten a un automóvil, no una simple pieza.”<sup>33</sup>

Para las compras de material indirecto se cuenta con una persona, la cual se encuentra en la planta 65 de Querétaro, que reporta al Director de Operaciones de Saginaw-México y al gerente de compras indirectas en el MTC en Ciudad Juárez. A partir del año 1998 las plantas de Querétaro compran insumos indirectos en México y se ha desarrollado una cartera importante de proveedores de materiales indirectos. Se trabaja con el MTC para tomar ventaja del trabajo que se ha hecho por años con proveedores de materiales indirectos en Delphi-Juárez, México. El gerente de compras de materiales indirectos de las plantas de Querétaro se encarga de proveer estos materiales a tres Divisiones de Delphi en la zona centro de México.

Debido a la certificación de las plantas, la compra de insumos y servicios se ve limitada solo a proveedores que estén certificados y puedan garantizar la calidad de la materia prima o el producto que se utilice en el proceso de producción de las plantas de Querétaro. Como

---

<sup>33</sup> Directora de compras de material directo, plantas de Querétaro (2002)

se mencionó anteriormente, se tienen listas de proveedores y solo estos pueden participar en las licitaciones. En este sentido es importante decir que a partir de julio de 2002, se convirtió en obligatoria la certificación para hacer parte de la lista de proveedores del sector automotriz.<sup>34</sup> Esta certificación está basada en la nueva filosofía de calidad que se llama TS (*Technical Specification*), la cual integra QS9000 y VDA6.1 (que es el QS9000 para Europa). Así, los proveedores se obligan a cumplir con todas estas especificaciones por que así lo exige el cliente. La TS ha hecho más difícil que los proveedores nacionales mexicanos puedan acceder al mercado de proveeduría para el sector automotriz, debido a las fuertes exigencias y altas inversiones que se requieren para hacer la certificación con esta nueva norma.

En resumen, para el negocio de la caja de dirección se observa un avance en las actividades presentadas en esta sección, ya que en las plantas como en el MTC de Saginaw, se han establecido grupos de desarrollo de proveedores que mejoran la relación proveedor-usuario y además asesoran técnicamente a los proveedores para garantizar la calidad de las materias primas. Así, se realizan actividades de búsqueda de especificaciones para el producto y de transferencia de tecnología entre la empresa y el proveedor, además se realizan actividades de búsqueda de proveedores de materiales directos cercanos a las plantas, lo que hace posible un avance importante en las capacidades tecnológicas.

#### ***b) Vinculación con los clientes***

La división de Saginaw se encarga de fabricar el sistema de dirección para GM que es el cliente más importante que tiene Delphi Corp. También Saginaw le fabrica a Toyota del Japón, Opel de Alemania, Apple en la India, Ford de EEUU, entre otros. Como se observa, son clientes muy importantes en el sector automotriz, y en este sector el cliente tiene una participación muy activa en la producción de sus partes o componentes y de los sistemas en general. Por esta razón estas ensambladoras, conocen todo lo que se refiere a su producto: el diseño, el desarrollo, las materias primas, la producción, el comportamiento del mismo, los proveedores, etc.

---

<sup>34</sup> Esto fue definido por las empresas ensambladoras.

Por lo tanto, empresas como Delphi tienen que demostrar que son capaces y que tienen el personal y los recursos para garantizar el éxito en la proveeduría de sistemas, partes y componentes. Todos los proyectos que surgen son negocios entre el cliente que busca garantía y Delphi que debe tener credibilidad, en donde la negociación ocupa un papel importante.<sup>35</sup> Una negociación depende mucho del cliente: de la personalidad y del conocimiento que tenga sobre lo que va a comprar. En ocasiones se negocia con clientes que conocen muy bien una parte o un componente y dan muchas especificaciones, hay otros clientes que no saben nada de lo que van a comprar (están comprando una caja negra), en este último caso Delphi tiene muchas más posibilidades para competir, puesto que en muchas ocasiones el diseño que proponen los ingenieros de Delphi es mucho mejor que lo que el cliente busca o necesita.<sup>36</sup>

Cuando el área de ventas de Delphi-Saginaw recibe la información del cliente, ésta pasa un centro técnico<sup>37</sup> el cual debe diseñar el producto. Si es un producto nuevo los ingenieros definen las características de lo que el cliente necesita y empiezan a trabajar con el diseño. Es importante señalar que el MTC no cuenta con ingenieros que trabajen en el diseño original de la caja de dirección, así que su relación con los clientes se limita solo tres productos para los cuales el MTC tiene la responsabilidad de las modificaciones sobre el diseño original de las cajas de direcciones. Si es un producto que ya existe en el portafolio de Delphi-Saginaw, se trabaja en las adaptaciones con base en los requerimientos del cliente. En algunas ocasiones el cliente participa de manera activa en el diseño de su producto, tal es el caso de Toyota con el Centro Técnico de Delphi en Japón, para el diseño de las cajas de dirección. Cuando el diseño está listo, se envía toda la información al área de manufactura quien define cómo y dónde se va a fabricar el producto, cuánto cuesta, horas estándar, la maquinaria, el equipo, los proveedores, etc.

Con base en la información que se tiene sobre el producto se define la planta donde éste va a ser manufacturado y ensamblado. Cuando el producto es trasladado a la planta responsable, la relación entre el cliente y los ingenieros responsables del producto, en las

---

<sup>35</sup> El personal de marketing hace laboratorios para mostrarle al cliente los nuevos productos y para saber cuánto estaría dispuesto a pagar y si le interesa o no.

<sup>36</sup> Entrevista con el Director del grupo de Desarrollo de Productos del MTC-Saginaw (2002)

<sup>37</sup> Para las cajas de direcciones generalmente es el Centro de Ingeniería de Michigan.

plantas, es directa y muy estrecha. Al cliente se le entrega el producto y si hay algún problema Delphi debe responder. Por ejemplo, hay un problema de ruido en el sistema del automóvil, entonces se le cambia la parte, si esto no funciona, entonces se recurre al grupo de ingenieros especializados en técnicas de solución de grandes problemas. Ellos utilizan las técnicas de *Taguchi*, de *Shainin*,<sup>38</sup> 6 sigma (que inició Motorola), con el fin de identificar el problema y darle las posibles soluciones.<sup>39</sup>

En este sentido, se puede afirmar que en el sector automotriz la relación entre el cliente (la ensambladora) y su proveedor (empresa de autopartes) es vital, y el buen funcionamiento de esta relación garantiza la continuidad del proveedor en este sector. Así, la relación con el cliente es una actividad que se vio fuertemente estimulada con los cambios que se dieron entre la etapa I y la etapa II.

### ***c) Vínculos con Centros de Educación y otras Instituciones***

En la etapa II las plantas de Querétaro han trabajado con Centros Educativos donde se forman técnicos medios, asimismo, se ha trabajado con la Universidad Tecnológica de Querétaro y con el Tec de Monterrey, para formación e intercambio de estudiantes residentes. Estos institutos y universidades han abierto la puerta para desarrollar técnicos y realizar residencias de docencia en las plantas. El único requerimiento es que los estudiantes sean de tiempo completo y que se ajusten a las operaciones de producción o a las actividades que se les impongan con la responsabilidad que se requiere. Así, las plantas cuentan con ingenieros industriales e ingenieros de manufactura que llevan a cabo sus prácticas profesionales. Se tienen algunos casos en los cuales los estudiantes en práctica han sido contratados como ingenieros de planta, por ejemplo, en el área de manufactura cuatro de los líderes de producción son egresados de la Universidad Tecnológica de Querétaro. En este contexto se puede afirmar que la relación plantas-universidad funciona bastante bien, puesto que se ha constituido en una vía de reclutamiento para las plantas y una vía de proyección para los ingenieros de las universidades.

---

<sup>38</sup> En las plantas de Querétaro existen varios *sensei* o maestros en *Shainin* que han recibido una fuerte capacitación.

<sup>39</sup> Director de Operaciones Saginaw-México (2002)

Las plantas también han establecido relación con el Centro de Educación Tecnológica (CECATI), y se ha participado en el comité de vinculación. Este centro inició, en el año 2002, en la ciudad de Querétaro la carrera de mecatrónica y de técnico medio con el apoyo de las plantas. Esta relación se dio a través de los ingenieros de las plantas que colaboran en la valoración de las carreras propicias para la industria, interactuando con el grupo que diseña las materias con el fin de que no se pierda el contacto con la realidad y con lo que se necesita en el mercado laboral del sector. En cuanto a la relación con los centros públicos de investigación como el Ciateq,<sup>40</sup> por el contrario, no ha sido cercana.

En conclusión, si se tiene en cuenta que el negocio de caja de dirección no tiene las actividades de diseño, I+D y de desarrollo de productos en Delphi-México, se puede afirmar que no se tienen vinculaciones con otras instituciones para desarrollar actividades relacionadas con nuevos productos enfocados específicamente a este negocio. Por lo tanto, se considera que el negocio de la caja de dirección solo ha alcanzado capacidades tecnológicas innovadoras básicas en esta segunda etapa.

### ***C.2 Actividades de Vinculación Interna (Relación intra empresa)***

La relación que tiene el MTC con el Centro Técnico de Saginaw en Michigan, es estrecha, debido a los negocios que se tienen en común. Esta relación involucra diferentes tipos de interacciones y a diferentes niveles, entre ellas el desarrollo de tecnologías (grupos de avanzada), responsabilidad por el diseño de los productos, entre otras tal como se presentó en la figura 9.5. Asimismo, existen relaciones e interacciones con plantas de ensamble y manufactura ubicadas en otras partes del mundo.

Existen negocios para los cuales el MTC-Saginaw es el centro de diseño y por lo tanto el responsable de los cambios o modificaciones que se realicen en el producto (un ejemplo, es el negocio de la flecha intermedia del sistema de dirección).<sup>41</sup> Algunos de estos negocios se ensamblan y/o manufacturan en Alabama y Michigan (EEUU); en Italia, en India, en

<sup>40</sup> Centro de Investigación Tecnológica del Estado de Querétaro

<sup>41</sup> Cada viernes los ingenieros del MTC tienen una reunión con el personal de las plantas de Querétaro para revisar todos los problemas que se tienen con los productos, de los cuales el MTC tiene el control. En estas reuniones se hacen acuerdos sobre la manufactura de estos productos. El ingeniero de producto (Larry Perea) responsable de las modificaciones al diseño de la flecha intermedia está en el MTC Saginaw y las plantas trabajan estrechamente con él. El grupo de la flecha intermedia es muy fuerte en el MTC.

Alemania, en España y en otras partes del mundo.<sup>42</sup> Al año 2002, el MTC no había diseñado ningún producto que estuviera en producción en las plantas de Querétaro, pero ya se estaban desarrollando a futuro algunos proyectos en esa línea. El MTC Saginaw tiene la responsabilidad de manufactura de algunos negocios que se producen en las plantas de Querétaro. Por ejemplo, el negocio de las cajas de dirección, tanto hidráulicas como manuales, y de algunas columnas de dirección. Muchos de los productos que se hacen en las plantas de Querétaro ya tienen una historia, esto significa que son productos que fueron trasladados de EEUU.

En este sentido, es importante decir que el Centro de Ingeniería de Saginaw en Michigan, todavía es el responsable del producto y del proceso de la cremallera<sup>43</sup> y de la columna que se producen en distintas partes del mundo incluyendo a México.<sup>44</sup> La responsabilidad del producto más avanzado que se manufactura en Querétaro, denominado *Quadrasteer*, está en el Centro de Ingeniería en Michigan. En este Centro se tiene el desarrollo tecnológico para este producto, el cual hace parte de un proyecto que se traía de mucho tiempo atrás.

El MTC le da el apoyo a las plantas que ensamblan y/o manufacturan sus productos, para hacer corridas de PPAP de producción. Cuando se lleva un negocio nuevo a las plantas, se instalan los equipos, se hacen corridas de prueba, las corridas piloto; se les da apoyo a los ingenieros de las plantas, se trabaja en conjunto y se busca tener una buena comunicación. En cuanto a los negocios cuya responsabilidad está en otros centros técnicos el MTC hace la interfase para que la información fluya rápidamente. Asimismo, las plantas ofrecen un gran apoyo a los ingenieros del MTC para el proceso de diseño, pues ellos colaboran con sus experiencias para que el diseño del nuevo producto cumpla con las especificaciones necesarias para evitar contratiempos en el escalamiento y puesta en marcha dentro de la planta.

---

<sup>42</sup> Se está planeando traer un nuevo producto para que sea diseñado en el MTC-Saginaw, un poco más complejo que los que se tienen. En el 2002 se está haciendo la prueba piloto para saber qué va a pasar con este proyecto.

<sup>43</sup> El diseño de la cremallera se encuentra en el Centro de Ingeniería Saginaw en EEUU, pero el ingeniero de producto (Rafael Andere) responsable de la modificación o mejora al producto se encuentra en el MTC.

<sup>44</sup> De ahí que las plantas de Querétaro tengan un fuerte vínculo con el Centro de Ingeniería Saginaw en EEUU.



Las relaciones entre las divisiones de Delphi, eran al año 2002, más frecuentes que unos años atrás. Un ejemplo de relación entre divisiones se dio en el desarrollo de sensores para el sistema de dirección. Anteriormente no existían sensores con la fidelidad necesaria para hacer parte del sistema de dirección, lo que hizo necesario trabajar en su desarrollo al nivel de tecnología. Este desarrollo de sensores se hizo en conjunto con ingenieros de las divisiones de E&C y Saginaw, ya que Saginaw no tiene especialistas en sensores. Como se explicó en el capítulo 8 la división de E&C en Ciudad Juárez tiene los especialistas en sensores a escala mundial para Delphi. Así, estos ingenieros de las dos divisiones están trabajando en nuevos proyectos conjuntos. Asimismo, el MTC-Saginaw tiene ingenieros que son fuertes en electrónica y que se relacionan con otras divisiones de Delphi, tales como Delco.

Las relaciones que se dan entre las plantas de Querétaro y otras plantas de Saginaw a escala mundial es básicamente para competir por los negocios que asigna el *Business Team* y como clientes internos.<sup>45</sup> No se conoció ningún caso de cooperación entre las plantas, excepto la relación que se da entre las plantas que están en Querétaro y Ciudad Juárez, México. En cuanto a la relación de las plantas con el Corporativo, al igual que lo explicado en la sección 8.2.3.2, literal C2 del capítulo 8 de esta tesis, no es una relación directa, pero las plantas deben cumplir con los lineamientos y políticas trazadas por los directivos que conforman el Corporativo. La relación entre las plantas de Saginaw en México y otras divisiones no fue detectada.

Finalmente, se puede afirmar que con la instalación del MTC en Ciudad Juárez y con las nuevas estrategias del Corporativo, en la etapa II, la vinculación interna ha sido fuertemente estimulada, de ahí que se haya pasado de capacidades operativas básicas a innovadoras intermedias.

### ***C.3 Actividades relacionadas con la Modificación de Equipo***

Los equipos que se utilizan para llevar a cabo los procesos de manufactura y ensamble se cotizan en todo el mundo. En las plantas de Delphi-México se pueden encontrar equipos de origen japonés, alemán, australiano y canadiense, pero principalmente se tienen equipos

---

<sup>45</sup> Las plantas de México les envían componentes para diferentes partes del sistema de dirección y viceversa.

estadounidenses, debido a que Delphi está más familiarizada con los proveedores y los equipos de este país. La adquisición de los equipos la realiza generalmente el MTC o el centro técnico responsable del negocio, así que el primer contacto con los proveedores de equipos se hace a través del centro técnico y no de las plantas de producción. En las plantas de Querétaro se han desarrollado pequeños equipos por parte de los ingenieros mexicanos, los cuales han dado buenos resultados cuando se aplican en el proceso productivo.

- *Modificación del equipo para mejorar el desempeño del proceso productivo*

Esta actividad se lleva a cabo con bastante frecuencia, especialmente en las plantas. Así, los ingenieros han logrado adaptar y en ocasiones rediseñar los equipos que impactan de manera importante el proceso de producción. Estas modificaciones están encaminadas especialmente a la disminución de desperdicios, a mejorar la seguridad de los operarios, a mejorar la calidad del producto, entre otras, que redundan en menores costos para la empresa.

Tal como lo presentado para el caso de la línea de negocio de sensores y actuadores las modificaciones en los equipos se dan en diferentes circunstancias. Generalmente se recurre a los proveedores de equipos genéricos, en otras ocasiones se construyen en el MTC o centro técnico responsable del producto, y en otras se recurre al trabajo en conjunto entre el proveedor y el centro técnico. A medida que se adquiere más experiencia en las actividades de diseño y de producción las posibilidades para modificar y mejorar los equipos y la maquinaria aumentan y se manifiestan en instrumentos de prevención de errores y de seguridad para el operario, como los *poka yokes* en los equipos.<sup>46</sup>

La actividad de mejoramiento de los equipos está fuertemente estimulada por la implantación de los sistemas de calidad y mejora continua y la capacitación del personal encargado de la producción y especialmente del mantenimiento del equipo. En este sentido, es importante mencionar que generalmente 7 de cada 10 equipos se deben modificar para adecuarlos y realizarles mejoras.<sup>47</sup>

---

<sup>46</sup> Para conocer más detalles de esta mejora se sugiere revisar la sección 8.2.2.1 del capítulo 8.

<sup>47</sup> Entrevista con el Coordinador de Mantenimiento Preventivo y Predictivo, Querétaro (2003)

- Mantenimiento del equipo

El mantenimiento del equipo es una actividad muy importante para llevar a cabo el proceso de producción de una manera exitosa. Las fallas en los equipos ocasionan pérdidas de gran envergadura, especialmente, en procesos con mucho volumen como es el caso de la industria de autopartes.

En las plantas de Querétaro, se llevan a cabo actividades relacionadas con el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo para los equipos y las máquinas. Estos tipos de mantenimiento son responsabilidad del área a la cual están adscritos ingenieros y técnicos capacitados y con experiencia para garantizar el buen funcionamiento de los equipos. Esta área de mantenimiento trabaja con programas que permiten hacer un seguimiento cercano de los equipos, reduciendo así problemas en el proceso productivo y pérdidas de materia prima y producto en proceso y final. Al igual que para el caso de las plantas de E&C, los ingenieros de mantenimiento de las plantas de Querétaro no requieren de autorización del MTC ni del cliente para modificar una herramienta, modificar parámetros de trabajo de un equipo u otra actividad que no afecte directamente el producto.

Las actividades de modificación de equipo se vieron estimuladas a partir del cambio de los equipos y la maquinaria en general, que se dio con la instalación de actividades de producción con mayor exigencia y complejidad a mediados de los años noventa. El traslado de productos y procesos de mayor nivel tecnológico obligó a Delphi-Saginaw a invertir en inducción y capacitación de ingenieros y operarios que no estaban acostumbrados con el manejo de los equipos, lo que originó nuevas experiencias y con el tiempo mayores capacidades para realizar modificaciones. Así, para la segunda etapa de análisis, se avanzó de manera importante en las actividades relacionadas con modificación de equipo. En la etapa I, como se explicó anteriormente, solo se tenían capacidades operativas básicas que les permitía obtener el ensamble de la caja de dirección y las juntas homocinéticas. En la etapa II, esta situación cambió significativamente con el cambio de estrategia de la división de Delphi-Saginaw y la instalación de la planta 65 en Querétaro con tecnología denominada de punta para ese momento.

En conclusión, en esta función técnica de soporte se han alcanzado capacidades innovadoras básicas en la Vinculación Externa e intermedias en Vinculación Interna y en Modificación de Equipo.

### 9.2.2.3 Evaluación de la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas etapa II

En la tabla 9.4 se muestra el nivel de capacidades tecnológicas alcanzado en todas las funciones técnicas y el cálculo de la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas para el negocio de la Caja de dirección en la Etapa II.

**Tabla 9.4 Valoración cualitativa de capacidades tecnológicas del negocio de la Caja de dirección para la etapa II. Ensamble complejo de productos**

Nivel de Capacidades Tecnológicas	Función Técnica de Inversión		Función Técnica de Producción		Función Técnica de Soporte			Total
	<i>Toma de Decisiones y Control</i>	<i>Preparación y Ejecución del Proyecto</i>	<i>Centrada en los Procesos y la Org. de la Producción</i>	<i>Centrada en el Producto</i>	<i>Vinculación Externa</i>	<i>Vinculación Interna</i>	<i>Modificación de Equipo</i>	
Capacidades Operativas Básicas								
Capacidades Innovadoras Básicas				0.40	0.20			
Capacidades Innovadoras Intermedias	0.45	0.45	0.60			0.30	0.30	
Capacidades Innovadoras Avanzadas								
<b>Total</b>	<b>0.45</b>	<b>0.45</b>	<b>0.60</b>	<b>0.40</b>	<b>0.20</b>	<b>0.30</b>	<b>0.30</b>	<b>2.7</b>

Fuente: Elaboración propia empleando la valoración cualitativa de capacidades tecnológicas (2003)

En la etapa II se observa la importancia que tuvo el cambio de estrategia de la División Saginaw y la instalación del MTC en Ciudad Juárez en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas del negocio de la caja de dirección. Así, la acumulación de capacidades innovadoras en las diferentes funciones técnicas para la etapa II es notoria comparada con la primera etapa, en la que solo se tenían capacidades operativas básicas. Sin embargo, este proceso de acumulación de capacidades tecnológicas, tal como el obtenido para la línea de negocio de sensores y actuadores, no ha sido uniforme ni homogéneo, tal como se observa en la tabla 9.4. Así, la valoración cualitativa que se utiliza para explicar de una forma numérica el avance del negocio de la caja de dirección en

México, muestra un valor de 2.7 para la etapa II, frente al 1.0 alcanzado en la primera etapa, con lo cual se muestra que se acumuló, de manera importante en este negocio en México, en los últimos años del análisis.

### 9.3 Conclusión de capítulo

En este capítulo se identificaron las principales actividades que se realizan en el negocio de la caja de dirección del sistema de dirección de la división Saginaw de la empresa Delphi Corp. en México. Estas actividades han permitido generar capacidades tecnológicas en diferentes niveles de acumulación a través las etapas analizadas. A continuación se presenta la tabla 9.5 que resume las dos etapas de evolución del negocio estudiado.

**Tabla 9.5 Resumen de la evolución de las dos etapas para el negocio de la caja de dirección de Delphi Saginaw**

Ensamble y manufactura simple de productos 1984-1995	Ensamble complejo de productos 1996-2002
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble simple de componentes (1er negocio: caja de dirección) y procesos de manufactura sencillos (soldadura manual)</li> <li>• Coinversión</li> <li>• Pocos productos</li> <li>• Ingeniería básica de procesos</li> <li>• Vinculación mínima con el entorno regional</li> <li>• Gerentes estadounidenses</li> <li>• Capacidades tecnológicas operativas básicas en todas las funciones</li> </ul> <p>Valoración cualitativa de capacidades: 1.0</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble complejo de componentes y procesos de manufactura más complejos.</li> <li>• Varios tipos de productos</li> <li>• Ingeniería de procesos de ensamble</li> <li>• Organización de la producción:</li> <li>• Desarrollo de gerentes mexicanos</li> <li>• Controles estadísticos</li> <li>• Proveedores globales</li> <li>• Creación del MTC y desarrollo incipiente de capacidades de diseño de nuevos productos</li> <li>• Interacción entre plantas – MTC</li> <li>• En Querétaro se toman algunas decisiones (ej. Proveedores de materiales directos e indirectos para las plantas).</li> <li>• Proveedores globales, pocos proveedores nacionales</li> <li>• Ensamble complejo de componentes y subsistemas</li> <li>• Procesos de manufactura complejos y manufactura de piezas sencillas para equipos de prueba y productos</li> <li>• <i>Lean manufacturing</i> (1998)</li> <li>• Mejoramiento de la calidad a través de la mejora continua, 6 sigma, <i>shaining</i>, etc.</li> <li>• Controles de calidad con documentación PPAP (<i>Production Parts Approval Process</i>)</li> <li>• Gerentes mexicanos en puestos clave</li> <li>• Baja vinculación con el entorno local y regional</li> <li>• Capacidades tecnológicas innovadoras básicas e intermedias</li> </ul> <p>Valoración cualitativa de capacidades Caja de dirección: 2.7</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas (2003)

En la tabla 9.6 se presentan las capacidades tecnológicas alcanzadas por el negocio de la caja de dirección estudiado en el presente capítulo. Asimismo, se presenta la valoración cualitativa de capacidades que permite cuantificar el nivel de acumulación de capacidades en cada etapa para dicho negocio.

**Tabla 9.6 Matriz de capacidades tecnológicas para el negocio de la caja de dirección en Delphi -México por etapa de acumulación**

Etapas	Valora ción cualita tiva	Función Técnica de Inversión		Función Técnica de Producción		Función Técnica de Soporte		
		Toma de Decisiones y Control	Preparación y ejecución del proyecto	Centradas en Proceso y Org. de la Producción	Centradas en el Producto	Vinculación Externa	Vinculación Interna	Modificación de Equipo
1. Ensamble y manufac. simple de productos 1984-1995	1.0	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas
2. Ensamble complejo de productos 1996-2002	2.7	Innovadoras Intermedias	Innovadoras Intermedias	Innovadoras Intermedias	Innovadoras Básicas	Innovadoras Básicas	Innovadoras Intermedias	Innovadoras Intermedias

Fuente: Elaboración propia a partir de Dutrénit, Vera-Cruz, Arias, Avendaño, Gil, Sampedro, Uriostegui (2002)

Si se observan las tablas 9.5 y 9.6, en la primera etapa que es de aproximadamente once años, la empresa sólo logró acumular capacidades operativas básicas, lo que le permitía cumplir con lo que se requería para el proceso de ensamble de la caja de dirección con las juntas homocinéticas. Pero a partir de la segunda etapa se da un proceso de acumulación de capacidades de acelerado crecimiento propiciado por la estrategia de la división Saginaw a escala mundial. Durante un período de aproximadamente seis años se logran construir y acumular capacidades que implican cambio técnico y que le dan un vuelco competitivo a este negocio en México. Así, el negocio de la caja de dirección de Delphi-México pasó de tener capacidades operativas básicas a capacidades innovadoras básicas e intermedias en algunas funciones técnicas. Asimismo, se pudo analizar que este proceso de acumulación no ha sido homogéneo ni continuo, porque se hacen actividades de diferente complejidad tecnológica que requieren mayores o menores capacidades locales.

El proceso de acumulación de estas capacidades tecnológicas ha contado, para su relativa rápida evolución, con la toma de decisiones estratégicas de los directivos de la División y

del Corporativo que han influido de manera importante en este proceso. Aunado a lo anterior, las exigencias cada vez más demandantes por parte de las ensambladoras han hecho que las plantas tengan que llevar a cabo su propia dinámica, que les permite 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 difícil y exigente.

En este contexto es importante resaltar que desde finales del año 2002 los directivos de las plantas de Querétaro estuvieron tras la idea de poder influenciar la decisión de los directivos de la división Saginaw en EEUU para atraer proyectos nuevos a México, lo cual se logró a mediados del año 2003. “Este ha sido un gran paso en la evolución de estas plantas, ya que esto le va a permitir en el futuro próximo tener un papel más protagónico en la toma de decisiones sobre los proyectos.”<sup>48</sup> Lo anterior, fue posible a partir de la invitación que se hizo a los ingenieros del *Business Team* para que conocieran de cerca el nivel de resultados de este sitio de manufactura denominado plantas 65 y 66 de Querétaro. Estos ingenieros del *Business Team* pudieron constatar cómo se han estado dando los resultados en cuanto a quejas del cliente, rechazos internos, desechos, rentabilidad histórica del negocio, el desempeño con los clientes más importantes y demandantes, entre otros temas.

Así como en el caso de la línea de sensores y actuadores, es importante destacar el papel que ha jugado el MTC en este proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en la etapa II, para el negocio de la caja de dirección. Si bien en el MTC no se tienen actividades de diseño original para este producto, este centro técnico sirve de mediador en las modificaciones que se realizan al diseño original de algunos tipos de caja de dirección que fueron elaborados en el Centro Técnico de Michigan, con lo cual se consolida el apoyo para actividades de mayor demanda tecnológica. De ahí que se haya logrado alcanzar capacidades tecnológicas innovadoras para todas las funciones técnicas analizadas para el negocio de la caja de dirección.

---

<sup>48</sup> Gerente planta 65 Querétaro (2003)

## **Capítulo 10. Las capacidades tecnológicas innovadoras en el negocio de la Flecha Intermedia del sistema de dirección de la división *Saginaw Steering Systems***

En este capítulo se analizan las capacidades tecnológicas innovadoras relacionadas con las actividades de diseño alcanzadas por el negocio de la Flecha Intermedia (*Intermediate Shafts*) del Sistema de Dirección de la División de *Saginaw Steering Systems de Delphi Corp.* La elección de este negocio obedece a la necesidad de hacer un análisis comparativo con la línea de negocios de sensores y actuadores de la división de E&C en México, en términos de las actividades de diseño llevadas a cabo en el MTC-Saginaw. Lo anterior se basa en el hecho de que este negocio tiene el diseño de producto para el mundo en el MTC, al igual que la línea de negocios de sensores y actuadores. Así, el capítulo está compuesto por tres secciones: i) se hace una descripción técnica del negocio; ii) se analizan las capacidades innovadoras relacionadas con las actividades de diseño alcanzadas por el negocio de la flecha intermedia; y iii) se presenta la conclusión del capítulo.

### ***10.1 Descripción técnica del negocio***

Con el fin de no repetir información, en el presente capítulo se hará referencia a gran parte de los aspectos presentados en el capítulo 9, puesto que los dos negocios estudiados en los capítulos 9 y 10 pertenecen a la división Saginaw y comparten muchas de las características y de las actividades que se analizan en la presente tesis. Así, el negocio de la flecha intermedia está inscrito en la línea de negocio de *Columns and Intermediate Shafts*, tal como se muestra en la tabla 9.1 del capítulo 9.

Al igual que para el negocio de la caja de dirección, la evidencia empírica recolectada para el negocio de la flecha intermedia fue producto de las entrevistas realizadas al personal en el MTC y en las plantas de Querétaro (ver sección 9.2 del capítulo 9).

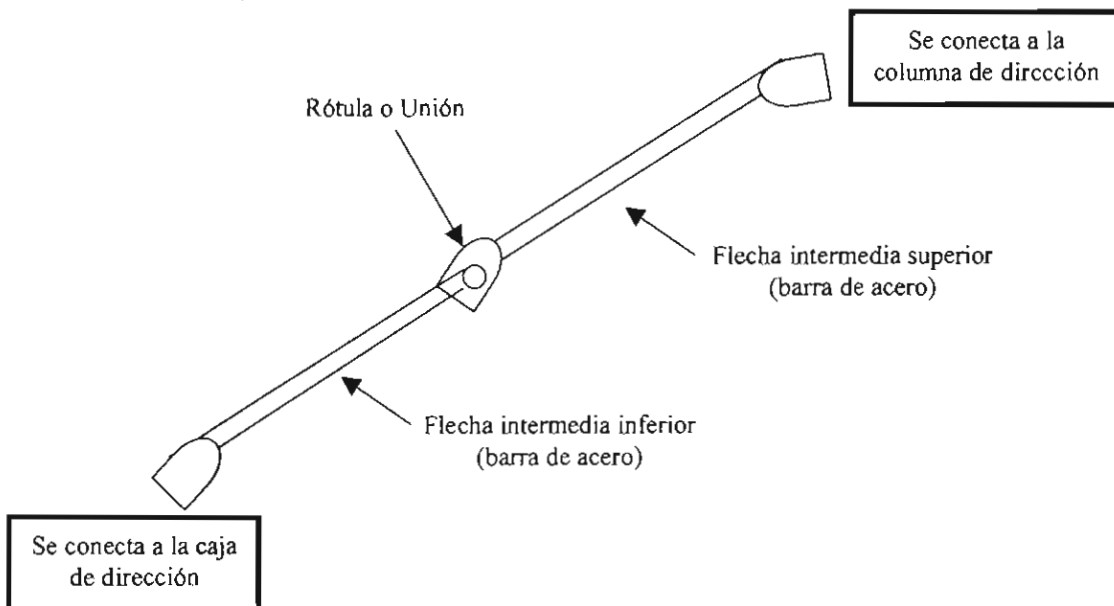
### ***La flecha intermedia***

Como se mostró en la figura 9.1 del capítulo 9, la flecha intermedia del sistema de dirección es una de las tres partes importantes que conforman este sistema. La flecha intermedia es un mecanismo compuesto por dos barras de acero que están unidas a través de unas rótulas, también fabricadas en acero. Estas dos partes reciben el nombre de flecha



intermedia superior e inferior. Este mecanismo es el que hace la unión entre la caja de dirección y la columna en el sistema de dirección (ver figura 10.1).

**Figura 10.1 Flecha intermedia del Sistema de Direcciones**



Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas (2002)

### ***Actividades de Diseño***

Por estrategia corporativa de Delphi-Saginaw todas las partes de los sistemas de dirección se diseñaban y desarrollaban en EEUU, país donde los ingenieros trabajaban en hacer ensayos para que éstos no fallaran, se trabajaba en el control del sistema y de las partes. Por estrategia de mercado, en México se fabricaban y ensamblaban las partes (pero no el sistema completo) y posteriormente se enviaban al lugar que previamente se había definido dentro de las estrategias de negocio por parte del *Business Team*.<sup>1</sup> Lo anterior se hacía así, debido a que era más fácil transportar las partes de forma separada, que transportar el sistema completo considerando los altos costos que se generaban.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estas estrategias de negocio obedecen a estrategias de diseño, de ensamble y de economía. En este sentido, es importante mencionar que Delphi-Saginaw tiene una gama extensa y diversa de negocios, por lo cual el nivel de ensamble depende de cada producto y de la naturaleza de los insumos o de las partes que se puedan ir incorporando.

<sup>2</sup> Es más fácil ensamblar cada una de las partes en el automóvil directamente, o en una secuenciadora, que ensamblar todo el sistema de dirección en las plantas de Delphi, ya que es muy grande. Además, cuando se tiene todo el sistema ensamblado es muy difícil detectar fallas.

La estrategia de diseño anterior cambió a mediados de los años noventa, cuando se instala el MTC en Ciudad Juárez.<sup>3</sup> Así, a partir del año 1996, el MTC-Saginaw asumió la responsabilidad del diseño para el mundo de la flecha intermedia (*Intermediate Shafts*) del sistema de dirección y los ingenieros del MTC se enfocaron al diseño de las partes más que a los sistemas. La responsabilidad sobre el diseño de producto en el MTC, empezó como una prueba piloto que consistió en realizar el diseño de una parte del sistema de dirección, en la cual se tuvieron buenos resultados desde el diseño hasta la producción. Con base en lo anterior, la directiva de Delphi-Saginaw tomó la decisión estratégica de trasladar a México el diseño de la flecha intermedia, y por lo tanto, a los expertos en esta parte del sistema de dirección para que se convirtieran en mentores de los ingenieros nuevos, especialmente mexicanos, y formar una masa crítica de especialistas capaces de hacer el diseño en este tipo de producto.<sup>4</sup> Para el Director del grupo de Desarrollo de Productos de Saginaw “no tenía sentido tener expertos e ingenieros muy especializados, en un mismo conocimiento, en diferentes partes del mundo.” El costo fue un elemento importante, porque en Ciudad Juárez se tenía una ingeniería más barata. Este proceso tomó aproximadamente dos años y con ello le dieron la posibilidad al MTC de competir mundialmente.

Por lo tanto, una razón para que el MTC-Saginaw esté en México y no en otro lugar se basa, principalmente, en la necesidad de crecer globalmente y transferir tecnología. La transferencia de tecnología es vista como un elemento muy importante para tener competencias y éxito en el mercado. Para el Director del Grupo de Desarrollo de Productos, “esta transferencia se hace a través de ingenieros que saben y pueden entrenar y enseñar a otros, ya que la única manera de hacer una transferencia de tecnología con éxito es a través de la gente.” En este sentido la transferencia de tecnología de proceso y producto a México es menos costosa, requiere menos tiempo y es más fácil de hacerla que en otro lugar porque se tienen los elementos necesarios: los mentores estadounidenses y los ingenieros bien formados en la zona fronteriza con salarios competitivos.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> En el año 1996 se trabaja conjuntamente en el cambio de la estrategia de manufactura de Saginaw y en el plan para instalar el centro técnico Saginaw en México: MTC-Saginaw.

<sup>4</sup> Para el Gerente de Planta 65 la transferencia de conocimiento en el MTC en cuanto a las flechas intermedias de los ingenieros extranjeros a los ingenieros mexicanos ha sido muy buena. Considera que en las plantas de Querétaro hay algunos ejemplos de ingenieros con mucho conocimiento el cual debería ser capitalizado por el MTC.

<sup>5</sup> Director del grupo de Desarrollo de Productos de MTC-Saginaw (2002)

Otra razón importante para trasladar el diseño de la flecha intermedia a México, así como la manufactura, fue el cliente. GM-México tenía mucho interés por hacer conexiones de proveeduría dentro del país. De ahí que las ensambladoras estuvieran y estén siempre impulsando a sus proveedores para instalar plantas en México.<sup>6</sup> En este sentido, es importante decir que la integración nacional, promovida por el gobierno mexicano, permitía a las ensambladoras beneficiarse en cuanto a reducción de impuestos por comprar a empresas instaladas en el país.<sup>7</sup> Asimismo, esta estrategia les daba una mayor capacidad de negociación con el gobierno para obtener beneficios, con el fin de reducir sus costos de operación en el país.<sup>8</sup>

En este contexto, vale la pena resaltar que históricamente el control del diseño del automóvil no se había ubicado en México. Este diseño generalmente se había concentrado en EEUU, Japón, Alemania y otros países, por lo tanto se consideraba que no era necesario tener ingenieros especializados en México. Desde hace unos años esta tendencia ha ido cambiando lentamente, un ejemplo de este cambio es el proyecto de GM en Toluca (involucra a Chrysler, Nissan y Renault), que está permitiendo tener mayor responsabilidad de diseño para el automóvil en México. Con este proyecto se busca que las empresas proveedoras de autopartes tengan el diseño, el desarrollo y las plantas que ensamblan y manufacturan sus productos cerca del cliente. De acuerdo con los directivos de Delphi-Saginaw esta nueva situación es importante porque puede permitir una mejor interacción entre el diseño que hacen las ensambladoras de automóviles y el diseño que hacen las proveedoras de autopartes en México.<sup>9</sup> Así, para el Director del grupo de Desarrollo de Productos del MTC-Saginaw “un cliente como GM va a preferir hablar de negocios con un proveedor de autopartes como Delphi Corp., que tiene diseño, desarrollo y plantas en México que con otro proveedor que carece de estos elementos.”

Retomando el tema del MTC, los ingenieros del MTC-Saginaw trabajaron enfocados en el diseño de las partes por más de cinco años. A raíz de los cambios en la estrategia corporativa, a mediados del año 2002, esta tendencia fue cambiando, haciendo que ya no

---

<sup>6</sup> Director del grupo de Desarrollo de Productos de MTC-Saginaw (2002)

<sup>7</sup> La reducción de impuestos se daba por la integración nacional y por el tipo de producto que se estaba fabricando.

<sup>8</sup> Entrevista Superintendente de Calidad Plantas 65 y 66 Querétaro (2003)

<sup>9</sup> Entrevista Director del grupo de Desarrollo de Productos de MTC-Saginaw (2002)

solo se diseñaran las partes de forma separada, sino que se trabajaran en diseños integrales, como un sistema. Lo anterior obedeció a las nuevas tendencias del mercado, pues en el futuro próximo se van a tener muchos vehículos que poseen sistema de dirección electrónico así como otros tipos de sistemas que tendrán que estar integrados desde su concepción. “De ahí que esto afecte directamente a los técnicos e ingenieros que trabajan en desarrollo de productos en todo Delphi, ya que esto exigirá un trabajo cada vez más en conjunto.”<sup>10</sup> Así, para el año 2002, el MTC-Saginaw estaba trabajando en el diseño de un nuevo sistema de dirección electrónica: *Gear*. Este sistema es muy diferente al sistema tradicional que se viene utilizando para los automóviles. Debido a los avances en sensores y en controles, ya se tienen en el mercado sistemas de dirección que no necesitan aceite.<sup>11</sup> Esto hace que el automóvil tenga mejor presencia y no se afecte al medio ambiente: “no hay aceite tirado en la calle ni hay necesidad de cambiarlo.”<sup>12</sup>

El diseño de cada producto en Delphi es responsabilidad de un grupo particular de diseño que puede estar ubicado en los diferentes Centros Técnicos en cualquier lugar del mundo. Por ejemplo, la gran mayoría de los diseños originales de la flecha intermedia que se producían en Querétaro (México), al 2002, eran del Centro de Ingeniería de Saginaw en EEUU. Para algunos de estos diseños, el MTC estaba encargado de realizar las modificaciones, ya que contaba con los ingenieros especializados en este producto. El MTC-Saginaw contaba con un diseño original de flecha intermedia que se producía, al año 2002, en la planta de Cádiz, España.<sup>13</sup> Los diseños de las partes del sistema de dirección hidráulico eran responsabilidad del Centro de Ingeniería de EEUU, en Michigan, a excepción del diseño de las partes que componen el sistema de dirección manual y de las partes de un solo modelo de sistema de dirección hidráulico cuya responsabilidad es de uno

<sup>10</sup> Director del grupo de Desarrollo de Productos de MTC-Saginaw (2002)

<sup>11</sup> La ciencia de sensores por ejemplo es algo que requiere de mucha investigación debido a la gran fidelidad que se necesita para que estos dispositivos trabajen correctamente. Por lo tanto, no es suficiente con desarrollar los componentes, hay que desarrollar el software y los algoritmos que permitan prevenir y asegurar que el sistema no va a tener ningún tipo de falla que implique un accidente o pérdida de control del vehículo.

<sup>12</sup> Director del grupo de Desarrollo de Productos de Saginaw (2002)

<sup>13</sup> Para el Director del grupo de Desarrollo de Productos de MTC-Saginaw, no importa dónde se encuentra la planta que manufactura. No hay ninguna conexión entre tener el centro técnico o de ingeniería en el mismo sitio que la planta de ensamble o manufactura, al menos para este producto del sistema de dirección. En Cádiz se encuentra la infraestructura y el conocimiento necesario para la fabricación de la flecha, es por esta razón que se produce ahí. La inversión en capital necesario para la fabricación de la flecha intermedia es muy alto debido al tipo de equipo que se requiere.

de los grupos de diseño del MTC.<sup>14</sup> La responsabilidad en los diseños y las modificaciones de los mismos, en la gran mayoría de los modelos para caja de dirección, la sigue teniendo el Centro de Ingeniería de Saginaw-Michigan. Lo mismo ocurre para el caso de las válvulas, las columnas, algunos tipos de flechas intermedias y juntas homocinéticas (*half shafts*), entre otros productos. El MTC, tenía al 2002, la responsabilidad de hacer las modificaciones y mejoras al diseño de la caja de dirección para los automóviles Cavalier y Chevy aunque su diseño original fue hecho en EEUU. Así, cuando hay problemas con alguno de estos dos productos, los ingenieros del MTC van a la planta para hacer pruebas, modificar y dar soluciones. Asimismo, para el año 2002 se estaba evaluando el proyecto para trasladar al MTC el diseño original del producto denominado columna.

Las fases que se llevan a cabo en el MTC-Saginaw son PDP para aplicación, ADP para desarrollo y TDP que se hace en EEUU, como se describió en la sección 7.2 del capítulo 7. El MTC-Saginaw como parte de sus actividades de ingeniería para producción (PDP) tiene una buena y estrecha relación con las plantas de Querétaro y Cádiz (España), las cuales ensamblan y manufacturan algunos modelos de flecha intermedia. Esto se hace con el fin de conocer los problemas y tenerlos en cuenta al diseñar un nuevo producto, por las tolerancias, requerimientos y mayores costos, etc. Así, el grupo de ingeniería de producto del MTC diseña las partes de los sistemas que son su responsabilidad e interactúa con los ingenieros de manufactura del mismo MTC, quienes se encargan de desarrollar el proceso de manufactura y el proceso de fabricación (máquinas, operaciones, herramientas, etc.). Estas partes pueden estar destinadas para ser producidas en diferentes plantas en el mundo, no necesariamente en las plantas de México, de acuerdo con la estrategia de la empresa global.

En el caso de la flecha intermedia, el ingeniero de producto de la planta 66 tiene una fuerte interacción con el ingeniero de producto del MTC, el cual es el responsable del diseño y las modificaciones que se realizan. En este sentido es importante decir que las plantas en México tienen un sólido apoyo, tanto del MTC como del Centro de Ingeniería de Michigan,

---

<sup>14</sup> Estos sistemas de dirección, tanto el manual como el hidráulico, hacen parte de las líneas de negocio presentadas en la tabla 9.1 del capítulo 9.

para sus negocios.<sup>15</sup> De ahí que se hayan trasladado negocios a las plantas de Querétaro, que ya estaban en la cartera de productos de Delphi en algún otro lugar. El MTC hace las adaptaciones de diseño de esos productos, da soporte, hace mejoras y da asesoría a las plantas.

Con base en lo anterior, es importante destacar que el MTC Saginaw ha logrado consolidar un grupo de diseño que es una mezcla de ingenieros con experiencia e ingenieros que no tienen ninguna experiencia.<sup>16</sup> De acuerdo con algunos directivos de Saginaw, esto es válido en este tipo de grupos ya que es necesario tener muchas ideas, personas con experiencia que digan lo que es posible hacer y personas nuevas que interroguen sobre los “por qué.” En este grupo de diseño se estimula a los ingenieros para que presenten sus ideas sin discriminación, lo que permite incentivar, en especial a los jóvenes, para que hagan nuevas propuestas.<sup>17</sup>

El MTC-Saginaw contaba, a octubre de 2002, con 177 personas de los cuales 13 eran estadounidenses y 164 eran mexicanos.<sup>18</sup> Así, en este grupo se ha definido que la función de los ingenieros estadounidenses con mayor experiencia sea solamente para ser mentores de los jóvenes ingenieros, que sean capaces de guiarlos. De ahí que la meta y el trabajo sea estimular el ambiente para que todo el grupo participe. Lo anterior, contradice la actitud de los gerentes o supervisores mexicanos que no son tan sensibles a esta meta, según el Director del grupo de Desarrollo de Productos de MTC-Saginaw: “...esto se debe al tipo de cultura mexicana, donde el nivel de la persona cuenta mucho y todos esperan la opinión de las personas de mayor nivel dentro de la reunión para asumir una posición. Entonces el grupo del MTC Saginaw busca desaparecer la importancia de los niveles.”<sup>19</sup>

En la figura 10.2 se presenta de manera esquemática el organigrama del MTC-Saginaw, teniendo en cuenta la participación de los mexicanos y los estadounidenses a diferentes niveles.

---

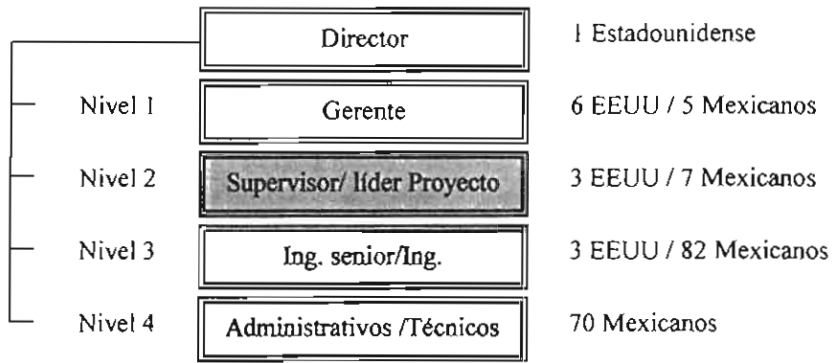
<sup>15</sup> Entrevista Gerente de Planta 66 (2003)

<sup>16</sup> Este grupo integra ingenieros con diferentes niveles de experiencia que va desde uno hasta 20 años.

<sup>17</sup> Director del grupo de Desarrollo de Productos de MTC-Saginaw (2002)

<sup>18</sup> En este dato se incluye todo el personal de la división de Saginaw en el MTC, tanto técnico como administrativo.

<sup>19</sup> Director del grupo de Desarrollo de Productos de Saginaw (2002)

**Figura 10.2 Esquema del organigrama del MTC-Saginaw**

Fuente: Director del grupo de Desarrollo de Productos de Saginaw (2002)

En la figura anterior se observa que a medida que se asciende en los niveles de poder de decisión se reduce el número de mexicanos en los cargos, lo cual confirma la aún fuerte influencia de los directivos estadounidenses en la empresa. La mayor participación de personal mexicano se manifiesta en el número de ingenieros que son los encargados de llevar a cabo las actividades de diseño en el MTC-Saginaw. De este grupo de ingenieros el 80% trabaja con proyectos nuevos que pueden ser para clientes nuevos o clientes antiguos. Los proyectos nuevos (nuevos modelos de automóviles) buscan diseñar algo diferente en el sistema de dirección; mejores costos, calidad, material, seguridad, medio ambiente, etc. Lo que busca la ensambladora es estimular a su cliente, el usuario final del automóvil, para que se decida a cambiar y mejorar comprando un vehículo nuevo. Por lo tanto, los ingenieros del MTC están trabajando todo el tiempo aplicando y rediseñando productos, en especial, aplicando proyectos nuevos.

Se cuenta con un grupo de ingenieros que trabajan con productos estandarizados, o sea productos que ya existen en el mercado, pero que tienen un cliente nuevo. Estos ingenieros, generalmente, tienen mucho trabajo porque el cliente nuevo siempre quiere una opción diferente del producto que está en el mercado. Por ejemplo, un sistema de dirección para el cliente "A" y otro sistema de dirección para el cliente "B" son básicamente lo mismo en su funcionamiento, pero sus especificaciones difieren. Así que el ingeniero de producto del MTC debe desarrollar partes diferentes para cada cliente y para cada programa. Con base en lo anterior, al MTC-Saginaw se le facilita la labor cuando el cliente le da libertad para

diseñar, ya que se utilizan las máquinas y los recursos que se tienen, los materiales que se conocen y la experiencia de los ingenieros.

En el MTC-Saginaw aproximadamente el 10% de los ingenieros trabajaban, al año 2002, en la fase ADP para distintos negocios. Este grupo de ADP estaba constituido por ingenieros titulados, algunos de ellos con maestrías y no se contaba con ningún doctor.<sup>20</sup> En opinión del Director del grupo de Desarrollo de Productos del MTC-Saginaw, “no hay una conexión entre el nivel doctorado y la habilidad para desarrollar un diseño. El nivel de doctorado funciona muy bien en ciencia básica y en desarrollo de tecnología. Lo que se requiere en la fase de desarrollo de producto es que el ingeniero pueda pensar más en cómo aplicar.” En este punto vale la pena resaltar la importancia que tiene el cliente en la estimulación de capacidades de diseño en los centros técnicos. Un ejemplo de lo anterior, se observa con el Centro de Ingeniería que Delphi-Saginaw tiene en Japón, el cual, ha desarrollado fuertes capacidades en la ingeniería especializada de la caja de dirección. Estas capacidades han sido estimuladas a partir de la interacción con Toyota, uno de sus principales clientes en Japón.<sup>21</sup>

### ***10.2 Capacidades tecnológicas innovadoras en el negocio de la flecha intermedia***

Como se mencionó anteriormente, en 1996 se definió por parte de la División de Saginaw en EEUU un plan para evaluar las posibilidades de hacer diseño en el MTC y de evaluar el valor que se podía obtener en México versus retener algunas actividades en EEUU. Uno de los propósitos de este plan fue crear el departamento de diseño para el negocio de la flecha intermedia, formando ingenieros especializados para trabajar en él. En aquella época, no se tenía suficiente personal para asumir las responsabilidades que se iban a trasladar a México, lo que hizo posible que se contrataran ingenieros jóvenes bien preparados de universidades mexicanas. Estos ingenieros no conocían los productos que se iban a desarrollar, por lo tanto, se tuvo que realizar un programa intenso y sólido de capacitación.

Con la instalación del MTC se inicia el traslado de la responsabilidad sobre el diseño de algunos productos, entre ellos el del negocio de la flecha intermedia y la modificación de

---

<sup>20</sup> Al año 2002 se tenían dos ingenieros terminando doctorado.

<sup>21</sup> Director del grupo de Desarrollo de Productos de MTC-Saginaw (2002)



especificaciones y características tanto en proceso como en producto para otros negocios de Delphi-Saginaw, asimismo, se da inicio a la relación con las nuevas plantas de Querétaro. En este contexto, durante el período de 1996 - 2002 el MTC-Saginaw trabajó fuertemente en la formación de grupos de ingenieros especializados en tecnologías enfocadas al negocio de la flecha intermedia.<sup>22</sup> De ahí, que para el año 2002, este conocimiento especializado sólo existía en Delphi-México, se tenía un equipo de 7 ingenieros (6 mexicanos<sup>23</sup> y 1 estadounidense como líder) que trabajaban específicamente en el diseño de flechas para el sistema de dirección y apoyaban en esta área a las plantas de Querétaro, España y Brasil.<sup>24</sup> En ocasiones este equipo de diseño servía de apoyo para los proyectos que se tenían en EEUU.

Con base en lo anterior, a continuación se analizan las capacidades tecnológicas innovadoras que ha alcanzado el negocio de la flecha intermedia para el sistema de dirección en Delphi México. Vale la pena aclarar, que en este capítulo se hace especial énfasis en las capacidades que se han alcanzado a partir del traslado de las actividades de diseño y de desarrollo de productos y que se llevan a cabo el MTC. Por lo tanto, solo se analizarán las actividades relacionadas con las funciones técnicas de Producción y de Soporte, específicamente, con la Vinculación Externa. Las otras funciones técnicas fueron analizadas en la sección 9.2.2.2 del capítulo 9, y como se explicó en esa sección, el análisis de estas funciones son válidas para todos los negocios que maneja la división Saginaw en México.

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

El equipo de ingenieros de diseño para el negocio de la flecha intermedia instalado en el MTC-Saginaw está conformado por ingenieros de diferentes disciplinas, que se encargan de realizar las actividades necesarias para el desarrollo de este producto. Estas actividades involucran realizar no solo el diseño del producto, sino además el diseño del proceso y la

---

<sup>22</sup> Se ha realizado capacitación al nivel de técnicos, de ingenieros de pruebas, ingenieros de prototipos, ingenieros de diseño y al nivel de personas que manejan diseño por computadora: CAD, entre otros.

<sup>23</sup> Uno de estos ingenieros es reconocido a escala mundial por Delphi-Saginaw como uno de los más competentes ingenieros analíticos.

<sup>24</sup> Este equipo de diseño y desarrollo de flechas está muy concentrado, es diferente a los otros equipos que se tienen en otras áreas, que son más diversos. Este equipo trabaja con laboratorios que solo existen en México y que se utilizan para fabricar prototipos de flechas y evaluarlos. En estos laboratorios existe un equipo único que prueba la flecha a 6,000 r.p.m. con lo cual se exceden los requerimientos del cliente.

utilización de las mejores prácticas de producción para fabricarlo. Además, la planta 66 que es la encargada de ensamblar y/o fabricar algunos tipos de flecha intermedia en México, cuenta con ingenieros que realizan rediseños, mejoras, validaciones, aplican las técnicas de calidad y mejora continua, entre otras actividades que afectan de manera significativa la organización de la producción para la fabricación no sólo de la flecha intermedia sino de otros productos que se elaboran en dicha planta. Estos ingenieros interactúan con los ingenieros del MTC en los casos donde se amerita una aprobación para hacer algunos cambios, cuando se tienen problemas con el producto, cuando se va a escalar el proceso, entre otros.

Asimismo, al igual que en las plantas que fabrican sensores y actuadores en Ciudad Juárez y Chihuahua, las plantas de Querétaro cuentan con ingenieros con mucha experiencia en los diferentes procesos de producción. Las innovaciones en el proceso, que están encaminadas a reducir los costos de producción y a eliminar los problemas, son muy frecuentes. Por ejemplo, los ingenieros de proceso tienen como función mejorar y mantener los procesos para que sean capaces de producir piezas buenas, que los productos lleguen bien hasta el final de la línea de producción, que no haya problemas y tener todo bajo control. En este proceso de control se involucra a la materia prima, la maquinaria, al operador y a todas las variables que permitan ganar tiempo, reducir desechos y costos, aumentar productividad y tener un proceso productivo exitoso.

Los buenos resultados obtenidos en las áreas de proceso y organización producción en las plantas de México, ha hecho posible que los directivos de la división de Saginaw autoricen el traslado de nuevos productos con el fin de reducir los costos. Un ejemplo de lo anterior, es la flecha intermedia del sistema de dirección 4, la cual, en el año 2002, era fabricada por la planta 66 y posteriormente era enviada a una planta de Delphi en EEUU, en donde se le instalaba la cremallera, el controlador y el diferencial, se conformaba el sistema y se enviaba a la ensambladora de automóviles.

En el ámbito organizacional se han creado los Grupos Naturales de Trabajo con el fin de lograr una mayor interacción entre el personal de piso de las plantas, identificar los principales problemas y obtener mayores beneficios en el área de producción. Estos grupos

están integrados por los operarios y supervisores de las líneas de producción y cuentan con un líder al que se le denomina *Team Leader*, el cual es el responsable del desempeño del grupo. A estos grupos se les da un entrenamiento que le permite a cada operario identificar los problemas, conocer las consecuencias de no hacer las cosas bien y el impacto de esto sobre la empresa y los clientes. El área de personal cuenta con un registro mensual para hacer la evaluación de desempeño de los empleados, el cual se denomina “plan personal del negocio.” Este plan contiene entre otras las siguientes variables: objetivo del negocio, objetivo personal, competencias, etc.

Por estrategia corporativa en Delphi Corp. la cultura organizacional es un elemento muy importante, de ahí que se dé un fuerte impulso a los programas de capacitación no solo técnicos, sino aquellos enfocados a que el personal entienda la importancia de su trabajo en la organización. Los planes de entrenamiento y capacitación consisten en programar de 40-50 horas/persona/año. Los temas Mandatorios para estos planes y que son el eje de la capacitación son: Seguridad, Sistema de calidad y ambiental, Sistema de manufactura, Valores y Cultura organizacional. Estos temas se programan mensualmente y se da una diferenciación en los programas de capacitación de acuerdo con el nivel jerárquico al cual va dirigido. Generalmente se utilizan instructores internos para dar la capacitación y el entrenamiento. Estos instructores trabajan a diferentes niveles de la organización y son personas que han desarrollado sólidos conocimientos en un tema de interés para la planta. De acuerdo con el tema se definen las personas que van a dar el entrenamiento.

Asimismo, Delphi ofrece becas a sus empleados para los niveles de preparatoria, maestría y doctorado. Estas becas se dan de acuerdo al desempeño del personal como forma de estímulo. El apoyo para realizar maestrías y doctorados se dan teniendo en cuenta, que estos posgrados tengan una aplicación directa en algunas de las áreas relacionadas con los negocios de Delphi. La permanente capacitación de los ingenieros por parte de Delphi y la creatividad de los mismos, ha hecho que en las plantas mexicanas estudiadas en esta tesis se haya encontrado un avance importante y significativo en los procesos de producción y al nivel organizacional.

Lo anterior, repercute en la rotación de personal en las plantas de Querétaro, la cual es muy baja, no alcanzaba al año 2003 ni el 1% al mes.<sup>25</sup> La rotación más importante es la que se da al nivel interno, ya que se cambian personas de un puesto de trabajo a otro, con el fin de tener personal capacitado en diferentes áreas.

Con base en lo anterior se puede concluir que se han logrado alcanzar capacidades tecnológicas innovadoras intermedias en el proceso y la organización de la producción, teniendo como base la matriz de capacidades adaptada para IME. Si bien se ha logrado avanzar en actividades con mucho contenido tecnológico, aún no se realizan en México actividades de I+D relacionadas con los procesos.

### 10.2.2 Capacidades centradas en el producto

Como se mencionó en la sección inmediatamente anterior, el grupo de ingenieros del MTC-Saginaw se encarga del diseño, desarrollo y aplicación de producto para el negocio de la flecha intermedia. Los proyectos de diseño y desarrollo del producto pueden tener una duración de entre 12 y 24 meses, y no necesariamente cuentan con un cliente concreto pero lo si es necesario es que el producto que se está diseñando y desarrollando tenga un mercado.<sup>26</sup> Por ejemplo, en el año 2002 este grupo de ingenieros trabajaba en el desarrollo de una flecha intermedia con un nivel de sofisticación tecnológica muy importante, y que para ese año no tenía un cliente específico a la vista pero que si tenía mercado. Así, el 10% de los proyectos que se estaban desarrollando para el año 2002, en el MTC-Saginaw, no tenían aún cliente, pero cumplían con las expectativas que se tenían para el mercado de autopartes.

Asimismo, este grupo trabajaba en diseños para reducir el ruido en el vehículo, ya que esta condición es más importante en la actualidad que hace 10 años. Las especificaciones cada año son más exigentes y precisas, porque el cliente quiere un automóvil más suave y con menos ruido, pero a menor precio. De ahí que en el sector automotriz el costo siempre sea

<sup>25</sup> Para el mes de septiembre del año 2003 la rotación fue de 0,61%. Entrevista con el Supervisor de desarrollo organizacional (2003)

<sup>26</sup> Cuando se trabaja en un proyecto de desarrollo de un producto, ya se tiene identificado un segmento del mercado, o un segmento de automóvil al cual va a llegar el producto, o el cliente. Esto es importante, puesto que se deben tener en cuenta muchos aspectos relacionados con la calidad, el costo, la funcionalidad, el cliente final, etc.

un elemento fundamental, y por lo tanto, siempre se está tratando de mejorar y reducir los impactos de esta variable en los procesos y en los productos.

Si bien es cierto que hasta el año 2002 no se estaba fabricando en las plantas de Querétaro ningún producto cuyo diseño original fuera del MTC, el grupo de diseño de Saginaw estaba trabajando en diferentes proyectos para otras plantas al nivel mundial. Como se mencionó en la sección de “Actividades de diseño” del presente capítulo, un diseño original de flecha intermedia desarrollado en el MTC se estaba fabricando en Cádiz (España). Para este mismo año se estaba trabajando con otras divisiones para el desarrollo de productos, tal es el caso de la división E&C con la cual se trabajaba en un sistema de dirección utilizando sensores. Asimismo, los ingenieros de diseño del MTC participan activamente en las modificaciones de los diseños originales de la flecha intermedia, ya que en este centro técnico se cuenta con los especialistas de este producto a escala mundial para Delphi Corp. Además, interactúan con los ingenieros de las plantas en las actividades de mejora del producto y del proceso.

Con base en lo anterior, se puede afirmar que el negocio de la flecha intermedia ha alcanzado capacidades innovadoras intermedias en producto. Si bien, en el MTC se encuentra el grupo de diseño para el mundo de este negocio, como se ha mencionado anteriormente, aun no se alcanzan capacidades innovadoras avanzadas debido a que este grupo no realiza actividades de I+D encaminadas al desarrollo de tecnologías, tal como si lo hace el grupo de ingeniería avanzada de la línea de negocio de sensores y actuadores.

### **10.2.3 Capacidades centradas en la vinculación externa**

Vale la pena recordar que parte del análisis realizado para esta función técnica de soporte en la sección 9.2.2.2, literal C, del capítulo 9, dedicada al negocio de la caja de dirección es válido para el negocio de la flecha intermedia. Así, con el fin de no repetir este análisis, en este apartado solo se analizarán las actividades relacionadas con los vínculos que tiene el MTC con centros de educación y otras instituciones, con el fin de llevar a cabo las actividades de diseño para sus negocios en México, especialmente para el negocio de la flecha intermedia del sistema de dirección.

Los ingenieros que hacen ciencia básica para el área de desarrollo de productos y desarrollo de tecnología de Saginaw-México están en EEUU (universidades, institutos de I+D, centros de investigación públicos y privados, etc.) incluyendo el Centro Técnico de Michigan, y la relación del MTC con ellos depende del proyecto y de lo que se requiera para cumplir con las necesidades del cliente. Hay proyectos con clientes en los cuales muchas de las partes no están perfectamente desarrolladas, lo cual involucra mucho riesgo, mucha presión, por que en 18 o 24 meses se tiene que lograr un producto que funcione. La presión y el riesgo se debe a que es muy posible que no haya seguridad de cómo llegar a estos nuevos desarrollos, por ello en estos casos se trabaja muy de cerca con el personal de desarrollo de tecnología. La relación entre los ingenieros del MTC-Saginaw y las instituciones que desarrollan tecnología es más frecuente de lo que normalmente se podría pensar, existe mucha presión del mercado y casi todos los proyectos tienen un porcentaje de incertidumbre, que afecta en el momento de hacer el desarrollo y que la ciencia básica y el desarrollo de tecnología puede cubrir.<sup>27</sup>

El MTC ha tenido una fuerte vinculación con el Tec de Chihuahua, porque considera que el personal que se gradúa de esta universidad tiene un buen desempeño, especialmente en lo técnico. Además, estos profesionales están familiarizados con la maquila, lo que hace que sea más fácil su integración al trabajo. Asimismo, el MTC realiza actividades de apoyo al Tec de Juárez con el fin de desarrollar la creatividad de los estudiantes. Por ejemplo, ha patrocinado la fabricación de un automóvil de carreras, esto con el fin de generar un buen desarrollo, al nivel técnico, en los estudiantes. Además de los anteriores apoyos, se ofrecen conferencias por parte de los ingenieros del MTC y se dona dinero para diferentes actividades.

En resumen esta función técnica de soporte ha sido muy importante en el diseño y desarrollo de nuevos productos, especialmente en las actividades donde el MTC-Saginaw tiene una fuerte vinculación con universidades y centros de I+D para desarrollos tecnológicos. Las vinculaciones más cercanas de los ingenieros del MTC se han dado generalmente con universidades de EEUU y con centros de investigación en diferentes lugares del mundo, entre ellos, el *Delphi Technologies Inc.*

---

<sup>27</sup> Director del grupo de Desarrollo de Productos del MTC-Saginaw (2002)

Con el logro de actividades que permiten el diseño y desarrollo de nuevos productos a través del MTC, se puede señalar que en el negocio de la flecha intermedia se alcanzaron capacidades tecnológicas innovadoras intermedias en esta función técnica de soporte denominada vinculación externa. Como se dijo en la sección anterior, si bien existen los vínculos con entidades que realizan I+D de tecnología, el grupo del MTC encargado del negocio de la flecha intermedia aun no lleva a cabo estas actividades en México, por lo tanto solo se puede hablar de capacidades innovadoras intermedias.

### 10.3 Conclusión de capítulo

En este capítulo se identificaron las principales actividades que se realizan en el negocio de la flecha intermedia del sistema de dirección de la división Saginaw de la empresa Delphi Corp. en México. Estas actividades han permitido generar y acumular capacidades tecnológicas innovadoras para el negocio en estudio.

En la tabla 10.1 presenta la matriz de capacidades tecnológicas construida para el negocio de la flecha intermedia, teniendo como base el análisis presentado en el capítulo 9 y en el presente capítulo 10. Asimismo, se presenta la valoración cualitativa de capacidades que permite cuantificar el nivel de acumulación de capacidades para dicho negocio.

**Tabla 10.1 Matriz de capacidades tecnológicas para el negocio de la flecha intermedia en Delphi-México**

Etapas	Valoración cualitativa	Función Técnica de Inversión		Función Técnica de Producción		Función Técnica de Soporte		
		Toma de Decisiones y Control	Preparación y ejecución del proyecto	Centradas en Proceso y Org. de la Producción	Centradas en el Producto	Vinculación Externa	Vinculación Interna	Modificación de Equipo
1. Ensamble complejo y Diseño de productos 1996-2002	3.0	Innovadoras Intermedias	Innovadoras Intermedias	Innovadoras Intermedias	Innovadoras Intermedias	Innovadoras Intermedias	Innovadoras Intermedias	Innovadoras Intermedias

Fuente: Elaboración propia a partir de Dutrénit, Vera-Cruz, Arias, Avendaño, Gil, Sampedro, Uriostegui (2002)

Es importante aclarar que en la tabla anterior solo se presenta una etapa para el negocio de la flecha intermedia con el fin de simplificar el análisis y ajustarlo a lo presentado para los negocios de sensores y actuadores y la caja de dirección. Así, en esta etapa ocurre primero

el traslado de las actividades de diseño y desarrollo de producto al MTC-Saginaw y posteriormente se da el traslado de las actividades de manufactura y ensamble a las plantas de Querétaro, en muy corto tiempo, una situación contraria a lo ocurrido con la línea de negocios de sensores y actuadores. De ahí que se haya decidido denominar a esta única etapa como de “ensamble complejo y diseño de productos.” Asimismo, el 3.0 que se muestra en la tabla 10.1, sobre la valoración cualitativa, refleja que se ha acumulado de manera importante en este negocio en México, especialmente en las funciones técnicas que fueron analizadas en el presente capítulo. Como se mencionó anteriormente, en estas funciones técnicas se realizan actividades relacionadas con el diseño y desarrollo de productos para el negocio de la flecha intermedia, lo cual ha estimulado significativamente las capacidades tecnológicas innovadoras de este negocio en México.

Vale la pena destacar el papel que han jugado las decisiones tomadas por parte de los directivos de la división de Saginaw en EEUU, sobre la base de las estrategias globales de Delphi Corp. Así, la instalación de actividades de diseño en el MTC-Saginaw y el traslado de productos con mayores exigencias tecnológicas ha hecho posible que se generen nuevas y mayores capacidades en el personal que trabaja, tanto en el MTC como en las plantas de Querétaro, y que hacen posible el buen desempeño del negocio de la flecha intermedia a escala mundial.



## **Capítulo 11. Análisis sobre las Capacidades de Innovación de Delphi Corp. en México**

“La organización debe estar preparada para abandonar el conocimiento que se ha vuelto obsoleto y aprender a crear cosas nuevas por medio del mejoramiento continuo de todas sus actividades, el desarrollo de nuevas aplicaciones a partir de su propio éxito y un proceso organizado de innovación continua.” Drucker (1993)

En el presente capítulo se realiza un análisis comparativo de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas en los negocios en estudio. Además, se aportan nuevos elementos de discusión en relación con estos procesos de acumulación, a través de los cuales se alcanzaron capacidades innovadoras básicas, intermedias y avanzadas en los tres negocios de Delphi-México. El análisis toma como base, especialmente, la evidencia empírica presentada en los capítulos 8, 9 y 10.

El capítulo está organizado de la siguiente manera: En la primera sección se hace el análisis comparativo de capacidades tecnológicas innovadoras entre la línea de negocio de sensores y actuadores de la división E&C y los negocios de la caja de dirección y la flecha intermedia de la división Saginaw. Esta comparación se realiza en dos planos diferentes, uno en términos del proceso de acumulación de capacidades y el otro en términos de las capacidades innovadoras en los dos negocios que realizan actividades de diseño de producto. El análisis de esta primera sección termina con el estudio de los mecanismos de aprendizaje que han coadyuvado al proceso de acumulación de capacidades en los tres negocios. En la segunda sección, se analizan los vínculos para la innovación y su incidencia en el proceso acumulativo de capacidades, tanto en el ámbito interno como externo. En la tercera sección se presentan los diferentes factores que estimulan y/o inhiben el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en los tres negocios estudiados. Finalmente se presentan las conclusiones de lo analizado en el capítulo.

### ***11.1 Análisis comparativo de capacidades innovadoras entre los negocios de sensores y actuadores, la caja de dirección y la flecha intermedia del sistema de dirección***

El análisis comparativo de las capacidades tecnológicas innovadoras entre los tres negocios en estudio se lleva a cabo en dos planos diferentes: i) comparación entre la línea de negocio de sensores y actuadores y el negocio de la caja de dirección en términos del proceso acumulativo; y ii) comparación entre la línea de negocio de sensores y actuadores y el

negocio de la flecha intermedia en términos de la naturaleza de las capacidades innovadoras alcanzadas como consecuencia de la instalación del MTC.

El análisis que se presenta en este capítulo es útil en la medida que sirve para ilustrar, a través de los tres casos estudiados, diferentes formas y trayectorias para desarrollar capacidades innovadoras. Asimismo, aporta nuevos elementos de discusión para el tema de la acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias instaladas en países en desarrollo, teniendo en cuenta sus limitaciones como estudios de caso. Así, a continuación, se presentan los dos planos de comparación en que los tres negocios son estudiados, además, se analizan los mecanismos de aprendizaje que han estimulado el proceso acumulativo de capacidades tecnológicas innovadoras en los tres negocios.

### 11.1.1 Comparación en términos del proceso de acumulación: Sensores y actuadores vs. Caja de dirección

Con el fin de caracterizar analíticamente el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en Delphi-México, en los capítulos 8 y 9 se reconstruyó la historia tecnológica de los dos negocios desde su instalación en México hasta el año 2002. A partir de esto, en la tabla 11.1 se resumen las principales características de estos dos negocios.

**Tabla 11.1 Caracterización de la evolución de los dos negocios en estudio**

Características	Sensores y Actuadores	Caja de dirección
Inicio de operaciones / lugar	1979 / Ciudad Juárez	1984 / Estado de México
Régimen para su instalación en México	Régimen maquilador	Coinversión TEBO-GM Saginaw
División	E&C	Saginaw
Plantas	Ciudad Juárez (35) Chihuahua (57 y 58)	Querétaro (65 y 66)
Etapas de acumulación	Etapa I 1979-1988 Etapa II 1989-1994 Etapa III 1995-2002	Etapa I 1984-1995 Etapa II 1996-2002
Tipo de producto	Es un componente que está integrado a los sistemas y subsistemas, por lo tanto, no va directamente a la ensambladora como producto individual	Es una parte funcional del sistema total de dirección, por lo tanto, va directo a la ensambladora como una parte separada que posteriormente se integra
Centro responsable del diseño	MTC	Centro de Ing. Michigan
Mayor nivel de capacidades tecnológicas alcanzadas	Innovadoras Avanzadas en producto, proceso y vinculación externa	Innovadoras Intermedias en proyectos, proceso, vinculación interna y modificación de equipos

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas.

En la caracterización que se presenta en la tabla anterior, se observa que los negocios objeto de estudio han alcanzado su mayor nivel de capacidades en diferentes funciones técnicas. El mayor alcance de capacidades tecnológicas para el caso de la línea de negocio de sensores y actuadores se relacionan especialmente, con el desarrollo de actividades de alto contenido tecnológico que involucran el diseño y la I+D en el producto y en el proceso. Mientras el negocio de la caja de dirección ha alcanzado capacidades tecnológicas en actividades más relacionadas con la organización de la producción y la logística del negocio, que con actividades de mayor contenido tecnológico que involucren el producto y proceso. Como se observa, los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas de los dos negocios no han sido homogéneos, ni han tenido una evolución continua en el tiempo, y esto se refleja en los niveles de acumulación por etapa presentados en los capítulos anteriores.

De acuerdo con la evidencia empírica recopilada, al parecer la forma en la cual el negocio se instaló en México influyó en la evolución tecnológica del mismo. Así, la línea de negocio de sensores y actuadores siempre estuvo bajo el régimen maquilador, gozando de las ventajas que ofrecía dicho régimen. Por el contrario, el negocio de la caja de dirección estuvo limitado a las condiciones que imponía la coinversión con una empresa nacional mexicana. El comportamiento anterior, también pudo estar influenciado por el tipo de producto y su complejidad tecnológica en cuanto al diseño y la producción.

El negocio de la caja de dirección no cuenta con actividades de diseño en Delphi-México, de ahí que la función de toma de decisiones y control sea una actividad limitada. Las actividades se reducen básicamente a realizar estimación de desembolsos y a la toma de algunas decisiones por parte de los gerentes, sobre programación de actividades y monitoreo sobre los nuevos proyectos que se trasladan a las plantas. A diferencia, la línea de negocio de sensores y actuadores alcanzó un mayor avance, especialmente debido a que en el MTC se tiene el grupo del *Product Team* para la toma de decisiones, y se cuenta con grupos que se encargan de realizar actividades con los proveedores de equipos, la negociación de tecnología y la administración completa de los proyectos.

En este contexto vale la pena hacer un paréntesis y señalar que Delphi, a diferencia de otros grandes corporativos, ha decidido por estrategia descentralizar sus procesos productivos relacionados con productos de tecnología no necesariamente madura y actividades de diseño e I+D para algunos de sus productos, como es el caso de la línea de sensores y actuadores de la división E&C en países como México. Así, por ejemplo, en la etapa II del análisis realizado para esta línea de negocio se observa que se realizan actividades relacionadas con las adaptaciones o mejoras en los productos y los procesos, cuyo objetivo es desarrollar productos adaptados a las necesidades locales, las cuales son definidas por algunos autores como el tipo de actividades de I+D que frecuentemente son realizadas fuera del país de origen del Corporativo y se instalan en países en desarrollo como México.<sup>1</sup> Para la etapa III, con la instalación del MTC en Ciudad Juárez, se da una nueva dinámica en cuanto a actividades de mayor contenido tecnológico y de investigación. Así, el MTC supera la dificultad de no contar en México con un entorno propicio para el desarrollo de estas actividades, en cuanto a vinculación con instituciones de investigación, a partir de la interacción con universidades y centros de investigación ubicados en EEUU. Con base en lo anterior, se puede señalar que en Delphi se ha ido construyendo una red de actividades de I+D a escala global que se coordina a partir de una estrategia corporativa centralizada, tal como lo afirman algunos autores, en la cual México pasó a ser uno de sus nodos.<sup>2</sup>

Así, el avance en las actividades de producción y vinculación externa para la línea de negocio de sensores y actuadores no es un evento gratuito, por el contrario obedece a una razón que se vincula con la fuerte relación que existe entre dichas actividades, con las actividades de diseño e I+D que se llevan a cabo en el MTC. Estas actividades de diseño e I+D de producto y proceso obligan a quien las ejecuta a tener una activa y eficiente vinculación con universidades, institutos y centros que hacen investigación en diferentes campos del conocimiento. En este contexto vale la pena mencionar que Freeman (1991), argumenta que las capacidades de los departamentos de I+D de las empresas se complementan con vínculos ocasionales y regulares con las universidades, los laboratorios gubernamentales, los consultores, asociaciones de investigación y con otras empresas. Este argumento es avalado por otros autores, quienes han estudiado los vínculos entre las

---

<sup>1</sup> Esta tesis ha sido defendida fuertemente por Dunning (1994) citado en Stal (2002)

<sup>2</sup> El tema de la estrategia corporativa ha sido estudiado por autores como Camargos y Sbragia (2000), Lara y Carrillo (2003), entre otros.

empresas y entidades encargadas de realizar actividades de I+D. (Casas, 2003) En este mismo sentido, Saxenian (1994) señala que “la proximidad geográfica promueve la interacción repetida y la mutua confianza necesaria para sostener la colaboración y para hacer más rápida la recombinación continua de tecnología y habilidades.”<sup>3</sup> Así, esta decisión de instalar el MTC parece estimular y acelerar los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en algunos de los negocios de Delphi en México.

En el caso del negocio de la caja de dirección, a diferencia de la línea de negocio de sensores y actuadores, no se llevan a cabo actividades de diseño de producto o de I+D relacionadas con este negocio en el MTC, lo que permite explicar el avance limitado en estas actividades para este negocio.

En conclusión, con base en lo presentado en los capítulos anteriores y en esta sección se puede señalar que el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras es afectado por distintos factores que juegan un papel muy importante, como el aprendizaje tecnológico, las decisiones de la empresa global, las estrategias, entre otros, los cuales se revisarán en la sección 11.3.

#### **11.1.2 Comparación en términos de las capacidades innovadoras relacionadas con diseño e I+D: Sensores y actuadores vs. Flecha intermedia**

Como se señaló en la introducción del punto 11.1, la comparación que se hace en esta sección se relaciona, específicamente, con las capacidades acumuladas en diseño e I+D. Así, este análisis comparativo involucra las capacidades alcanzadas, específicamente, en las actividades de la función técnica de producción, y el desarrollo de vínculos externos que se constituyen en el soporte para lograr una mayor actividad innovadora. El análisis que se hace en esta sección toma los casos de la línea de negocio de sensores y actuadores y el negocio de la flecha intermedia del sistema de dirección, para los cuales, el MTC tiene el diseño del producto para el mundo.

La instalación del MTC en Ciudad Juárez y el traslado de las actividades de diseño para los dos negocios y posteriormente de las actividades de I+D para la línea de negocio de

---

<sup>3</sup> Citado en Casas (2003)

sensores y actuadores a esta localidad, rompió con la tradición de concentrarse solo en actividades de ensamble y de producción de bajo perfil que la IME había tenido por treinta años. Así, la instalación del MTC estimuló significativamente la acumulación de capacidades innovadoras en los dos negocios, pero a diferentes niveles.

Asimismo, la responsabilidad para llevar a cabo este tipo de actividades de diseño e I+D, recayó en grupos de ingenieros estadounidenses con experiencia e ingenieros mexicanos con poca o ninguna experiencia, lo que le imprimió una nueva dinámica al proceso de acumulación de capacidades innovadoras. Esta dinámica se vio reflejada en un intenso proceso de capacitación y aprendizaje de nuevos conocimientos por parte de los ingenieros mexicanos. En este sentido, algunos autores sostienen que “cuando las empresas emplean científicos e ingenieros están adquiriendo un cuerpo de conocimiento acumulado y de habilidades (tanto tácitas como codificadas), la habilidad para acceder y utilizar conocimiento que se genera en otro lado, más la habilidad de generar nuevo conocimiento mediante el compromiso en actividades de I+D relevantes.” (Senker y Faulkner, 1996; Casas, 2003)

De la descripción analítica realizada a lo largo de los capítulos 8 y 10 de esta tesis, se desprende que el inicio de estas nuevas actividades innovadoras no puede considerarse como un hecho aislado, sino que se basa en un proceso previo de acumulación de capacidades tecnológicas enfocadas a actividades relacionadas con las funciones técnicas de producción, inversión y soporte.

Con base en lo expresado anteriormente, el análisis que se presenta a continuación tendrá dos partes: i) se relaciona con las funciones técnicas en las cuales los dos negocios estudiados en esta sección, alcanzaron capacidades tecnológicas innovadoras a diferentes niveles, lo cual se asocia con las actividades de diseño e I+D, y ii) se refiere a los alcances y al desarrollo que han logrado los dos grupos de ingeniería, encargados de los negocios de sensores y actuadores y de la flecha intermedia, que tienen el diseño de su producto para el mundo en el MTC.

### ***11.1.2.1 Comparación de las capacidades tecnológicas innovadoras relacionadas con las actividades de diseño e I+D***

Con la instalación de las actividades de diseño en 1995 y de I+D en 1997 para la línea de negocio de sensores y actuadores en el MTC, los ingenieros encargados de esta línea de negocio han logrado asumir actividades y responsabilidades con mayor demanda de capacidades tecnológicas innovadoras. Además de los conocimientos de los ingenieros y la interacción con entidades externas para realizar actividades de I+D, el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas, en esta línea de negocio en el MTC, ha sido acompañado por la instalación de laboratorios con tecnología de punta, así como también de herramientas relacionadas con la administración del conocimiento<sup>4</sup> que permite reforzar las actividades de I+D.

Las actividades de diseño para el negocio de la flecha intermedia fueron instaladas en el MTC en 1996, las cuales han generado una masa crítica de ingenieros que son expertos a escala mundial en este negocio, de ahí que sean los responsables del diseño para la producción en todas las plantas de Delphi en el mundo. El grupo de ingeniería para el negocio de la flecha intermedia no realiza actividades de I+D, éstas son realizadas por el Centro de Ingeniería de Michigan, *Delphi Technologies Inc.* y por instituciones externas, las cuales sirven de base para la realización de los diseños.

Con base en lo anterior, el análisis de estos dos casos se puede realizar en el marco de las estrategias globales, la re-localización de actividades de I+D y la internacionalización de las capacidades tecnológicas de las empresas. Así, estas tres dimensiones parecen estimular, con base en la evidencia, el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras, tal como se analiza a continuación.

#### **a. Estrategias globales**

Las empresas globales buscan instalarse en los países que les resulten más convenientes para el desarrollo de sus actividades. Esto hace pensar que Delphi siendo una empresa global, decidió instalar actividades de diseño y desarrollo para ciertos productos, y algunas actividades de I+D en México, porque este país le ofrecía algunos atractivos que eran

---

<sup>4</sup> Este tema se analiza en la sección 11.1.3 del presente capítulo.

importantes para la empresa.<sup>5</sup> Así, la decisión estratégica global de instalar un centro técnico que realizara actividades de alto contenido tecnológico y de coordinación en diferentes actividades para las plantas de Delphi en México, parece convertirse en un elemento crucial en la acumulación de capacidades locales en sus distintos negocios.

La estrategia de instalar las actividades de diseño de la línea de negocio de sensores y actuadores parece obedecer, en un principio, a una estrategia de acercar el diseño a las plantas. Posteriormente y teniendo como base la acumulación de capacidades tecnológicas locales,<sup>6</sup> además del buen desempeño del grupo de ingeniería de diseño del MTC, Delphi decide trasladar las actividades de I+D a México. Con estas dos decisiones estratégicas se estimuló de manera significativa el proceso de acumulación de capacidades innovadoras en la línea de negocio de sensores y actuadores. Así, en esta línea de negocio se combina la estrategia global con un proceso de acumulación previo en la localidad.

Por otro lado, el negocio de la flecha intermedia parece obedecer, desde el principio, más a una estrategia global de mandato para crear capacidades en un ambiente de bajos costos. De ahí que se hubiera tomado la decisión de instalar las actividades de diseño en el MTC, con el fin de contar con especialistas al nivel mundial encargados del diseño de este producto. Según la evidencia empírica, el negocio de la flecha intermedia para el sistema de dirección de Delphi, no muestra un claro involucramiento con el entorno local. A diferencia de lo que plantea Cantwell (2003) quien manifiesta que cuanto mayor es el involucramiento local de la subsidiaria es más alta la probabilidad que ella pueda adquirir un mandato de creación de capacidades.

Vale la pena destacar que, a diferencia de la línea de negocio sensores y actuadores, la estrategia de instalar las actividades de diseño para la flecha intermedia, no obedeció a una estrategia de cercanía con las plantas, puesto que el MTC está en Ciudad Juárez y las plantas que producen están ubicadas en Querétaro y Cádiz (España). En este sentido, la línea de negocio de sensores y actuadores y el negocio de la flecha intermedia permiten

---

<sup>5</sup> Este comportamiento de Delphi se asimila al tipo de estrategia transnacional, donde el lema es "pensar globalmente y actuar localmente."

<sup>6</sup> Este proceso de acumulación que se dio por un periodo de más de 15 años estaba relacionado básicamente, con las actividades de producción que se llevaban a cabo en las plantas de Ciudad Juárez y Chihuahua.



reflexionar sobre la importancia o no de la cercanía de quien hace actividades de diseño, y quien realiza las actividades de producción. Tal parece que para algunos negocios por sus características es fundamental tener cerca la producción y el diseño y para otros es más importante tener cerca las fuentes de conocimiento para la investigación. Así la naturaleza de la innovación depende del área donde se está innovando, por ejemplo, si la innovación se hace al nivel del producto a lo mejor se requiera estar cerca de quien lo fabrica, pero si la innovación se hace al nivel de materiales, tal vez sea más importante estar cerca de quienes trabajan e investigan el tema.

Como se observa en el análisis de los dos negocios, las estrategias globales de la empresa ha ocupado un lugar importante como agentes estimuladores del proceso de acumulación local de capacidades. Esto se refleja claramente con los casos de los negocios de sensores y actuadores y la flecha intermedia, los cuales a raíz de decisiones estratégicas de la empresa han visto crecer el contenido tecnológico de sus actividades y por lo tanto la acumulación local de capacidades tecnológicas innovadoras en cuanto a diseño e I+D.

#### **b. Re-localización de las actividades de I+D**

El caso de la línea de negocio de sensores y actuadores de Delphi Corp. parece ajustarse a las diferentes razones que han sido estudiadas sobre la re-localización de las actividades de I+D, pero adicionalmente parece vincularse, con los buenos resultados obtenidos por las diferentes plantas de producción en México. Es decir, la acumulación de capacidades tecnológicas en las plantas de producción y la experiencia alcanzada por muchos de los ingenieros, encargados de esta línea de negocio, aumentó la credibilidad de los directivos en EEUU y posibilitó la idea de instalar las actividades de diseño y a partir de allí construir capacidades de I+D en el MTC.<sup>7</sup>

Algunos autores afirman que las subsidiarias deben estar situadas en lugares con una buena infraestructura local, y especialmente con una buena base en ciencia. Para el caso de la línea de negocio de sensores y actuadores, estos dos factores parecen no haber sido determinantes en la re-localización de actividades de I+D en el MTC. Lo anterior,

---

<sup>7</sup> Esto confirma lo planteado por Cantwell (2003); Birkinshaw and Hood (1998), Frost, Birkinshaw and Ensign (2002), entre otros autores.

considerando que en Ciudad Juárez no se cuenta con una buena infraestructura local ni buena base en ciencia que permita estimular la creación de capacidades innovadoras. En este sentido, es posible pensar que Delphi Corp. ha considerado otros factores diferentes a los planteados, con el fin de definir el mandato de creación de capacidades. Dentro de estos factores, se puede considerar que el costo de ingeniería compensa la falta de desarrollo local, y se aprovecha el área binacional para desarrollar los vínculos y crear capacidades. Asimismo, la línea de negocio de sensores y actuadores ha logrado cierta autonomía a partir de la instalación del su *Product Team* en el MTC, lo que le ha permitido tomar iniciativas para atraer nuevos negocios con mayores responsabilidades y demandas tecnológicas.

Es importante recordar que en este punto sobre re-localización de actividades de I+D no se analiza el negocio de la flecha intermedia, ya que en México no se tienen actividades de I+D para este negocio.

### **c. Internacionalización de las capacidades**

La adquisición de capacidades desde el punto de vista de la internacionalización para el caso de Delphi-México y, específicamente, los dos negocios estudiados en esta sección, se dio de la siguiente manera:

- i) En la línea de negocio de sensores y actuadores se dio primero la internacionalización de las actividades de producción, a partir de la instalación de la planta 35 en Ciudad Juárez y posteriormente las plantas 57 y 58 de Chihuahua. Como ya se mencionó, el avance y éxito en estas actividades de producción abrió el camino para la internacionalización de las actividades relacionadas con diseño e I+D en este negocio a través del MTC.
- ii) En el negocio de la flecha intermedia se dio primero la internacionalización de las actividades de diseño a través del MTC en el año 1996. Posteriormente se dio la internacionalización de las capacidades de producción con el traslado, de algunos tipos de flecha intermedia, a las plantas de Querétaro para su fabricación a partir del año 2002.

Es importante destacar que estos dos negocios no son considerados por Delphi como negocios con tecnología madura, por el contrario son negocios que con su desarrollo futuro le pueden proporcionar una ventaja competitiva a Delphi Corp. en los mercados internacionales del sector automotriz y otros sectores.<sup>8</sup> Así, a diferencia de lo planteado por Vernon (1966) y otros autores, la presente investigación confirma lo señalado por Ariffin (2000) sobre que algunas empresas pueden internacionalizar capacidades tecnológicas innovadoras en negocios y productos que no necesariamente tienen una tecnología madura y en países en desarrollo como Malasia y México.

En México se ha considerado por mucho tiempo que las empresas maquiladoras llevan a cabo sus innovaciones mayores en sus países de origen, pero desde la década de los noventa existen indicios de que compañías importantes han trasladado a México más operaciones “intensivas en conocimiento” y procesos con mayor contenido tecnológico. “En este sentido el caso de Delphi es una prueba palpable.” Hualde (2001)

Finalmente, vale la pena aclarar que en esta sección no se ahonda en el tema de las actividades de vinculación externa, el cual también alcanzó capacidades innovadoras avanzadas, ya que este tema será tratado con mayor profundidad en la sección 11.2.1. Sin embargo, se destaca que la realización de las actividades de vinculación externa parecen estimular el aprendizaje y la difusión de conocimiento, debido a las diferentes interacciones que se dan con los clientes, proveedores, universidades, centros de investigación, entre otros, especialmente para actividades relacionadas con I+D.

#### ***11.1.2.2 Evolución de los grupos de ingeniería en el MTC***

Forbes y Wield (1999) plantean que el diseño es parte integral de la innovación, ya que frecuentemente, diseñar involucra la incorporación de nuevos componentes, materiales o métodos de manufactura en productos nuevos o existentes. Walsh *et al.* (1992) define que: “...diseñar es un concepto más amplio que la invención y la innovación porque mientras la invención y la innovación involucran un avance técnico en conocer el estado del arte de un campo en particular, diseñar normalmente involucra hacer variaciones a lo que se conoce del estado del arte.” Lo anterior cobra importancia en la medida que el proceso de

---

<sup>8</sup> Entrevista con el Director del Grupo de Desarrollo de Productos, Saginaw (2002)

acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras, en los dos negocios estudiados, está vinculado al tema del diseño, precisamente porque se requieren acumular ciertas habilidades y conocimientos para poder hacer variaciones a lo que se conoce.

En la figura 7.1, del capítulo 7, se muestra que los grupos que hacen diseño y desarrollo de productos se encuentran en el segundo nivel de la pirámide (de arriba hacia abajo). En este nivel empezaron los dos grupos que realizan actividades de diseño y desarrollo para la línea de negocio de sensores y actuadores y para el negocio de la flecha intermedia. A finales del año 1997 esta situación cambió debido al traslado de actividades de I+D para la línea de negocio de sensores y actuadores al MTC. Con estas nuevas actividades, al año 2002, el grupo encargado del diseño e I+D de esta línea de negocio había logrado pasar al tercer nivel de la pirámide donde se hace desarrollo de tecnología, nivel que normalmente estaba destinado para los grupos de avanzada ubicados en los EEUU, como Dayton.<sup>9</sup> Lo anterior, significa que el grupo encargado de realizar las actividades de diseño e I+D para la línea de negocio sensores y actuadores ha logrado acumular un conocimiento tal que le permite, no solo diseñar y desarrollar un producto sino también realizar actividades de I+D en áreas como materiales, electrónica, mecánica, entre otras. En el caso del grupo encargado del diseño del negocio de la flecha intermedia, este se conserva aún en el segundo lugar en la pirámide. Este grupo de ingeniería se vincula con los grupos de avanzada en EEUU para hacer uso de la tecnología que ellos han desarrollado y emplearla en el diseño de la flecha intermedia.

En cuanto a las actividades de ciencia básica, los grupos de avanzada de EEUU y el grupo de ingeniería avanzada para la línea de negocio de sensores y actuadores, acuden a las universidades de los EEUU, *Delphi Technologies Inc.*, institutos de investigación privados y públicos, entre otros, cuando así se requiere para el desarrollo de un negocio.

Con base en lo anterior, se entiende por qué el grupo de ingeniería avanzada encargado de la línea de negocio de sensores y actuadores ha tenido una mayor evolución, que el grupo encargado de la flecha intermedia.

---

<sup>9</sup> Un ejemplo de este avance se muestra con el caso del sensor de aceite presentado en el recuadro 8.5, sección 8.2.3.1, del capítulo 8 de esta tesis.

### **11.1.3 Mecanismos de aprendizaje subyacentes**

Los mecanismos de aprendizaje<sup>10</sup> se constituyen en una fuente esencial para la estimulación del aprendizaje tecnológico en las empresas y a la vez este aprendizaje juega un papel central en la acumulación de capacidades tecnológicas. Por lo tanto, a continuación se describen brevemente algunos de los mecanismos que contribuyeron en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas para los negocios en estudio. Vale la pena resaltar que estos mecanismos de aprendizaje no son los únicos, pero fueron los más comunes y destacados dentro de la evidencia empírica recopilada para los tres negocios, y son: i) Programas de inducción, entrenamiento y capacitación, ii) Interacción con proveedores de equipos, iii) Proyectos conjuntos entre ingenieros del MTC y plantas de producción, iv) Vínculos con universidades y centros de investigación, v) Reuniones para solución de problemas, vi) Programa de mejora continua, y vii) el Sistema de administración del conocimiento: una herramienta facilitadora del aprendizaje.

#### ***11.1.3.1 Programas de inducción, entrenamiento y capacitación***

Por política general de Delphi y teniendo en cuenta que las plantas donde se fabrican los tres negocios en estudio están certificadas en calidad, los programas de inducción, entrenamiento y capacitación tienen carácter obligatorio. Estos programas son constantes y se hace énfasis en el enfoque de la cultura organizacional y en la visión que tiene Delphi hacia el cliente. Lo anterior es válido tanto para el personal de las plantas que trabajan en las diferentes áreas de producción y administración, como del MTC en sus diferentes divisiones y grupos de ingeniería encargados de los negocios. Además estos programas permiten reforzar las prioridades de seguridad, calidad y productividad, que repercuten en la competitividad de los negocios de Delphi a escala mundial.

Con base en lo anterior, se puede afirmar que estos programas se constituyen en un mecanismo de aprendizaje, pues a través de ellos los individuos que hacen parte de la empresa asimilan conocimiento y desarrollan habilidades que estimulan el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas. De ahí que se pueda decir que a partir de este

---

<sup>10</sup> Los mecanismos de aprendizaje tecnológico se definen como aquellas actividades que se desarrollan en la empresa y que le permiten a los individuos y grupos de individuos asimilar conocimiento nuevo y desarrollar habilidades para contribuir a la construcción y acumulación de capacidades tecnológicas. (Arias, 2000)

mecanismo se estimula el aprendizaje individual y el organizacional, lo cual debe verse reflejado en el éxito productivo de los tres negocios estudiados.

### ***11.1.3.2 Interacción con proveedores de equipos***

La interacción con los proveedores de equipos es una actividad que se realiza, especialmente, por parte de los ingenieros del MTC responsables del diseño de cada uno de los tres negocios estudiados,<sup>11</sup> y aporta importantes conocimientos que posteriormente se capitalizan tanto en el diseño como en la modificación de los equipos. En este sentido, Pirela *et al.* (1989), Lundvall *et al.* (1992), Villavicencio y Arvanitis (1994) han planteado que el aprendizaje tecnológico en las empresas es el resultado de la articulación de un conjunto de actividades internas y de los vínculos con agentes externos. Para los tres negocios, los vínculos y la interacción entre los centros técnicos y los proveedores se constituye en una fuente de conocimiento de doble vía, que beneficia tanto a los negocios de Delphi como a sus proveedores.

Cuando los ingenieros del MTC hacen un nuevo diseño para cualquiera de los tres negocios estudiados, éste va acompañado del diseño de un proceso que requiere de equipos con ciertas características. Estas características pueden ser cubiertas por equipos que ya están en el mercado, o por equipos que deben ser construidos especialmente para ese proceso. Así, la interacción entre los ingenieros del MTC y los proveedores se da por distintas razones, entre las más destacadas están: i) cuando se va a adquirir un equipo nuevo de catálogo, ii) cuando se busca que un proveedor fabrique un equipo con las características del diseño que se requiere para un determinado proceso, iii) cuando se adquiere el equipo y se realiza la inducción para el manejo del mismo, y iv) cuando se tienen problemas con el equipo y se acude al proveedor para que solucione el problema. En el desarrollo de estas actividades se da un flujo fuerte de información y conocimiento, debido a que se realizan diferentes pruebas a los equipos,<sup>12</sup> se sugieren modificaciones y se dan recomendaciones que hacen posible el aprendizaje individual de los ingenieros que se retroalimentan de la interacción de las dos partes: MTC y proveedores.

<sup>11</sup> Una mayor explicación de este tema aparece en la sección 8.2.3.2, literal C3, del capítulo 8 y en la sección 9.2.2.2, literal C3, del capítulo 9.

<sup>12</sup> Estas pruebas se realizan tanto en la planta del proveedor como en el MTC como en las plantas de Delphi.

Es importante señalar que los ingenieros de las plantas también se benefician con este mecanismo de aprendizaje, en la medida en que ellos son los que finalmente reciben el equipo, y por lo tanto, el conocimiento sobre como manejarlo y ponerlo a funcionar de manera eficiente. Se han dado algunos casos de sugerencias para modificaciones y mejoras en los equipos, a través de ingenieros de las plantas que con su experiencia logran mejorar el desempeño del mismo y, con ello, algunas variables del proceso mediante las cuales se mejora la productividad del negocio. Algunas de estas mejoras a los equipos se asocian con la seguridad para el operario (como guardas, protecciones, etc.) y con adaptaciones que facilitan el manejo del equipo (ergonomía, señalizaciones, etc.).<sup>13</sup>

Con base en lo anterior, se puede decir que este mecanismo de aprendizaje estimula la asimilación de conocimientos para los ingenieros del MTC y de las plantas y hace que la relación con sus proveedores de equipos sea benéfica para ambos. En algunos casos el proveedor ha capitalizado para su beneficio, las mejoras y modificaciones de sus equipos a través de la interacción con los ingenieros del MTC. Estos equipos mejorados son vendidos a otras empresas sin que Delphi se beneficie económicamente de este desarrollo. Lo anterior, permite suponer que Delphi en este caso tendría un problema de apropiabilidad del conocimiento que está desarrollando con sus proveedores.

### ***11.1.3.3 Proyectos conjuntos***

Los proyectos conjuntos se dan a diferentes niveles y es una actividad muy común dentro de Delphi, pues es a través de los proyectos que esta empresa global maneja sus negocios. Todos los negocios de Delphi a escala mundial son definidos por el *Business Team*, y se constituyen en proyectos que son asignados a los responsables, bien sea a un centro técnico para que realice el diseño o a las plantas para que fabriquen el o los productos. Los proyectos conjuntos es una actividad que se realiza tanto en la línea de negocio de sensores y actuadores de la división E&C, como en los negocios de la caja de dirección y flecha intermedia del sistema de dirección de la división Saginaw.

---

<sup>13</sup> Ingeniero de Producto. Transmisiones Planta 35

Así, uno de los niveles de proyectos conjuntos se da entre los ingenieros del MTC y las plantas de producción cuando se hace el diseño de un producto nuevo.<sup>14</sup> Las plantas llevan registros que se denominan “modos de falla” y se constituyen en documentos que sirven para retroalimentar la información que se tienen sobre los procesos, y son utilizados por los ingenieros del MTC como guía para los nuevos diseños, constituyéndose así en un mecanismo de aprendizaje.

Otro nivel de proyectos conjuntos se da entre ingenieros del MTC de diferentes disciplinas y de diferentes divisiones de Delphi. Estas vinculaciones ocurren cuando se está diseñando un producto que requiere de ingenieros, con conocimientos en distintas áreas para su desarrollo. Un ejemplo de lo anterior, lo constituyen en trabajo conjunto que vienen realizando los ingenieros encargados de la línea de negocio de sensores y actuadores con los ingenieros de Saginaw para desarrollar un sistema de dirección con sensores. Esto se hace con el fin de no duplicar esfuerzos, economizar recursos y aprovechar los avances realizados en las diferentes áreas del conocimiento en las cuales se han especializado las divisiones de Delphi.

Al interior de las plantas de producción también se dan los proyectos conjuntos. Cuando un proyecto nuevo llega a la planta de producción, los ingenieros de las diferentes áreas productivas y administrativas encargadas de hacer posible el proyecto se reúnen y definen el plan para arrancar el proyecto y hacer que este negocio sea competitivo. En estas reuniones se asigna un responsable del proyecto y se consideran todas las posibles variables que puedan afectar el normal desarrollo del proyecto.

Estos proyectos conjuntos también se dan para resolver problemas importantes que se tienen, y que en ocasiones han obligado a la empresa a recurrir a sus mejores ingenieros en diferentes partes del mundo y reunirlos con el fin de encontrar soluciones. Cuando se dan este tipo de proyectos la metodología más utilizada para la solución de problemas es *Shaining*.

---

<sup>14</sup> Una mayor explicación se encuentra en la sección 7.2, fase 2, del capítulo 7



Con base en lo anterior, se puede afirmar que la participación conjunta en los diferentes proyectos que se manejan, permite que los ingenieros aprendan y asimilen conocimientos, lo cual, posteriormente repercute en la competitividad global de la empresa. Así, este mecanismo de aprendizaje puede ser considerado como promotor del aprendizaje individual y organizacional para Delphi Corp.

#### ***11.1.3.4 Vínculos con universidades y centros de investigación***

Esta actividad es llevada a cabo principalmente por los ingenieros del MTC, encargados de los distintos negocios que Delphi Corp. maneja a escala mundial. Estos vínculos permiten obtener información y conocimientos para el desarrollo de nuevos diseños. Debido a las exigencias y competitividad que impone el sector automotriz al nivel internacional, el MTC recurre a los vínculos con universidades y centros de I+D públicos y privados para ampliar sus capacidades de diseño e I+D en sus diferentes negocios.

A través de la interacción con estas instituciones se accede a conocimientos relacionados con los distintos niveles de la investigación, entre ellas, la investigación básica. Este último tipo de investigación es adquirido principalmente a través de las instituciones dedicadas a la ciencia, con las cuales el grupo encargado de la línea de negocio de sensores y actuadores ha hecho algunos vínculos para el desarrollo de tecnología en actividades de I+D. Sólo en casos excepcionales los ingenieros de esta línea de negocio desarrollan alguna actividad de investigación básica. Se trabaja con un apalancamiento tecnológico promedio de 3/1, o sea por cada persona del MTC integrada a un proyecto hay 3 personas de otras instituciones trabajando para este proyecto. En algunos proyectos esta relación llega a ser de 5/1. Los ingenieros responsables de la línea de negocio de sensores y actuadores también han desarrollado vínculos con otras instituciones para mejorar las actividades de diseño y desarrollo de producto.

En este contexto, los vínculos con centros y universidades se convierten en un mecanismo de aprendizaje muy importante, ya que a través de ellos la empresa identifica, asimila y explota conocimiento externo para su beneficio y competitividad. Asimismo, este mecanismo estimula el aprendizaje individual y organizacional.

### ***11.1.3.5 Reuniones para la solución de problemas***

Las reuniones para la solución de problemas es un mecanismo que se da a todos los niveles dentro de la empresa. Estas reuniones se realizan en el MTC, en las plantas, y también se dan reuniones entre ingenieros del MTC que son los responsables del diseño y los ingenieros de las plantas que son responsables de la producción.

Un primer nivel a considerar son las reuniones entre los ingenieros del MTC. Así, los ingenieros responsables tanto de la línea de negocio de sensores y actuadores, como del negocio de la flecha intermedia realizan sus reuniones para dar respuesta a los problemas de diseño que se hayan presentado. Esta actividad se realiza de acuerdo a las necesidades que se tengan, dando prioridad a los problemas más graves que estén generando pérdidas para la empresa.

Un segundo nivel son las reuniones entre el personal de la planta para solucionar problemas de producción. Así, los supervisores asisten una vez por semana a una reunión con los ingenieros de manufactura e industriales, vinculados con los procesos de producción para los negocios que tiene a cargo la planta. En esta reunión se presentan y se analizan los problemas, posteriormente se llevan al grupo *Staff* que está compuesto por el gerente y otros directivos de la planta, los cuales se encargan de darles una solución definitiva al problema. Estas reuniones involucran todo tipo de problemas, desde el mal funcionamiento de los equipos y la maquinaria, mala calidad de la materia prima, hasta problemas con la comunicación entre dependencias. Lo anterior, permite identificar cuáles y dónde se están dando las fallas, y la interacción en estas reuniones hace posible que entre todos sus miembros encuentren las soluciones. Así, cada representante de área se involucra con los distintos problemas y aprende a encontrar las soluciones a partir de una visión global de los mismos.

Un tercer nivel de reunión para la solución de problemas se da entre los ingenieros del MTC y los ingenieros de las plantas cuando se hacen nuevos diseños y cuando los productos ya se encuentran en las plantas. Las reuniones para los nuevos diseños se realizan con el fin de prevenir problemas futuros. En cuanto a las reuniones para la solución de los problemas cuando el negocio ya está en la planta, generalmente, está relacionado con el

proceso de escalamiento productivo. En esta fase se presentan problemas con los equipos, las materias primas, de calidad, etc., lo que hace que la interacción entre ambos equipos de ingenieros sea intensa, con el fin de lograr arrancar el proceso de manera satisfactoria.

En estas reuniones se recurren a distintas metodologías para la solución de problemas. Una de las más utilizadas es el *Shaining*, y Delphi ha invertido recursos para lograr una buena formación de los ingenieros especializados en esta metodología.<sup>15</sup> Los ingenieros “*master in Shaining*” participan en distintos grupos, bien sean en sus áreas, en sus plantas y en ocasiones en reuniones entre divisiones de Delphi, cuando el problema es de gran magnitud. Vale la pena recordar que este tema sobre solución de problemas también fue considerado en el mecanismo de aprendizaje denominado proyectos conjuntos en la sección 11.1.3.3 de este capítulo.

Así, se puede concluir que este mecanismo de aprendizaje, de carácter correctivo, estimula la vinculación y la interacción de los diferentes grupos encargados de hacer posible los negocios en Delphi, con lo cual se renuevan los conocimientos y se prevén problemas futuros. Con lo anterior, se estimula el aprendizaje individual del personal y el aprendizaje organizacional en los negocios de Delphi-México.

#### ***11.1.3.6 Programa de mejora continua***

La mejora continua implica la búsqueda de soluciones por parte de los trabajadores ante los problemas específicos de los procesos que se llevan a cabo al interior de la empresa. Así, “el proceso de búsqueda contribuye a que los trabajadores adquieran y refuercen sus habilidades que se traducirán en altos niveles de productividad y calidad y exige también comunicación entre trabajadores, grupos de trabajo, divisiones, etc.” (Lara, 1998)

Con base en los negocios que Delphi maneja y en el tipo de cliente que atiende, el programa de mejora continua se constituye en uno de los mecanismos de aprendizaje más importantes teniendo en cuenta el nivel de involucramiento de todos los agentes dentro de la organización. La mejora continua es una práctica generalizada en Delphi y la realizan las personas que son responsables en cada una de las etapas del proceso productivo. Así, la

---

<sup>15</sup> Entrevistas con Ing. de Producto Transmisiones (E&C), Ing. Divisional de Pruebas (P)

certificación en QS9000 obliga a las plantas a tener un programa de mejora continua permanente que involucra, entre otras, las siguientes actividades:

- Ayudas visuales para control mediante fotografías que le indican al operario cómo debe estar el producto en cada etapa del proceso.
- Aparatos de medición que le permiten al operario controlar las variables del proceso.
- Documentos como hojas de instrucción, hojas *kanban*, hojas de operación, etc., que le permiten al operario verificar y hacer seguimiento al proceso.
- Ayudas visuales de partes gastadas de las máquinas, con el fin de que el operario pueda identificar cuando la máquina que maneja necesita el cambio de una refacción.
- Formatos diseñados para que el operario pueda ir revisando cada uno de los procesos que se le han aplicado al producto.
- Los *poka-yokes* que evitan errores en los ensambles y previenen de accidentes a los operarios.
- Utilización de manuales e instructivos.
- Publicaciones internas para difundir las experiencias nuevas dentro de las plantas.

Las actividades anteriores son algunos ejemplos de las muchas actividades que se llevan a cabo en las plantas de Delphi y que hacen posible que los operarios aprendan y prevengan los errores. La mejora continua permite, además, que los operarios y los ingenieros identifiquen problemas, corrijan errores, disminuyan desperdicios tanto de materia prima como de producto terminado, instalen dispositivos de seguridad, entre otras.

Estas actividades de mejora continua se aplican a todos los negocios que se tienen en Delphi-México. El aprendizaje es individual, pues cada persona es responsable de que las actividades que realiza. Pero también se genera un aprendizaje organizacional ya que la mejora continua crea una cultura de la calidad y la productividad permanente.

#### ***11.1.3.7 Sistema de administración del conocimiento: una herramienta facilitadora del aprendizaje***

El sistema de administración del conocimiento en Delphi está basado en un concepto de *Bill of Design* que obedece a una estrategia corporativa. Con esto se busca estandarizar una serie de procesos, procedimientos y prácticas que se siguen en todos los centros técnicos de

Delphi en el mundo, con el fin de realizar de la manera más eficiente el proceso de diseño de productos y procesos. Vale la pena aclarar, que los ingenieros de las plantas de Delphi, no tienen acceso a este sistema, ya que sólo puede ser utilizado por los ingenieros de los centros técnicos especialistas en diseño.

En el *Bill of Design* se define que: “cuando se visita a un cliente se debe tener un producto para ofrecerlo y si al cliente no le interesa ese producto se debe tener la flexibilidad en el diseño de tal manera que pueda ser modificado. Lo anterior, teniendo en cuenta los conocimientos y la capacidad de ingeniería preestablecida para poder cubrir con lo que el cliente desea. Es posible que no se conozcan todos los requerimientos del cliente pero una empresa como Delphi si conoce los sistemas automotores y sabe lo que se puede vender.”<sup>16</sup>

Mediante el *Bill of Design* se predefinen las mejores prácticas para el diseño cuando se hace un producto por primera vez. Así, estas prácticas se estandarizan y deben ser utilizadas en las siguientes líneas de negocio o en las siguientes generaciones de un determinado producto.

También se cuenta con las “lecciones aprendidas” en las cuales se recopila: la teoría, el resultado matemático y los análisis de las pruebas, el análisis computacional, los análisis de los acontecimientos, la simulación, los resultados del escalamiento industrial, la experiencia de las plantas, entre otro cúmulo de información. No se documenta a detalle el proceso de escalamiento en la planta, pero se deja la información sobre el diseño del producto, las características y los problemas más notorios ocurridos en la instalación del proceso productivo en la planta. Asimismo, se define un programa de acciones para corregir los problemas con el fin de que no vuelvan a ocurrir. Es decir, se hace una reseña de la experiencia que se obtuvo en el proceso de implantación del diseño, elaborado por el centro técnico responsable del negocio, en las plantas de producción y se documenta lo que se hizo mal y que no debe repetirse.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> Entrevista con Ingeniero Staff Grupo de Avanzada del MTC (2002)

<sup>17</sup> Entrevista con Ingeniero Staff Grupo de Avanzada del MTC (2002)

Con base en lo anterior, cuando se requiere hacer el diseño de un producto, por ejemplo, relacionado con la electrónica, se recurre a la división Delco Electronics<sup>18</sup> que ha construido por años el mayor acervo de conocimientos en productos electrónicos de Delphi. Este acervo de conocimientos se puede consultar, por parte de los ingenieros de los diferentes centros técnicos de Delphi en el mundo, a través de las bases de datos y hacer uso de ellos para los diseños. Las bases de datos se pueden consultar a través de licencias que se tienen asignadas para los grupos de desarrollo, por ejemplo, en el caso de la línea de negocio de sensores y actuadores se tienen licencias para 6 o 7 personas, que son los que están trabajando en diseño de producto, el resto de los ingenieros de la división no tiene acceso.

El acceso a las bases de datos se hace con un software que permite, a través de internet, consultar las “lecciones aprendidas” por los grupos de desarrollo de productos en toda la compañía. Estos grupos lo conforman ingenieros que están en el MTC, en Dayton, en Luxemburgo, entre otros, y son los encargados de introducir y al mismo tiempo consultar la información en estas bases de datos. Así, cuando se realiza una búsqueda por palabra, por ejemplo soldadura, se muestran los estudios que existen al respecto.

Con base en lo anterior, se puede afirmar que los ingenieros de Delphi cuentan con herramientas como: *Bill of Design* y las “lecciones aprendidas” que les permite tener acceso a conocimiento muy importante cuando se trata de hacer diseño, pero además, les permite manejar y administrar el conocimiento de la organización para el desarrollo de nuevos negocios. Lo anterior, hace pensar que este tipo de actividades estimula el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras, debido a que no sólo se aprende de consultar experiencias ajenas, sino que además, se aprende de introducir información sobre experiencias propias, tanto exitosas como fallidas. Asimismo, el acceso a bases de datos de conocimientos en ciencia básica estimula las actividades de I+D, tema especialmente importante para la línea de negocio de sensores y actuadores.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> Con base en el porcentaje de ventas de productos electrónicos a escala mundial, Delco está ubicada en el lugar No. 82 (en volumen de ventas de componentes y dispositivos electrónicos) del ranking mundial de la industria electrónica, cuyo primer lugar está ocupado por la empresa IBM. Este ranking está integrado por grandes compañías de la industria electrónica a escala mundial. Entrevista con Ingeniero Staff Grupo de Avanzada del MTC(2002)

<sup>19</sup> Vale la pena mencionar, que lo presentado en este apartado es solo una pequeña parte de lo que hace Delphi en función de la administración del conocimiento, pero sirve para ilustrar como este sistema impacta en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas.

A modo de resumen, en la tabla 11.2 se listan los mecanismos de aprendizaje y su impacto en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en los tres negocios estudiados de la empresa Delphi Corp. en México.

**Tabla 11.2 Mecanismos de aprendizaje y su impacto en los negocios de Delphi-México**

	Mecanismo de Aprendizaje	Línea de negocio de sensores y actuadores	Negocio de la caja de dirección	Negocio de la flecha intermedia
1.	Programas de inducción, entrenamiento y capacitación	+	+	+
2.	Interacción con proveedores de equipos	+	NA	+
3.	Proyectos conjuntos	+	+	+
4.	Vínculos con universidades y centros de investigación	++	NA	+
5.	Reuniones para la solución de problemas	++	+	++
6.	Programa de mejora continua	+	+	+
7.	Sistema de administración de conocimiento una herramienta facilitadora del aprendizaje	++	NA	+

+ Significa un impacto normal de este mecanismo de aprendizaje sobre el proceso de acumulación de capacidades del negocio estudiado.

++ Significa un impacto mayor de este mecanismo de aprendizaje sobre el proceso de acumulación de capacidades del negocio estudiado.

NA: No aplica en la relación MTC y plantas

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas.

Como se observa en la tabla 11.2 los siete mecanismos de aprendizaje estudiados ejercen, en mayor o menor medida, un impacto sobre el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios. Así, por ejemplo los mecanismos de aprendizaje 1, 3 y 6 son mecanismos que se dan de forma general, por política corporativa, para todos los negocios, así que su impacto es similar para los tres negocios. A diferencia de los mecanismos 2, 4, 5 y 7, donde se observan diferencias en el nivel de impacto que estos mecanismos ejercen sobre el proceso acumulativo de capacidades en los tres negocios. Esta variación en el impacto se asocia, especialmente, a la relación entre las plantas y el MTC y a las actividades que lleva a cabo el MTC frente a la responsabilidad de diseño e I+D que tiene sobre los negocios, tal como se explicó en el transcurso de esta sección.

## ***11.2 Vínculos para la innovación y su incidencia en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas***

La evidencia analizada en esta tesis sugiere que los vínculos tanto externos como internos, ejercen un importante impacto en el proceso de innovación, en la creación de capacidades y por lo tanto en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras de Delphi-México. De ahí que la función técnica en la cual se encuentran agrupados estos dos tipos de vínculos sea definida como de Soporte.

En este contexto vale la pena mencionar que Anderson *et al.* (2000 y 2002) enfatizan que “un tipo de subsidiaria que cree capacidades necesita estar involucrada profundamente en su propio ambiente local, y participar más intensamente en redes localizadas al interior de la empresa.” Asimismo, Casas (2003) plantea que “los procesos de innovación se generan a través de comunicaciones internas y externas a las empresas. A través de estos procesos de comunicación, con diversos interlocutores y de diferentes medios, se procesa conocimiento que impacta en la mejora de desarrollos tecnológicos de procesos de innovación.” Con base en lo anterior, en esta sección, se hace el análisis de los vínculos para la innovación, a través del estudio de las actividades que llevan a cabo los tres negocios de Delphi-México, en los dos tipos de vinculación: externa e interna.

### **11.2.1 Vinculación externa: Subsidiarias e instituciones (locales, regionales y mundiales)**

Para empezar este análisis, es importante destacar que algunos estudios han encontrado que los vínculos de las instituciones con las empresas propician de manera determinante el aprendizaje tecnológico y organizacional en estas últimas. (Villavicencio *et al.*, 2002; Barajas y otros, 2002) Estos vínculos parecen favorecer directa e indirectamente la difusión del conocimiento y la construcción de capacidades tecnológicas al interior de las empresas. Algunos de estos vínculos inciden de manera directa en el comportamiento de las empresas, mientras que otros establecen un marco general para la acción de las mismas. (Villavicencio *et al.*, 2002) En este sentido, es importante estudiar cómo han sido los vínculos para la innovación que se han llevado a cabo en los negocios estudiados para Delphi-México.



En el análisis realizado para los tres negocios en estudio, la función técnica de vinculación externa se analizó desde tres puntos de vista: relación con proveedores, relación con clientes y relación con instituciones del entorno. De este análisis se concluyó que las capacidades innovadoras están fuertemente vinculadas con las actividades que se tienen con los clientes, con los proveedores extranjeros y con instituciones de investigación ubicadas especialmente en EEUU. Asimismo, se concluyó que la vinculación de Delphi con el entorno local y regional es relativamente débil.

Las relaciones que se tienen con el cliente para los tres negocios son muy fuertes. Lo anterior se debe a que las ensambladoras, en el sector automotriz, son las que imponen las condiciones de proveeduría en este sector. Por lo tanto, las vinculaciones entre el cliente (ensambladoras) y los negocios es una actividad que se da de manera fluida y cercana. Así las relaciones con el cliente se constituyen en un fuerte estimulante de la actividad innovadora y en la mayoría de las ocasiones en fuente para la acumulación de capacidades tecnológicas.

Como se mencionó anteriormente, algunas de las principales capacidades innovadoras en la vinculación externa, se han logrado a partir de las relaciones con proveedores extranjeros de equipo y materias primas que se encuentran instalados fuera de México o que están instalados en las localidades mexicanas cercanas a las plantas productivas. Las relaciones con empresas mexicanas para proveeduría que operan localmente son mínimas. Esto se aplica en general para los tres negocios estudiados. Asimismo, las relaciones del grupo de ingeniería avanzada y de otros grupos de diseño del MTC con instituciones del entorno, para realizar actividades de I+D son pocas. Lo anterior ocurre a pesar de los intentos que se han realizado por parte de Delphi con algunas instituciones mexicanas.

En este contexto, el proceso de acumulación de capacidades innovadoras se ve estimulado de forma significativa por los vínculos para la innovación que lleva a cabo el MTC, a través de sus actividades de diseño e I+D. Estas relaciones han hecho posible una importante acumulación local de capacidades tecnológicas, la cual no se refleja activamente en el entorno considerando la debilidad de las vinculaciones, pero si le ha permitido a los

negocios de Delphi crear capacidades tecnológicas innovadoras a diferencia de lo que plantean Andersson *et al.* (2000 y 2002).

Con base en las entrevistas realizadas en el MTC se sabe que Delphi ha encontrado algunas dificultades para vincularse en México. En el recuadro 11.1 se presentan algunas razones que dificultan esta vinculación.

**Recuadro 11.1**  
**Visión de Delphi sobre las dificultades para la vinculación en México<sup>20</sup>**

Delphi tiene la percepción de que las universidades y centros de I+D en México:

- Tienen potencial para I+D, pero en algunas áreas de interés para la empresa están atrasados en conocimientos y madurez técnica
- Tienen un enfoque hacia la sustitución de tecnología.
- Tienen muchas áreas de investigación dislocadas de las necesidades del mercado internacional.
- Carecen de un enfoque hacia áreas de desarrollo bien definidas, trabajan en áreas de desarrollo para la producción, y a veces en ingeniería avanzada (estas actividades le corresponden a la industria).
- Trabajan en áreas de desarrollo en las que no existe un mercado definido para la investigación realizada.
- Tienen desconocimiento de cómo manejar la transferencia de tecnología y propiedad intelectual.
- Tienen desconocimiento de como valorar el trabajo de investigación a desarrollar, lo cual resulta en proyectos más caros comparados con EEUU.

Fuente: Dutrénit, Vera-Cruz, Álvarez y Rodríguez (2003)

Para Casas (2003) es “primordial identificar si el conocimiento que las empresas adquieren de las instituciones académicas es importante para sus procesos productivos y para la generación de sus capacidades tecnológicas.” En este sentido, para el caso de los tres negocios estudiados de Delphi se puede señalar que el conocimiento adquirido a partir de las vinculaciones que se tienen con institutos y centros de investigación a escala mundial, juega un papel crucial en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras locales. Así, por ejemplo, para el caso de la creación del sensor de aceite por parte del grupo de ingeniería avanzada del MTC, las vinculaciones externas con centros encargados de hacer ciencia básica, entre otros, tuvieron mucho que ver en el éxito de este producto. Lo anterior, considerando que fue un negocio que requirió no solo de desarrollo de producto sino de desarrollo de tecnología y que involucró muchas actividades de I+D en diferentes áreas del conocimiento.

<sup>20</sup> Entrevista en el MTC (2002).

La creciente globalización vista por Zoltan (2000) como “el entramado de vinculaciones e interconexiones entre los estados, sociedades y organizaciones que forman el sistema económico mundial” ha intensificado la formación de redes locales y/o regionales, creando nuevas estructuras y nuevas relaciones, con el resultado de que las decisiones de negocios de un lado del mundo tienen consecuencias significativas en otros lugares. (Casas, 2003) Así, las grandes empresas ensambladoras de automóviles apuntan a constituir una red internacional de producción integrada que supone un fuerte encadenamiento con los productores regionales de autopartes y al mismo tiempo con empresas autopartistas independientes o controladas por las terminales de gran tamaño y penetración internacional, los llamados proveedores globales.<sup>21</sup> En este contexto, los vínculos externos adquieren cada vez más importancia en el mercado competitivo mundial y especialmente para los negocios de los proveedores globales como es el caso de Delphi Corp. Este tema pone en evidencia la urgencia de establecer una mayor vinculación, a todos los niveles, entre las empresas multinacionales y globales y el entorno mexicano local y regional, con el fin de lograr mayores capacidades y por lo tanto, un mejor ambiente para la innovación.

### **11.2.2 Vinculación interna: Líneas de negocio y divisiones de la empresa**

La vinculación interna es una actividad que ha evolucionado de manera significativa, desde la instalación de los primeros negocios de Delphi en México, hasta el año 2002. En un principio la vinculación de las diferentes instancias del Corporativo y los centros técnicos de Delphi con sus plantas en México era muy fuerte. Esta situación fue cambiando de manera paulatina debido al avance en muchas de las actividades de producción y organización, aunado a la experiencia del personal de las plantas. Este proceso parece haberse consolidado con la instalación del MTC, el cual asumió responsabilidades de toma de decisiones que antes eran exclusivas de los directivos en EEUU, responsabilidades de diseño tanto de producto como de proceso para algunos negocios, que antes estaban en los Centros Técnicos de EEUU, entre otras. Así, con la instalación del MTC se inicia un nuevo tipo de vinculación interna y es la relación entre el MTC y las plantas. Esta relación en un principio tuvo inconvenientes que con el tiempo se ha ido mejorando y ajustando los diferentes procesos en los cuales intervienen los ingenieros del MTC y de las plantas.

---

<sup>21</sup> Tomado de la página web: <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpZEAZyEzyZDLgbFmI.php> (2003)

Con base en la evidencia empírica recopilada en esta tesis, no se detectó una fuerte vinculación entre las plantas de las seis divisiones de Delphi-México. Lo anterior, parece estar relacionado con el hecho de que son plantas que se dedican a fabricar productos muy específicos para los sistemas que cada división maneja, de ahí que sus vinculaciones hayan sido mínimas. La misma situación fue detectada, hasta el 2002, en el caso de los grupos de ingeniería de los negocios de sensores y actuadores y de la flecha intermedia radicados en las dos divisiones del MTC.

Como se mencionó en capítulos anteriores, a partir del cambio de estrategia en el 2002,<sup>22</sup> las divisiones en las cuales está organizada Delphi Corp. están obligadas a trabajar en función de la integración de los diferentes sistemas, que provee tanto al sector automotriz como a otros sectores. Lo anterior, significa que los grupos de ingeniería encargados del diseño y desarrollo de los sistemas, subsistemas, componentes y partes no deben trabajar de manera independiente ni aislada en su negocio, sino que deben tener una visión global y trabajar conjuntamente. Lo anterior, sugiere una mejora importante en la vinculación interna en Delphi-México.

Así, esta nueva estrategia parece haber estimulado una mayor interacción entre las divisiones y los grupos de ingeniería para desarrollar nuevos productos y tratar de capitalizar el conocimiento acumulado en áreas específicas en beneficio de los nuevos negocios de la empresa global. A esto contribuye además una infraestructura robusta, como el sistema de administración de conocimiento, que permite la interacción de los distintos grupos de ingeniería de las diferentes divisiones de Delphi Corp. Así, desde el año 2002, la vinculación entre las divisiones de Delphi, pasó a ser una actividad un poco más frecuente que en años anteriores. Además la relación entre divisiones se da a través de la producción de algunos negocios, como por ejemplo, en el caso del modulador que es un negocio de E&C y donde la división de Delco produce un componente que se incorpora para obtener el producto final.<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> Esta estrategia hizo posible que la empresa se enfocara hacia otros mercados diferentes al del sector automotriz.

<sup>23</sup> Una mayor explicación sobre este caso se encuentra en la sección 8.2.3.2, literal A1, del capítulo 8 de esta tesis.

Los principales vínculos del Corporativo con los negocios de Delphi-México se asocia especialmente, con las políticas generales y los valores de la empresa a escala global, que se aplican para las plantas de las seis divisiones instaladas en México y el MTC. Por ejemplo, se definen políticas generales relacionadas con los salarios, tipo de vinculación del personal, programas de inducción, entrenamiento y capacitación, programas de mejora continua, manufactura esbelta, pronunciamientos oficiales por parte del área de comunicación, entre otras actividades.

En conclusión, si bien se han acumulado importantes capacidades innovadoras en esta actividad de vinculación interna, se supone que la nueva estrategia corporativa, implantada en el año 2002, podría influir en una mayor interacción entre las divisiones, los centros técnicos y las plantas que permitiera la acumulación de capacidades innovadoras avanzadas.

### ***11.3 Factores que estimulan e inhiben la acumulación***

Con el fin de dar inicio a la presente sección se destaca lo planteado por Corpes de Occidente (1996) en cuanto al proceso de acumulación: "...en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas existen importantes diferencias intersectoriales y por tamaño de empresa. Esto se refleja en la naturaleza de las actividades de cambio técnico, el patrón de inversión en intangibles y las potencialidades y necesidades para la realización de las actividades de innovación y de ajuste ante cambios económicos."

En este contexto, vale la pena resaltar que no es lo mismo analizar el proceso de acumulación de capacidades en una empresa pequeña ubicada en un sector poco competitivo, que hacerlo para una empresa global que compite en un sector con una gran exigencia y con líneas de negocio y productos que se pueden fabricar en cualquier parte del mundo, obedeciendo a decisiones y estrategias globales. Así que además de los aspectos indicados anteriormente, se deben considerar otros factores que influyen de manera importante en el proceso de acumulación, tales como el aprendizaje tecnológico, las estrategias de las empresas globales, la localización de actividades de producción y de diseño, entre otros.

Estos factores influyen en los diferentes niveles de acumulación alcanzados por los tres negocios, que pueden estimular e inhibir la acumulación de dichas capacidades tecnológicas. A continuación se analiza un conjunto de factores relevantes observados en el caso de los tres negocios estudiados para Delphi-México: i) Aprendizaje tecnológico, ii) Trayectoria tecnológica del sector automotriz e industria de autopartes, iii) Estrategias de las empresas globales y los mandatos a las subsidiarias, iv) Localización de actividades de producción y diseño, y v) Competitividad de las plantas en México.

### **11.3.1 Aprendizaje tecnológico**

El aprendizaje tecnológico ha sido caracterizado por muchos autores como un elemento fundamental para la construcción y acumulación de capacidades tecnológicas, tal como se presentó en la sección 2.1.1 del capítulo 2. De ahí que sea considerado como un elemento clave en la presente investigación, debido a que permite explicar parte del fenómeno que ha ocurrido a partir de la instalación de Delphi en México a finales de la década de los setenta.

En este contexto, cabe señalar el caso de Corea del Sur y de sus empresas (por ejemplo: Samsung), quienes empezaron su camino de aprendizaje tecnológico adquiriendo maquinarias japonesas y han terminado no sólo con un número muy alto de contratos de licencias sino que hoy en día, ya ellas mismas licencian su tecnología. Si bien en México éste no ha sido el caso, si vale la pena resaltar la importancia que juega el aprendizaje en los procesos de acumulación de capacidades locales de las empresas maquiladoras.

En Delphi-México, específicamente en los negocios estudiados, el aprendizaje ha sido estimulado a través de una política empresarial que consiste en hacer una fuerte formación a todos los niveles. Esta formación se constituye en una variable importante, tanto para la división de E&C como para Saginaw. Si bien las plantas estudiadas cuentan con personal bien formado, la actualización y la asimilación de nuevos conocimientos hacen parte de las tareas que tienen a su cargo los empleados de Delphi. El aprendizaje se ve estimulado también por la acumulación de experiencias, las adaptaciones y mejoras incrementales debido al dominio del proceso productivo por parte del personal calificado local,<sup>24</sup> que se constituyen en mecanismos de aprendizaje clave, tal como fue explicado en la sección

---

<sup>24</sup> Esta característica del aprendizaje también fue destacada en el trabajo de Buitelaar y otros (1999)

11.1.3. Lo anterior, ha sido relevante en Delphi y aún lo sigue siendo, especialmente a partir de la instalación en 1995 del MTC, debido a que algunas de las capacidades denominadas “centrales” relacionadas con el diseño e I+D, ya no se localizan en el país de origen (EEUU), por el contrario, muchas de estas actividades se realizan en México con éxito, estimulando el aprendizaje tecnológico y acelerando así, el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los negocios estudiados.

Buitelaar y otros (1999) realizaron un estudio sobre la IME para la CEPAL, el cual destaca: i) el proceso más importante de aprendizaje tiene lugar en el ámbito de la organización de la empresa y el trabajo; y ii) los procesos de aprendizaje son más limitados con respecto a la tecnología de procesos y productos. Respecto a estos dos puntos planteados y considerando la evidencia empírica de esta tesis, se puede señalar que en Delphi, para los tres negocios estudiados, el aprendizaje ocurre tanto al nivel de la organización y el trabajo como de la tecnología de procesos y productos. A partir de la instalación del MTC en México se han asumido actividades tecnológicas de mucha más responsabilidad, asimismo, las plantas de ensamble y manufactura desarrollan actividades con un mayor contenido tecnológico, lo que ha hecho posible poder responder cada vez más y mejor las demandas de la empresa global.

El análisis anterior, permite pensar que el MTC ha sido un catalizador que ha acelerado el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios, y que el aprendizaje tecnológico estimulado a través de los mecanismos de aprendizaje, antes señalados, han jugado un papel crucial en todo este proceso.

### **11.3.2 Trayectoria tecnológica del sector automotriz e industria de autopartes**

Delphi Corp. era hasta el año 2001 el mayor proveedor de autopartes a escala mundial<sup>25</sup> y por lo tanto, es una empresa que tiene una gran responsabilidad frente a uno de los sectores más competitivos y exigentes en el mercado global. Como se ha mencionado anteriormente, el sector automotriz es un sector que maneja tres variables principales y con las cuales compiten las empresas proveedoras de este sector: calidad, volumen y precio. Al respecto Wohleen (2003) considera que: “...en una economía mundial competitiva, el sector

<sup>25</sup> Ver figura 6.3, del capítulo 6 de esta tesis, presentada por Liedke-Bosch (2003)

automotriz continuará trasladándose a las áreas que ofrezcan mejores oportunidades para la realización de negocios.”

Lo anterior hace que las empresas proveedoras como Delphi tengan que buscar las mejores opciones para producir eficiente y competitivamente. Por ejemplo, los sistemas flexibles de producción se convirtieron en el paradigma tecno-económico dominante en las industrias de alta tecnología del mundo a principios del siglo XX. En México, la utilización de estos sistemas cambió la geografía económica del sector automotriz; y alteró los patrones de producción y especialización de los productores de autopartes a finales de la década de los ochenta y principio de los noventa. (Ramírez, 1995) En los últimos años de la década de los noventa y principios del siglo XXI, se observa un proceso de intensificación de la competencia y de creciente internacionalización de la producción como consecuencia de la globalización. Bajo estos parámetros las empresas terminales o ensambladoras, han adoptado nuevas estrategias reorganizando la cadena de producción y de distribución, profundizando la internacionalización de la producción para fortalecer su presencia en los mercados, y adecuando sus estructuras de producción a los bloques comerciales en la economía mundial.<sup>26</sup> Lo anterior se confirma con lo planteado por Carrillo y Lara (2003) en cuanto a que en este sector se han llevado a cabo transformaciones organizacionales importantes, que han influenciado significativamente la evolución de las empresas que compiten en el sector automotriz y en la industria de autopartes y por ende de su proceso de acumulación de capacidades tecnológicas.<sup>27</sup>

Así, este sector ha estado a la vanguardia, por más de un siglo, en el mejoramiento de actividades que le permiten manejar grandes volúmenes de producción a bajos costos y con altos niveles de rentabilidad.<sup>28</sup> De ahí, que la proveeduría de este sector automotriz (industria de autopartes) se vea obligada a estar al mismo nivel, para lo cual, la innovación y el mejoramiento continuo parece ser la respuesta para competir satisfactoriamente al nivel mundial, situación que al parecer ha sido entendida por Delphi Corp. Así, la evidencia empírica presentada en esta tesis, parece confirmar la definición realizada por Pavitt para el

---

<sup>26</sup> Página web: <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpZEAZyEZyZDLgbFmI.php> (2003)

<sup>27</sup> Una mayor explicación de este tema se encuentra en la sección 5.3 del capítulo 5 de esta investigación.

<sup>28</sup> Es importante aclarar que la rentabilidad por unidad, en este sector, es muy baja; es un negocio altamente rentable por el volumen de producción.



sector intensivo en escala<sup>29</sup> al cual pertenece esta empresa, en el sentido de que el conocimiento expresado en sus diferentes formas es parte integral de la dinámica que hace posible el liderazgo en los procesos productivos del sector automotriz.

En este contexto, parece ser que la trayectoria del sector automotriz y la industria de autopartes, debe ser considerada como un factor estimulante del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras, debido a la importancia y las exigencias que tiene para una empresa como Delphi, el pertenecer a la industria de autopartes y proveer al sector automotriz. Lo anterior, teniendo en cuenta que el sector automotriz ha sido pionero en la creación de innovaciones, que han transformado radicalmente la organización del proceso de fabricación manufacturera influenciando así a otros sectores.

### **11.3.3 Estrategias de las empresas globales y los mandatos a las subsidiarias**

Para Tirole (1992) la estrategia de las empresas multinacionales sigue siendo la consecución de economías a escala y, por lo tanto, su justificación para competir es la obtención de una curva de costo promedio decreciente a elevados niveles de producción. Lo anterior, sigue siendo válido para las empresas globales, aunque con un enfoque más integral según lo planteado por Aleé (1995). Así, en el contexto de la competitividad de las empresas globales, es importante analizar el papel que han jugado y juegan actualmente las estrategias de estas empresas en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en los tres negocios objeto de estudio.

Si se analiza el caso de Delphi a la luz de lo planteado por Taggar (1998) sobre las estrategias de las empresas multinacionales y globales, se tiene que:

- a. Desde el punto de vista de la coordinación de las actividades, Delphi como empresa global se ha organizado a través de divisiones que manejan negocios relacionados con sistemas, subsistemas y componentes para el sector automotriz. Cada división obedece a políticas generales definidas por el Corporativo, pero internamente cada una tiene su propia organización y toman decisiones con cierto nivel de independencia. En este sentido, si se considera a las divisiones de Delphi como subsidiarias se puede señalar

---

<sup>29</sup> La definición sobre este sector se encuentra en la sección 2.1.2 del capítulo 2 de la presente tesis.

que éstas podrían catalogarse como una “réplica miniatura”, lo que significa que llevan a cabo un amplio rango de tareas funcionales y operacionales en el ámbito local. Estas tareas involucran tanto al MTC como a las plantas de ensamble y manufactura.

Delphi es una empresa que ha re-localizado sus actividades de producción desde hace un poco más de 20 años, obedeciendo a una estrategia de competitividad para el sector automotriz. En este mismo sentido, en los últimos años también ha estado re-localizando sus actividades de diseño e I+D en diferentes partes del mundo. En el caso mexicano, el MTC concentra algunas de las actividades de toma de decisiones y de coordinación, mediante las cuales se manejan tanto las actividades de producción como de diseño e I+D. Así, esta descentralización de actividades al nivel de México le da a la subsidiaria, en este caso la división, mucha flexibilidad para responder a la situación local. Lo anterior, permite pensar que se ha dado un importante nivel de independencia de las plantas y el MTC respecto del Corporativo, que repercute en el comportamiento de su personal directivo y representa un reto para quienes dirigen y trabajan tanto en las plantas como en el MTC.<sup>30</sup>

- b. Desde el punto de vista de la configuración, Delphi Corp. es una empresa que está dispersa geográficamente. Así, por ejemplo, se tienen plantas de ensamble y manufactura en distintas partes del mundo, con el fin de atender a los principales mercados internacionales del sector automotriz. También cuenta con Centros Técnicos ubicados estratégicamente para dar respuesta a las necesidades de sus negocios en todo el mundo. Lo anterior, hace que se tenga una mayor autonomía y un significativo número de actividades de la cadena de valor, realizadas localmente.

Con base en el análisis anterior, se podría concluir que de acuerdo con el modelo de configuración-coordinación de Porter, el Corporativo Delphi obedece a una estrategia de “país-central” y cuyas subsidiarias se podrían denominar como autárticas. En este contexto, es importante señalar que en la presente investigación no se profundiza en el tema de las actividades de coordinación del MTC en México, desarrollado por Lara y Carrillo (2003), y presentado en sección 2.2.2 del capítulo 2, debido a que el estudio de tres casos no permite

---

<sup>30</sup> Gerente de la subplanta de ABS (2002)

identificar plenamente la relación con el conjunto de México. A pesar de lo anterior, esta investigación deja entrever que las nuevas actividades de coordinación del MTC son importantes dentro del comportamiento organizacional de Delphi-México.

Con base en la evidencia empírica presentada en esta tesis, las estrategias globales parecen jugar un papel dual, debido a que estimula pero al mismo tiempo puede inhibir el proceso de acumulación de capacidades en las subsidiarias instaladas en países en desarrollo. Esto se refleja claramente cuando una empresa como Delphi decide trasladar sus líneas de negocio de un lugar a otro, tomando como base muchas variables, entre ellas: la competitividad en el sector, las ventajas de localización, los beneficios económicos, la estabilidad del país receptor, entre otras. Las variables de esta localización serán analizadas más adelante, pero vale la pena resaltar que son muy importantes en la toma de decisiones y en la estrategia global de la empresa. Así, el trasladar un negocio de un lugar a otro, hace que el lugar donde llega deba tener las capacidades o tenga la necesidad de crearlas con el fin de que sea competitivo; con esta decisión se puede pensar que se estimula el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas. Mientras que el lugar de donde es trasladado dicho negocio se queda con las capacidades truncadas y tal vez tenga que crear nuevas para recibir otros negocios o simplemente que se pierdan en el caso de que la planta sea cerrada; esta segunda decisión parece inhibir el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas.

El traslado de los negocios depende en gran medida del tipo de producto, considerando su complejidad de fabricación y las exigencias en cuanto a capacidades tecnológicas requeridas para fabricarlo en el lugar donde se instale.<sup>31</sup> En algunos casos el producto puede ser de tecnología madura, para lo cual solo se requiere de capacidades operativas básicas o rutinarias para su fabricación, en este caso las variables de localización a tener en cuenta se enfocan especialmente en los costos y la cercanía al mercado, entre otras, pero no se requiere una exigencia especial en capacidades innovadoras. En otros casos, el producto puede tener un nivel tecnológico complejo, que exige mayores demandas de capacidades tecnológicas para su producción, en este caso las variables de localización se enfocan más a evaluar las condiciones de personal calificado, incentivos, infraestructura, etc.

---

<sup>31</sup> Este tema se analiza en el factor de localización de actividades de producción y diseño.

En Delphi, tanto en la división E&C como en Saginaw, se han presentado varios casos relacionados con traslados de negocios, bien sea, que llegan a México o que se van de México. Un ejemplo es el negocio del modulador que hizo posible que se estimularan y acumularan nuevas capacidades de producción a escala local con el fin de fabricarlo de manera competitiva. Siguiendo a Cantwell (2003), se puede pensar que este es un caso de explotación de capacidades, pero además, de estimulación de proceso acumulativo de capacidades tecnológicas. Caso contrario fue el que sucedió en la planta 65 de Querétaro, donde se habían acumulado amplias capacidades para la fabricación de un tipo de sistema de dirección, que por una decisión estratégica de la división fue trasladado a una planta de Delphi en EEUU. Esta decisión hizo que la planta 65, truncara todo un proceso de aprendizaje que se había generado alrededor de este sistema y además que se perdiera ese negocio para la planta. Este caso se podría identificar como de inhibición de capacidades tecnológicas a partir de una decisión estratégica de la empresa.

En cuanto al mandato a las subsidiarias para la creación de capacidades, los ejemplos más importantes se presentan con las decisiones tomadas por Delphi Corp. con el fin de instalar el diseño para el mundo de los negocios de sensores y actuadores y de la flecha intermedia en el MTC. Las actividades de diseño para los dos negocios se llevaban a cabo en los Centros Técnicos de Delphi en EEUU (Anderson y Michigan, respectivamente). Estos dos casos permiten pensar que una decisión de mandato puede estimular la acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras, y por lo tanto, se considera como un factor positivo para este proceso. Esto se refleja en que se ha creado una masa crítica de ingenieros expertos en el diseño de estos dos negocios en el MTC, que trabajan con tecnologías de punta y que se convierten, de alguna manera, en una garantía de éxito para los posibles traslados de nuevos negocios a México.

El avance en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en el negocio de la caja de dirección es otro caso que está asociado a la estrategia de la empresa global, la cual estuvo estimulada por la política de integración nacional promovida por el gobierno mexicano.<sup>32</sup> Asimismo, este avance se vio estimulado por la necesidad de la División

---

<sup>32</sup> Una mayor explicación se encuentra en la sección 9.1, *Actividades de diseño*, del capítulo 9 de esta tesis.

Saginaw, de dar respuesta al creciente mercado mexicano asociado a las ensambladoras instaladas en el país.

Con lo presentado anteriormente, se ilustra cómo las decisiones y las estrategias de las empresas globales, pueden afectar de manera significativa, positiva o negativamente, el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas locales de sus subsidiarias en los países en desarrollo. Lo anterior a partir de estimular el desarrollo de nuevas capacidades o haciendo que se trunquen o se desacumulen las capacidades logradas en el ámbito local.

#### **11.3.4 Localización de actividades de producción y diseño**

El tema de la instalación de subsidiarias en países en desarrollo por parte de los grandes corporativos, ha sido estudiado sobre la base de temas como: el impacto de esta instalación en el empleo para los países receptores, las ventajas para los grandes corporativos de tener una producción “barata”, aprovechando los recursos del país receptor, el impacto de estas instalaciones en las capacidades tecnológicas locales, entre otros temas. Asimismo, el tema de la instalación de subsidiarias trae consigo el tema de la localización, bien sea de actividades de producción, de diseño y en contadas ocasiones de actividades de I+D.

Delphi se instala en México a finales de la década de los setenta obedeciendo a una estrategia de localización, basada en la mano de obra barata y abundante, en las condiciones que ofrecía el régimen maquilador y en la cercanía con el mercado estadounidense. En este sentido se puede señalar que su decisión estaba enfocada, básicamente, a ubicarse en un lugar para reducir costos. La evolución de Delphi en México estuvo acompañada de la reestructuración industrial de las plantas ensambladoras que impulsó a los proveedores de autopartes a modificar su tradicional especialización productiva. De ahí que entre 1980 y 1990, las maquiladoras de autopartes cambiaran de ser simples ensambladoras de sistemas eléctricos a productores de motores y autopartes de mayor complejidad tecnológica. (Ramírez, 1995)

Lo anterior, permitió identificar que el tipo de producto puede también influenciar la localización, teniendo en cuenta las necesidades que se requieran para su producción. Así, si un lugar ofrece las condiciones necesarias para instalar negocios que requieran solo

capacidades operativas básicas para su producción, este lugar sería atractivo para que los grandes corporativos instalen negocios con una baja complejidad tecnológica. Para el caso de los negocios que requieran de capacidades innovadoras, la empresa multinacional o global debe decidir, entre otras variables, elegir un lugar que ya tenga dichas capacidades o elegir otro que no las tenga y asumir el costo de desarrollarlas.

En el caso de Delphi después de haber localizado sus actividades de producción, por más de 15 años en México, decide re-localizar actividades de diseño e I+D para algunos de sus negocios. Así para la línea de negocios de sensores y actuadores ya se contaba con cierto nivel de acumulación de capacidades que hizo posible el traslado de actividades de diseño y posteriormente actividades de I+D. Para el caso del negocio de la flecha intermedia se recurrió a la creación de capacidades de diseño a través de la transferencia de tecnología y la formación de nuevo personal en ingeniería para este producto. En este contexto, vale la pena resaltar lo planteado por Meyer-Krahmer y Reger (1999) quienes señalan que el fortalecimiento de las actividades de I+D tiene como fin atender a las exigencias de los mercados locales, buscando aumentar la capacidad innovadora global de la empresa. Así la re-localización de las actividades llevadas a cabo por el MTC permitió acelerar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en diferentes funciones técnicas de estos dos negocios.

Con base en lo presentado en esta sección, se puede afirmar que el factor de localización de actividades de producción con contenido tecnológico creciente, influye de manera positiva en la acumulación de capacidades operativas e innovadoras básicas. Mientras que la re-localización de actividades de diseño e I+D, ejerce una influencia positiva en la estimulación de capacidades tecnológicas innovadoras intermedias y avanzadas.<sup>33</sup>

### **11.3.5 Competitividad de las plantas en México**

Las plantas de producción, tanto para la división E&C como para Saginaw, han logrado un fuerte desarrollo en diferentes áreas (administrativa, organizacional y productiva) que les ha permitido ganar credibilidad ante los directivos de Delphi. Esta credibilidad se manifiesta principalmente en que se trasladan nuevos negocios para su producción y que se mantienen

---

<sup>33</sup> Una mayor explicación se presenta en la sección 2.2.3 del capítulo 2, de la presente tesis.

negocios de alto contenido tecnológico en México, sobre la base de la competitividad de las plantas que han logrado cumplir con los negocios que les han sido asignados.

La “autonomía” que han logrado alcanzar las plantas y el MTC frente al Corporativo en algunas actividades de toma de decisiones, les ha dado una mayor “peso” frente al *Business Team* para que les asignen nuevos negocios. En este contexto, vale la pena mencionar lo planteado por Porter (1986) sobre que “la descentralización de actividades al nivel de países da a la subsidiaria mucha flexibilidad para responder a la situación local,” que para el caso de las plantas y el MTC de Delphi-México se refleja en la respuesta que da a sus clientes externos, las ensambladoras instaladas en México, y a sus plantas hermanas instaladas en EEUU que funcionan como clientes internos en el proceso productivo de componentes para los sistemas automotores. Asimismo, la importancia creciente del MTC en el contexto del diseño y de las actividades de I+D de nuevos productos, las ventajas de localización, el costo de mano de obra calificada, el nivel de los ingenieros mexicanos, entre otras, hace que México sea considerado aún como una buena plaza para atraer los negocios de Delphi Corp, especialmente, aquellos que requieren de mayor nivel tecnológico.<sup>34</sup>

En este contexto, vale la pena mencionar lo declarado por el Presidente del Sector Eléctrico, Electrónico, Seguridad e Interiores de Delphi Corp. en el Congreso Internacional de la Industria Automotriz celebrado en México en el año 2003: “... otra área que dictará en dónde invertirá Delphi en un futuro, es la relacionada con la reserva de talentos. Aunque es importante lograr la colaboración en el sector automotriz y encontrar mercados emergentes apropiados, este factor, la fuerza de trabajo capacitada, puede ser uno de los más importantes para definir qué tan exitoso será el sector automotriz en el año 2010 y más.” De ahí la importancia de contar con personal formado y con experiencia ubicado en el MTC y en las plantas en México, para atraer nuevos negocios y consolidar el proceso de acumulación de capacidades innovadoras.

A continuación se analizan dos factores que intervienen en la competitividad de las plantas de Delphi-México: i) poder de negociación de los directivos de las plantas, y ii) evaluación

---

<sup>34</sup> Gerente de la planta 65, Querétaro (2003)

por parte del cliente. Si bien estos dos factores no son los únicos que intervienen en la competitividad de las plantas, se consideró destacarlos en esta tesis debido a la influencia que ellos parecen ejercer, de forma directa e indirecta, en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios estudiados.

#### *11.3.5.1 El Poder de negociación de los directivos de las plantas*

Los directivos que administraban las plantas de producción de Delphi en México eran, inicialmente, oriundos de EEUU y su “peso” dentro del Corporativo era tomado muy en cuenta en la toma de las decisiones. Posteriormente, en la medida en que las plantas y el personal adquirieron más experiencia y responsabilidades, la administración de las plantas fue quedando en manos de ingenieros mexicanos considerando su trayectoria y desempeño dentro de la compañía. Lo anterior se considera un gran paso dentro de la evolución de las plantas, especialmente las que producen los negocios en estudio, pero también ha sido considerado como un elemento que ha frenado en algunas ocasiones la consecución de nuevos negocios, teniendo en cuenta que los directivos mexicanos ya no tienen el mismo “peso” ante las diferentes instancias del Corporativo, para la toma de decisiones que los directivos estadounidenses.<sup>35</sup>

Lo anterior, lleva al tema de la pugna que se da entre las diferentes plantas de Delphi a escala mundial, por los negocios que asigna el *Business Team* y el *Product Team*. Esta pugna hace posible detectar ciertas características de poder e independencia por parte de las plantas que se disputan los negocios. El poder se relaciona básicamente con la importancia y “peso” del representante de la planta para influir en la negociación ante los grupos que toman las decisiones. Así, cuando una planta cuenta con directivos que tienen una gran influencia ante quienes toman las decisiones, las posibilidades de atraer negocios para sus plantas son mayores. La independencia está más relacionada con la competitividad de la planta para hacerse cargo del negocio en disputa, es decir, las capacidades que ha desarrollado localmente y que le permite ofrecer condiciones más favorables que otras plantas “hermanas” ubicadas en distintas partes del mundo. Esta tendencia cada vez es más fuerte, puesto que si una planta tiene participación en los grupos de *Business Team* y

---

<sup>35</sup> Gerente de la Planta 65 de Querétaro (2003), Director del grupo de Desarrollo de Productos de Saginaw (2002)



*Product Team* se incrementan las posibilidades de lograr el traslado de negocios que ya están en producción en otras plantas o la asignación de negocios nuevos que están en los centros técnicos listos para ser escalados en las plantas.

Para el caso de Delphi-México el poder de negociación de los directivos ha sido clave, tanto para estimular como para inhibir la acumulación de capacidades tecnológicas en los negocios. Un ejemplo de la estimulación, se pudo constatar con el caso del negocio del modulador. En este caso fue muy importante que la planta 35 de Ciudad Juárez, tuviera representantes en el *Product Team*<sup>36</sup> lo que hizo posible que la planta 35 no perdiera importantes negocios relacionados con este producto. En esta negociación se demostró que los gerentes y directivos mexicanos de la línea de negocio de sensores y actuadores han ganado experiencia y han aprendido a negociar con los responsables de la asignación de negocios nuevos y el traslado de negocios que están en otras plantas de Delphi.<sup>37</sup>

Un ejemplo de la inhibición para el proceso de acumulación de capacidades, es el caso del traslado de algunos productos clave, relacionados con el sistema de dirección, para las plantas de Querétaro a otras plantas ubicadas en diferentes partes del mundo. Lo anterior, hizo reflexionar a los directivos de las plantas de Querétaro sobre la importancia de tener representantes ante los grupos que toman las decisiones en EEUU.<sup>38</sup> Así, la importancia de tener directivos con buenos contactos dentro del Corporativo, con trayectoria y respeto al interior de los grupos de toma de decisiones, parece tener vital importancia en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en un país como México. En el recuadro 11.2, se destaca la importancia de participar en los equipos de toma de decisiones de Delphi Corp.

---

<sup>36</sup> El *Product Team* de la línea de negocio de sensores y actuadores está ubicado en el MTC y en él participa como representante de la subplanta de ABS el gerente. En el caso de Saginaw el representante ante el *Product Team* para las líneas de negocio de las plantas 65 y 66 es el gerente de la planta 65. Esta participación se dio sólo a partir de julio de 2003.

<sup>37</sup> Gerente de la subplanta de ABS (2002)

<sup>38</sup> Entrevista con el Gerente de la Planta 65 de Querétaro.

**Recuadro 11.2**  
**El ingreso de un directivo de Querétaro al *Product Team***

Debido a la importancia creciente de influenciar la decisión de atraer proyectos nuevos a las plantas de Querétaro, e impedir que se trasladen a otros lugares los negocios que están actualmente en las plantas, hizo que en el año 2003 se hiciera la invitación a los integrantes del *Business Team*. En esta visita se mostraron los buenos resultados obtenidos en este sitio de manufactura, a partir de los reportes en cuanto a quejas del cliente, rechazos internos, desperdicios, la rentabilidad histórica de los negocios que se tienen en las plantas, y cómo ha sido el desempeño con los clientes más importantes y que son más demandantes.

Con base en esta reunión, se logró que el Gerente de la planta 65 de Querétaro haga parte del *Product Team* y pueda participar en la toma de decisiones para la asignación de los negocios a escala mundial.

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas (2003)

### **11.3.5.2 Evaluación por parte del cliente**

Como se ha mencionado reiteradamente los principales clientes de Delphi son las ensambladoras de automóviles. Las ensambladoras se encargan de evaluar el desempeño de sus proveedores, como es el caso de Delphi Corp., y esta evaluación la realiza cada ensambladora de acuerdo con sus políticas.<sup>39</sup> En general, las penalizaciones utilizadas en el sector automotriz son:

1. Por los PRR (*Problem Resolution Report*) o reportes de rechazo por parte del cliente, cuando la línea de ensamble de la armadora se detiene por más de 5 minutos debido a una falla del proveedor.
2. Estado de contención Nivel 1, cuando se afecta la relación Planta – Ensambladora.
3. Estado de contención Nivel 2, cuando se afecta la relación Planta – Ensambladora – Usuario final.

Esta evaluación por parte del cliente se constituye en una de las variables a tener en cuenta por parte del *Business Team*, en el momento de definir la asignación de los negocios para una planta. Así, cada división de Delphi le hace seguimiento a sus plantas de ensamble y manufactura a través del número de PRR anual. Con base en lo anterior, esta evaluación por parte del cliente, de manera indirecta, afecta el proceso acumulativo de capacidades tecnológicas, debido a que si una planta tiene muchos PRR, seguramente no será considerada en la asignación de nuevos negocios, mientras que una planta con bajo número de PRR, seguramente, tendrá mejores posibilidades para competir por negocios nuevos o

<sup>39</sup> En el caso de GM, esta ensambladora califica a sus proveedores a través de los PRR.

por el traslado de negocios que ya estén en producción. Así, como ya se ha mencionado anteriormente, la decisión de asignar los negocios en una planta o de trasladarlos a otra, afecta directamente el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los negocios, estimulándolo o inhibiéndolo según sea el caso.

En síntesis, la competitividad de las plantas instaladas en los países en desarrollo parece ser un factor que estimula activamente la acumulación de capacidades tecnológicas locales en los negocios, ya que de alguna manera esta acumulación se convierte en una forma para estar vigente y permanecer en un mercado global como lo es la industria de autopartes y por ende el sector automotriz. La acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras locales, especialmente las relacionadas con el conocimiento y el personal directivo capacitado en áreas clave para la empresa, pueden convertirse en una estrategia muy fuerte para que las plantas puedan atraer negocios nuevos, y a la vez, para que la empresa global decida mantener y/o trasladar nuevos negocios a las plantas. Además, la evaluación por parte del cliente aunado a cómo están “ranqueados” los líderes de cada organización, se constituye en elementos clave en el proceso acumulativo, bien sea para estimularlo o para inhibirlo, tal como se explicó en esta sección.

#### ***11.4 Conclusiones del capítulo***

El proceso de acumulación de capacidades innovadoras en México ha obedecido a diferentes lógicas y los negocios estudiados en esta investigación han acumulado diferentes niveles de capacidades, especialmente en lo relacionado con las funciones técnicas de producción y vinculación externa, que son las que se vinculan con actividades de diseño e I+D. Asimismo, este proceso acumulativo de capacidades tecnológicas para los tres negocios ha estado acompañado de mecanismos de aprendizaje que han contribuido a acelerar y consolidar este proceso. En este sentido es importante retomar lo planteado por Amsden (1989) quien afirma que el aprendizaje juega un papel clave en el cambio tecnológico de los países en desarrollo, y por lo tanto, en las empresas ubicadas en estos países.

Las vinculaciones tanto internas como externas, que lleva a cabo Delphi, le permiten un mayor desarrollo especialmente en lo relacionado con actividades de diseño e I+D. Estas

actividades de vinculación se realizan con diferentes agentes, especialmente del entorno global, lo que estimula significativamente el proceso acumulativo de capacidades tecnológicas innovadoras locales.

En la tabla 11.3 se muestran los principales factores identificados en la presente investigación, los cuales parecen estimular y algunos de ellos inhibir el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios analizados.

**Tabla 11.3 Factores que estimulan e inhiben el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios estudiados en México**

	Factores	Estimula	Inhibe
1	Aprendizaje tecnológico	*	
2	Trayectoria tecnológica del sector automotriz y la industria de autopartes	*	
3	Estrategias de las empresas globales y mandatos a las subsidiarias	*	*
4	Localización de actividades de producción y diseño	*	
5	Competitividad de las plantas en México	*	*

Fuente: elaboración propia a partir de la evidencia

Con base en la tabla anterior es importante mencionar que los factores que estimulan e inhiben el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas presentados en este capítulo, no son los únicos. Sin embargo, estos factores permiten dar una idea muy aproximada de lo que afecta positiva o negativamente estos procesos de acumulación de capacidades tecnológicas de los negocios instalados en los países en desarrollo como México, a través de empresas globales como Delphi Corp. Así, para el caso de los tres negocios de Delphi estudiados en esta tesis, estos factores han jugado un papel importante en el proceso acumulativo de capacidades tecnológicas innovadoras locales.

## Capítulo 12. Conclusiones Finales

El estudio sobre el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en la IME es un tema relativamente nuevo, ya que recién a mediados de la década de los noventa se inician los primeros estudios que analizan de una forma u otra el fenómeno de las capacidades tecnológicas en las empresas maquiladoras en México.

La IME era una industria considerada, desde su instalación en México, de bajo perfil tecnológico, dedicada al ensamble simple de componentes sobre la base del uso intensivo de mano de obra barata. Esta situación se fue modificando a partir de la instalación de plantas con procesos de mayor contenido tecnológico, lo que hizo posible la realización de actividades técnicas más complejas y un mejor desarrollo de las habilidades técnicas del personal de las maquiladoras a diferentes niveles.

Un caso interesante para analizar el proceso de acumulación de capacidades de la IME en México es la empresa global Delphi y especialmente los negocios que se estudiaron en esta investigación: sensores y actuadores, caja de dirección y flecha intermedia. Esta acumulación está asociada a una evolución paulatina de actividades cada vez más complejas. Así, por ejemplo, la línea de negocio de sensores y actuadores muestra un proceso de acumulación de capacidades innovadoras, que se dieron sobre la base de capacidades operativas, las cuales evolucionaron a partir de procesos como el aprendizaje tecnológico, la mejora continua, la adquisición de habilidades del personal operativo y directivo, el traslado de procesos y productos cada vez más complejos tecnológicamente, entre otras.

Pero este proceso acumulativo de capacidades tecnológicas también ha sido el resultado de decisiones tomadas desde el Corporativo de Delphi, que han influenciado significativamente este proceso. Estas decisiones a escala global se relacionan, especialmente, con temas como las estrategias globales, la localización de actividades de producción de diseño y de I+D, la internacionalización de las capacidades, los mandatos a las subsidiarias, entre otros. El caso de la línea de negocio de sensores y actuadores ilustra el efecto de estas decisiones.

En este sentido, el objetivo principal de esta tesis se enfocó a analizar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en los tres negocios mencionados anteriormente. Este proceso acumulativo no ha sido lineal ni continuo en los tres negocios y se ha fundamentado en un fuerte proceso de aprendizaje tecnológico. Asimismo, las decisiones de la empresa global han afectado de forma significativa al proceso y pueden llegar a estimularlo o a inhibirlo.

La presente tesis doctoral tuvo como eje para el análisis de los tres casos objeto de estudio las siguientes preguntas:

1. ¿Qué ha caracterizado a los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras de los tres negocios instalados en Delphi-México?
  - 1.1 ¿Cómo se dio el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios?
  - 1.2 ¿Qué tipo de capacidades tecnológicas se han acumulado en estos tres casos?
  - 1.3 ¿En qué consisten las principales similitudes y diferencias en los tres procesos de acumulación?
  - 1.4 ¿Qué papel juegan, positiva o negativamente, la estrategia corporativa global y las decisiones de Delphi Corp. y cómo influyen en el proceso acumulativo de capacidades tecnológicas innovadoras locales?
2. ¿Por qué los vínculos para la innovación tanto internos como externos inciden en la acumulación de capacidades innovadoras?
  - 2.1 Líneas de negocio y Divisiones de la empresa.
  - 2.2 Instituciones locales, regionales y mundiales.
  - 2.3 Corporativo, centros técnicos y plantas
3. ¿Qué factores han estimulado o inhibido la acumulación de capacidades innovadoras en los tres casos en estudio?
  - 3.1 ¿Cuáles han sido los factores que han afectado positiva y negativamente este proceso?

- 3.2 ¿La cercanía de los centros técnicos a las plantas de ensamble y/o manufactura es un factor relevante ó su importancia depende de las características y necesidades del producto y las capacidades desarrolladas por las plantas?
- 3.3 ¿En la pugna por retener y/o atraer productos y procesos juega un papel importante los directivos de las plantas de producción en las cuales se han alcanzado capacidades locales relevantes?

El capítulo de conclusiones está organizado en cuatro secciones. En la primera sección 12.1 se analizan y se dan respuesta a las tres preguntas presentadas anteriormente. En la sección 12.2 se resaltan las principales contribuciones de esta tesis. En la sección 12.3 se presentan las principales implicaciones sobre política que se deducen de esta investigación. Finalmente en la sección 12.4 se hace una breve presentación de los temas que se derivan de la presente tesis doctoral para estudios en el futuro.

### *12.1 Análisis del proceso de acumulación, vinculaciones y factores*

En esta sección se presentan las principales conclusiones del análisis del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los tres negocios estudiados y se da respuesta a las preguntas planteadas.

#### **12.1.1 Proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en los tres negocios: niveles, similitudes y diferencias**

El análisis del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas de los tres negocios, dio como resultado que éstos han acumulado en diferentes niveles y que su acumulación ha estado marcada por distintas características. Así, el caso de la línea de negocio de sensores y actuadores obedeció más a un proceso paulatino y escalonado de acumulación de capacidades operativas y posteriormente innovadoras. Mientras el negocio de la caja de dirección pasó de capacidades operativas a innovadoras en un periodo más corto a raíz de las decisiones estratégicas tomadas la empresa. En cuanto al negocio de la flecha intermedia la acumulación de capacidades innovadoras está fuertemente relacionada con el mandato por parte de la empresa global. Así, los tres negocios han acumulado al año 2002 capacidades tecnológicas innovadoras en las funciones técnicas estudiadas, destacándose especialmente las capacidades que se relacionan con actividades de diseño e I+D.

Los tres procesos de acumulación han tenido como común denominador el tema de las estrategias globales de la empresa. Así, la línea de negocio de sensores y actuadores parece alcanzar el mandato, por parte de la empresa, para realizar actividades de diseño e I+D en el MTC a raíz del buen desempeño en las actividades productivas entre otras razones. El negocio de la caja de dirección está estrechamente vinculado con la estrategia global de la empresa para atender el mercado Mexicano, de ahí que hubiera trasladado las actividades de producción para este negocio a México. Para el negocio de la flecha intermedia el mandato se da primero para realizar actividades de diseño en el MTC y posteriormente, se trasladan las actividades de producción. Con base en lo anterior, se observa que el origen de la estrategia de la empresa parece obedecer a razones diferentes, acordes a sus necesidades de competitividad en el mercado global. Así, con base en la evidencia empírica encontrada y en el análisis realizado se concluye que el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas locales se ve claramente influenciado, positiva y negativamente, por las estrategias de la empresa global, tal como se analizó en la sección 11.3.3 del capítulo 11.

Las mayores similitudes en los tres procesos de acumulación se dan al nivel de las actividades de proceso y organización de la producción. Mientras que en actividades relacionadas con el producto y la vinculación externa se presentan las mayores diferencias; por ejemplo, para el negocio de la caja de dirección se acumularon capacidades básicas mientras que para la línea de sensores y actuadores se lograron capacidades innovadoras avanzadas. En cuanto a las capacidades innovadoras relacionadas con actividades de diseño e I+D se encontró que la línea de sensores y actuadores logró avanzar rápidamente de hacer actividades de diseño a actividades vinculadas con la I+D, mientras que para el negocio de la flecha intermedia aún se continúan solo realizando actividades vinculadas al diseño.

En relación con las actividades de I+D es importante hacer un paréntesis y señalar que en los últimos años ha tomado gran auge la discusión sobre el tema de la internacionalización de las capacidades de I+D por parte de las empresas multinacionales y globales. Generalmente esta internacionalización ha ocurrido desde los países desarrollados hacia otros países desarrollados, con el fin de capitalizar los recursos de I+D existentes en el país receptor. Un ejemplo de ello ha sido el Japón quien ha ubicado algunos centros de investigación en EEUU. Pero en los últimos diez años se ha presentado una mayor



tendencia de las empresas globales a internacionalizar capacidades de I+D hacia países en vía de desarrollo con el fin de capitalizar otro tipo de ventajas a las que ofrecen los países desarrollados. Lo anterior, al parecer ha hecho posible que a partir de la instalación de actividades de I+D se acelere el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en el lugar donde se instalan. Un ejemplo de ello es la línea de negocio de sensores y actuadores analizada en la presente investigación.

En resumen, el proceso de acumulación de capacidades en los tres negocios no ha sido homogéneo ni continuo y se ha visto influenciado fuertemente por la estrategia de la empresa global. Así, se encuentra que hay funciones en las cuales se alcanzaron capacidades innovadoras avanzadas y en otras solo capacidades innovadoras básicas, esto significa diferentes niveles de profundidad en cuanto a capacidades tecnológicas. Estas desigualdades se observan claramente a través de la valoración cualitativa realizada para los tres negocios en la parte final del estudio.

#### **12.1.2 Vínculos internos y externos para la innovación**

La evidencia empírica analizada en la presente investigación sugiere que los vínculos tanto internos como externos han ejercido un importante impacto en la creación de capacidades en Delphi y, por lo tanto, en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras al interior de los negocios en México. De ahí que la función técnica en la cual se encuentran agrupados estos dos tipos de vínculos sea definida como de Soporte para la realización de las actividades innovadoras. Esto confirma los resultados de otros estudios realizados para las empresas Thomson y Phillips.

La estrategia impulsada, a partir del año 2000 por el Corporativo para mejorar las relaciones internas en Delphi y trabajar más en conjunto enfocándose al diseño integral de los sistemas para el automóvil, más que al diseño individual de los componentes, ha hecho posible una mayor interacción entre los ingenieros de las seis divisiones y ha procurado el acercamiento entre el trabajo de los centros técnicos con las plantas de ensamble y manufactura. Con lo anterior, al parecer se busca capitalizar el conocimiento y las experiencias acumulados a través del aprendizaje tecnológico, tanto individual como organizacional, y al mismo tiempo esta estrategia parece fortalecer el proceso de

acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en los negocios de Delphi-México. A pesar de los avances realizados en cuanto a las vinculaciones internas, en Delphi, en los últimos años, todavía es una función relativamente débil de acuerdo a la evidencia empírica y el análisis presentado en esta tesis.

Las vinculaciones externas fueron analizadas en esta tesis a partir de las relaciones que Delphi tiene con sus proveedores, sus clientes y las instituciones del entorno enfocadas principalmente al desarrollo de actividades que influyen de manera significativa sobre las capacidades de carácter innovador. En algunas de estas relaciones, especialmente la relacionada con los proveedores de equipos, se da una interacción de aprendizaje individual importante que influye en el proceso de acumulación de capacidades en la organización. La relación con el cliente puede ser considerada como la vinculación más importante en el sector automotriz, en el cual se encuentra Delphi. Esta relación es muy estrecha debido a las exigencias en cuanto a calidad, precio y volumen, características esenciales en este sector, las cuales se convierten en un ente dinamizador de las actividades de alto contenido tecnológico para poder competir con otras empresas al nivel de producto. Las relaciones con las instituciones ubicadas en los ambientes local y global, le permiten a Delphi un mayor desarrollo de sus actividades de diseño e I+D en México. En este punto vale la pena mencionar, que la carencia de instituciones de investigación regionales con amplia experiencia de vínculos academia-empresa, puede ser una de las principales limitaciones que tiene México, para poder capitalizar la derrama tecnológica de empresas como Delphi en el entorno local.

### **12.1.3 Factores que afectan el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras**

En esta investigación se identificaron y analizaron distintos factores que afectan directa o indirectamente el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas. Estos factores fueron identificados como estimulantes e inhibidores de este proceso acumulativo, en la medida en que ellos hacen que se acelere o se limite este proceso. Los tres negocios de Delphi permiten analizar estos factores, debido a que en ellos se pueden identificar distintos niveles de acumulación en las funciones técnicas estudiadas.

Los principales factores que fueron identificados y analizados son: i) Aprendizaje tecnológico, ii) Trayectoria tecnológica del sector automotriz e industria de autopartes, iii) Estrategias de las empresas globales y los mandatos a las subsidiarias, iv) Localización de actividades de producción y diseño, y; v) Competitividad de las plantas en México. A continuación se hace un breve resumen de cada uno de ellos, con el fin de contextualizar la conclusión, pero no se ahonda en el análisis para no repetir lo presentado en el capítulo 11 de la presente tesis.

#### i) Aprendizaje tecnológico

Este factor ha jugado un papel estimulante en el proceso de acumulación de capacidades innovadoras en los tres negocios estudiados. Así, el aprendizaje individual y organizacional ha permitido al personal de Delphi participar de manera activa en tareas que repercuten en la mejora del proceso y la organización de la producción, así como en el avance tecnológico. La continua capacitación e interacción entre ingenieros de diferentes disciplinas, así como los recursos de administración de conocimiento han permitido pasar de adaptar y mejorar a diseñar y desarrollar nuevos productos que involucran actividades de alto contenido tecnológico.

#### ii) Trayectoria tecnológica del sector y la industria de autopartes

El sector automotriz ha estado siempre a la vanguardia en cuanto a los avances que se han llevado a cabo desde el punto de vista de sistemas de producción, que involucran producción en masa y alta calidad en los productos. Esto ha ejercido un fuerte estímulo a sus proveedores, ubicados en la industria de autopartes. Este estímulo no solo se muestra a nivel del proceso de producción, impacta además, en las decisiones de re-localización de actividades de producción, de diseño e I+D a escala mundial. De ahí que para poder permanecer y ser competitivo en el sector automotriz sea necesario estar a la vanguardia de los nuevos conocimientos e innovando constantemente los procesos y los productos. Por lo tanto, este factor se constituye en un elemento de estímulo para el proceso acumulativo de capacidades tecnológicas innovadora en los negocios de Delphi.

### iii) Estrategia de las empresas globales y sus mandatos a las subsidiarias

Este factor ejerce un efecto dual en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas. Este efecto dual se manifiesta en que su impacto puede ser de estímulo o de inhibición de acuerdo con la decisión que tome la empresa global. La estimulación se observa cuando se toman decisiones relacionadas con la instalación de negocios en las plantas y en el MTC que implica realizar actividades de mayor contenido tecnológico. La inhibición ocurre cuando la decisión se relaciona con la re-localización, en otros países, de estos negocios.

En este contexto vale la pena señalar que las estrategias vinculadas con la re-localización de actividades de diseño e I+D parecen estar influenciadas por el tipo de negocio. Así, existen negocios que por sus características es muy importante tener la producción y el diseño en el mismo lugar, mientras para otros es más importante tener cerca el diseño a las fuentes de conocimiento para la investigación.

### iv) Localización de actividades de producción y diseño

El factor anterior está vinculado de manera cercana con el presente factor de localización. Así, las empresas globales estudian las condiciones y los beneficios económicos que ofrece la instalación de negocios para realizar actividades de producción o de diseño en un país como México. A través del análisis realizado en esta tesis se encontró evidencia que permite pensar que, el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras se ve estimulado a partir de la localización de actividades relacionadas con la producción y se acelera la acumulación a partir de la instalación de actividades de diseño e I+D.

### v) Competitividad de las plantas en México

En el análisis de este factor se encontró que además del buen desempeño de la planta en términos productivos, existen otros factores que son importantes en el momento de asignar los negocios por parte del *Business Team* a escala mundial. Así, la competitividad de las plantas fue analizada a la luz de dos subfactores: i) el poder de negociación de los directivos de las plantas y ii) la evaluación por parte del cliente. Estos dos subfactores parecen ejercer un efecto dual en el proceso de acumulación de capacidades innovadoras: a) estimulante cuando se cuenta con un directivo que tiene buenas relaciones ante el Corporativo, participa activamente en la toma de decisiones y tiene cierto “peso” frente a

otros, y asimismo, cuando el cliente evalúa satisfactoriamente la calidad del producto que recibe y el cumplimiento en las entregas. b) inhibidor cuando ocurre lo contrario a lo expresado anteriormente.

En resumen, existen muchos factores que pueden afectar directa e indirectamente el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas, asimismo este efecto puede verse reflejado como estímulo o inhibición teniendo en cuenta el contexto en el cual ocurre. Si bien los factores anteriores no son los únicos, si fueron considerados como representativos para el análisis en esta tesis doctoral, debido a que fueron los más destacados dentro de la evidencia empírica.

## ***12.2 Contribución de la investigación***

Con base en el trabajo realizado, a continuación se presentan las principales contribuciones que hace la presente investigación al conocimiento. Estas contribuciones se han organizado de tal manera que se pueda identificar la contribución fundamental empírica y a partir de ella las contribuciones específicas a los tres cuerpos de literatura estudiados, los cuales sirvieron de marco teórico y analítico para la investigación.

### **12.2.1 Contribución fundamental**

La contribución fundamental de esta tesis doctoral se centra en el trabajo empírico, a través del cual, se hace una reflexión analítica sobre los determinantes y las características de la acumulación local de capacidades tecnológicas innovadoras de las empresas globales. Con base en lo anterior, esta tesis argumenta que en los negocios estudiados en Delphi-México se ha dado un proceso de acumulación de capacidades tecnológicas locales discontinuo y no homogéneo, el cual ha sido afectado por distintos factores que estimulan y/o inhiben su desarrollo. En este sentido se encontró que existe un fuerte impacto, tanto estimulante como inhibidor, de las estrategias de la empresa global sobre este proceso de acumulación local de subsidiarias ubicadas en países en desarrollo. En el caso particular de Delphi este impacto se refleja, especialmente, en la acumulación local de capacidades tecnológicas innovadoras de los negocios en las plantas y en el MTC.

### 12.2.2 Contribuciones a la literatura

Mediante la reflexión analítica a partir de la evidencia empírica se buscó expandir y generalizar las distintas teorías que se han desarrollado en relación con el tema de la acumulación local de capacidades tecnológicas de subsidiarias de empresas globales en países en desarrollo. Dentro de las contribuciones a los tres cuerpos de literatura utilizados como marco teórico y conceptual se tiene:

#### i) Aprendizaje y capacidades tecnológicas

Con esta investigación se confirma lo planteado por un gran número de autores sobre que el proceso de aprendizaje tecnológico es un elemento clave en la acumulación de capacidades tecnológicas locales en las empresas y en los países en desarrollo. Asimismo, los mecanismos de aprendizaje utilizados en este proceso de acumulación estimulan de manera significativa la competitividad de la empresa y mejoran el desempeño de quienes participan al interior de ella.

El análisis del proceso de acumulación de capacidades en los tres negocios de Delphi también permitió aportar elementos de discusión a la idea desarrollada por algunos autores sobre que la instalación de centros técnicos, especialmente los que se denominan de excelencia, se convierte en un catalizador que dinamiza este proceso acumulativo local de capacidades. A pesar de que el MTC está en proceso de maduración hacia ser un centro técnico de excelencia, su instalación en Ciudad Juárez-México estimuló de manera significativa el proceso de acumulación de capacidades innovadoras en los negocios estudiados. De tal forma que los dos negocios de sensores y actuadores y flecha intermedia parecen ser, a su vez, los gérmenes que permitan alcanzar un grado de maduración mayor que lleven al MTC a convertirse en un centro de excelencia.

Una contribución importante de esta tesis consiste en haber utilizado la taxonomía de Bell y Pavitt como herramienta analítica para realizar el estudio detallado del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras, en los negocios de las subsidiarias de una empresa global instalada en México bajo el régimen de la IME. Si bien muchos investigadores han utilizado esta taxonomía con el fin de caracterizar los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas, no existen antecedentes de otras investigaciones

que se hayan centrado en el análisis comparativo de tres negocios, de dos subsidiarias de una empresa global instalada en un país en desarrollo, donde las estrategias globales ocupan un papel crucial en la caracterización del proceso local de acumulación de capacidades.

Otro aporte importante sobre esta literatura se relaciona principalmente con la formulación de una estructura analítica de investigación, que permite desde un nuevo enfoque analizar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas locales en las empresas globales y en los negocios de dichas empresas ubicados en países en desarrollo.<sup>1</sup>

## ii) Empresas globales e internacionalización de las capacidades tecnológicas

La presente tesis aporta elementos de discusión en relación con el impacto que ejercen las estrategias de las empresas globales en el proceso acumulativo de capacidades tecnológicas en los negocios ubicados en países en desarrollo. Este impacto se manifiesta a través de algunos factores que están fuertemente vinculados con estas estrategias y que pueden ejercer, al mismo tiempo, un efecto estimulante e inhibidor en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en estos negocios. Un ejemplo de ello es cuando la empresa decide trasladar un negocio con alto contenido tecnológico de un lugar a otro, esta acción parece estimular las capacidades en el lugar donde se instala e inhibir las capacidades en el lugar de donde se traslada el negocio.

Un aporte importante de esta investigación fue que permitió demostrar que una empresa como Delphi puede internacionalizar sus capacidades tecnológicas de producción, diseño e I+D de algunos de sus negocios por razones de competitividad, y no necesariamente porque sus negocios estén asociados a productos con tecnologías maduras y de bajo perfil tecnológico, tal como lo aseguraban los trabajos realizados por Vernon (1966), Pavitt y Patel (1991), Patel (1995) entre otros autores. Un ejemplo de lo anterior se comprueba a partir de la instalación de actividades de diseño e I+D para algunos negocios instalados en un país en desarrollo como México. Así, a pesar de que no existe un gran involucramiento con el entorno local mexicano, se han trasladado productos con alto contenido tecnológico para ser diseñados en el MTC. Esto sugiere, a diferencia de lo planteado por Cantwell

---

<sup>1</sup> Esta estructura analítica se explica en la sección 5.3 del capítulo 3 de esta investigación.

(2003), que en las subsidiarias de Delphi, el mandato de creación de capacidades ha obedecido a razones diferentes al mayor involucramiento con el entorno local. Así en Delphi este mandato parece estar más relacionado con la acumulación de capacidades locales, la cercanía con las plantas, la participación y “peso” de los directivos en las negociaciones frente a quienes toman las decisiones, entre otras.

En este contexto, vale la pena resaltar que a diferencia de lo planteado por Cantwell (2003), respecto a la viabilidad de localizar actividades de creación de conocimiento en las subsidiarias que han ganado un estatus en la creación de capacidades al interior del Corporativo, la evidencia del caso de la línea de negocio de sensores y actuadores sugiere que Delphi Corp. ha considerado además del “estatus” otros factores con el fin de definir el mandato de creación de capacidades, relacionadas básicamente con diseño e I+D, para esta línea de negocio. Dentro de estos factores, además de los mencionados anteriormente, se puede considerar que el costo de ingeniería compensa la falta de desarrollo local, y se aprovecha el área binacional para desarrollar los vínculos y crear capacidades tecnológicas locales. En este sentido, esta tesis doctoral se constituye en una contribución importante a las investigaciones relacionadas con el tema de la re-localización de las actividades de producción, de diseño e I+D. Así, la presente tesis se podría circunscribir a un tema que está siendo estudiado por diferentes autores y que tiene que ver con la relación entre la re-localización de actividades de diferente nivel tecnológico y su impacto en la acumulación local

Finalmente, un hallazgo importante de esta tesis radica en haber identificado la importancia del liderazgo de los directivos de las plantas de Delphi en la asignación de los negocios. Así, la participación de directivos mexicanos en grupos de toma de decisiones a nivel Corporativo ha hecho que se trasladen nuevos negocios a las plantas en México. Esto hace pensar que el desarrollo de capacidades de negociación por parte los directivos, así como el peso y la importancia que tenga éste dentro de una negociación pueden considerarse como elementos cruciales para la estimulación de capacidades tecnológicas en un determinado negocio.



### iii) Literatura desarrollada en torno a la IME en México

El desarrollo de la presente investigación aporta nuevos elementos de discusión en torno a la IME, complementándose con temáticas y problemáticas comunes a esta industria que han sido estudiadas por otros investigadores durante los últimos 35 años. Así esta tesis vincula las capacidades tecnológicas con las estrategias globales, la re-localización de actividades de alto contenido tecnológico, el comportamiento y exigencias del sector automotriz, los vínculos para la innovación, entre otras variables, para explicar el fenómeno de acumulación local de capacidades innovadoras. El tema de las capacidades tecnológicas en la IME es relativamente reciente, considerando que esta industria ha sido estudiada, especialmente, en temas relacionados con la generación de empleos, las condiciones de trabajo, la organización de la producción entre otros. Por lo tanto, esta tesis se constituye, junto con algunos trabajos anteriores, en pioneros de una temática que cada día cobra más interés en el contexto nacional mexicano.

### ***12.3 Implicaciones de política***

El gobierno mexicano no tiene una política definida enfocada a aprovechar las ventajas que ofrece la instalación en su territorio de empresas multinacionales y globales como Delphi. Como se ha mencionado en esta tesis, Delphi es una de las pocas empresas globales que ha instalado algunas de sus actividades de diseño e I+D en México, asimismo, sus plantas cuentan con tecnología de producción moderna. Lo anterior, haría pensar que esta empresa podría ser una fuente de conocimiento y de derrama tecnológica importante para el entorno en el cual se encuadra, pero la realidad es otra, debido a que en México no se cuenta con una política gubernamental que permita apropiarse de estos beneficios. Así, la proveeduría para este tipo de empresas es débil por parte de las empresas mexicanas, debido a lo difícil que es competir en un mercado, como el de autopartes, que exige mucha inversión y cumplir con estándares de calidad y competitividad muy rigurosos.

Aunado a la carencia de políticas gubernamentales que incentiven el aprovechamiento de la derrama tecnológica de empresas como Delphi, se suma la competencia de países como China e India, entre otros, que empiezan a competir, en el plano internacional, con países como México por la atracción de las inversiones y los negocios de las empresas multinacionales y globales. Esta competencia se da en muchas áreas, no sólo ofreciendo

incentivos y subsidios para la instalación de plantas industriales, sino incentivando a estas empresas para que realicen actividades con mayor nivel tecnológico, como la I+D de nuevos productos y procesos. Estos incentivos se basan principalmente en la posibilidad de usar subsidios e incentivos fiscales para apoyar a las actividades de I+D,<sup>2</sup> préstamos sin intereses o con intereses subsidiados, recursos a fondo perdido, exención o reducción de impuestos ofrecidos por el país receptor, permiso de trabajo para científicos extranjeros, leyes de patentes efectivas, entre otras.

En este sentido el gobierno mexicano ha ofrecido apoyos a Delphi a través de la SHCP y de la Secretaría de Economía, con el fin de reducir algunas complejidades administrativas. Así, programas como la “Maquiladora Controladora” e “Importador de Bajo Riesgo,” le han permitido a esta empresa operar con procesos de importación y exportación esbeltos, con lo cual se espera reducir los costos logísticos y administrativos. Asimismo, la aprobación de la ley de precios de transferencia para las maquiladoras, ha reducido la carga de impuestos sobre la renta y ha disminuido los procedimientos administrativos. Estos estímulos son importantes para las empresas que desean re-localizar sus actividades de producción, y se constituye en un factor importante para el proceso acumulativo de capacidades tecnológicas en la medida en que se estimulan las habilidades del personal que es responsable de estas actividades.

Asimismo, Delphi recibió de parte del gobierno mexicano incentivos estatales y un crédito de impuestos relacionados con su gasto en I+D. Este estímulo fiscal consistió en un crédito fiscal del 30% de los gastos e inversiones comprobables en proyectos de desarrollo de productos, materiales y procesos de producción, investigación y desarrollo de tecnología, así como los gastos en formación de personal de investigación y desarrollo de tecnología que se consideren estrictamente indispensables para la consecución de dichos proyectos, realizados en el año.<sup>3</sup> Este estímulo fiscal se convierte en un aliciente para que las empresas globales decidan instalar sus actividades de I+D, que como ya se ha estudiado, aceleran el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en los negocios.

---

<sup>2</sup> Un ejemplo de estos incentivos es la ley de informática en el Brasil, que ha atraído muchas empresas productoras de bienes y servicios de informática, exigiendo en contrapartida la destinación del 5% de la facturación para actividades de I&D. (Stal, 2002)

<sup>3</sup> Reglas generales para la aplicación del estímulo fiscal a la I+D de tecnología. CONACYT (2004)

Este tipo de políticas estimula la inversión, pero no es suficiente debido a las inconsistencias políticas entre los organismos federales, las cuales causan incertidumbre lo que se traduce en mayores costos para hacer negocios en México. En este contexto, para algunos directivos de Delphi, México “necesita reconsiderar su política de impuestos en el área de inversión extranjera y recompensar a los inversionistas extranjeros, asimismo, se requiere más promoción del desarrollo económico.”<sup>4</sup>

Para el Presidente del Sector Eléctrico, Electrónico, Seguridad e Interiores de Delphi Corp. “... los impuestos, salarios y otros costos en México han incrementado dramáticamente en términos de dólares. Por ejemplo, en México, la carga de impuesto sobre la renta corporativa se ha visto incrementada en más del doble en los últimos cinco años. Con el TLC, los sueldos en México han subido más de 40% en términos de dólares. Además, las tasas de precios de energía eléctrica en el país son actualmente 40% más altas que las que ofrecen países competidores.” Así, los llamados países emergentes que intentan atraer IED cuentan con incentivos de inversión más eficientes y descuentos en impuestos muy atractivos, lo que hace peligrar la continuidad en México de estos grandes corporativos.<sup>5</sup> Lo anterior es importante en la medida en que se requieren políticas que hagan menos sombrío el panorama que se observa por parte de los directivos de Delphi. Así, las llamadas “reformas estructurales” son un tema clave para estos grandes corporativos, por lo cual de manera recurrente están llamando la atención del gobierno mexicano para encontrar una salida política a este tema.<sup>6</sup>

Asimismo, Delphi da gran importancia a las relaciones con el gobierno y considera que una combinación de variables como: incentivos, salarios, productividad, logística, entre otras, son las que llevarán a que Delphi elija los lugares en los que invertirá en el futuro.<sup>7</sup> En este contexto, la ventaja comparativa que tiene México de cercanía con el mercado norteamericano se está diluyendo, al no contar con las condiciones de política gubernamental que sean atractivas para empresas como Delphi y otros grandes

---

<sup>4</sup> Conferencia Wohleen (2003)

<sup>5</sup> Entrevista con el Gerente de la planta 65 Querétaro (2003)

<sup>6</sup> Conferencia Wohleen (2003)

<sup>7</sup> Conferencia Wohleen (2003)

Corporativos, quienes buscan lugares que les ofrezcan mayores ganancias y menos costos. “De ahí que México dejara de ser, en el año 2003, el país número 33 para pasar a ser el número 45 en la categoría de países competitivos de acuerdo al Foro Económico Mundial.”<sup>8</sup>

A modo de conclusión, se puede señalar que Delphi es una empresa que ha logrado acumular capacidades innovadoras en algunos negocios instalados en México, pero estas capacidades no han alcanzado a permear de manera satisfactoria el entorno en el cual esta empresa está imbricada. Con base en lo anterior, se puede afirmar que en México existen vinculaciones limitadas de Delphi con su entorno. Un ejemplo de esta limitación radica en el bajo perfil del gobierno y la no-existencia de una política coherente que permita una mayor capitalización para el entorno local de las capacidades generadas por empresas como Delphi. En este contexto vale la pena señalar que Chen (1996) manifiesta que la instalación de grandes Corporativos en los países en desarrollo debe tener un efecto estimulante en las empresas locales para adoptar rápidamente nuevas tecnologías. Así, estos Corporativos son vistos como agentes importantes en la transferencia de tecnología. Infortunadamente esto no se ha dado para el caso de México. Ya que la instalación de Delphi no ha generado una masa crítica de empresas mexicanas que se hayan beneficiado con la transferencia de tecnología ni con sus derramas tecnológicas.

En este sentido, el gobierno mexicano debería plantear una política relacionada con la apropiación de las derramas tecnológicas, que se pueden adquirir a partir de la instalación de empresas multinacionales y globales que manejen tecnología de punta y realicen actividades de I+D para los proyectos de alta tecnología. Estas políticas pueden estar asociadas a estímulos fiscales, establecimiento de zonas de desarrollo e incentivos especiales para la inversión, tanto para las empresas globales como para las empresas locales mexicanas con el fin de incentivar la inserción de éstas en la proveeduría de materiales directos de estos grandes corporativos. Aunque ya se han dado los primeros pasos en cuanto a estímulos para las empresas globales, como se mencionó anteriormente, todavía falta mucho por hacer en esta dirección. De ahí que sea muy importante diseñar una política coherente que pueda compensar los crecientes costos de la mano de obra y otros

---

<sup>8</sup> Conferencia Wohleen (2003)

costos fijos, así como la limitada infraestructura que se tiene en muchos aspectos en México.

Otro elemento importante a ser considerado dentro de la política mexicana se refiere a los incentivos que se deben ofrecer a las universidades y centros públicos de investigación mexicanos para estimular la vinculación con empresas como Delphi con el fin de llevar a cabo desarrollos de tecnología. Lo anterior, para hacer posible la participación de las universidades y centros de investigación en la actividad productiva del país, así como estimular la formación de personal capacitado y especializado en áreas de conocimiento útiles para el desarrollo tecnológico de México.

Así, las políticas gubernamentales deben obedecer a un concepto de planeación global, que no solo se limite a hacer leyes, sino que estas leyes se sistematicen y se instrumenten con el fin de lograr lo propuesto. En este sentido, no se puede olvidar que México se encuentra inmerso en un ambiente de globalización, lo anterior, obliga a pensar en que la competencia de otros países como India y China, puede incentivar la salida de empresas que por mucho tiempo han estado en México y las cuales no observan cambios importantes en la política que los incentive a continuar en este país.

En resumen, la carencia de políticas gubernamentales se convierte en un factor de inhibición para el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras en México, debido a que las condiciones necesarias para retener los negocios que tienen las empresas multinacionales y globales son limitadas. Asimismo, estas condiciones limitadas influyen negativamente en el propósito de incentivar el traslado de nuevos negocios a territorio mexicano, lo que trunca el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas innovadoras.

#### ***12.4 Sugerencias para investigaciones futuras***

Las sugerencias que se hacen a continuación se basan en la experiencia y los resultados adquiridos en la realización de la presente tesis doctoral, si bien no son las únicas se considera que las siguientes son las más destacadas:

- i) Utilizar la metodología de estudio de casos definiendo una estructura de investigación clara y concreta, de tal manera que permita hacer la recolección y el análisis de la evidencia empírica, así como obtener los resultados con un buen nivel de validez y confiabilidad. Lo anterior es importante considerando que una de las principales limitaciones del uso de esta metodología es que no se pueden hacer generalizaciones estadísticas y su principal contribución radica en poder hacer generalización a planteamientos teóricos, tal como lo señala Yin (1994). En este contexto es importante destacar, que una de las principales ventajas de esta metodología es que permite analizar cualitativamente el comportamiento de los fenómenos actuales y los eventos que los afectan, y para los cuales el investigador no se ejerce ningún control. De ahí la importancia de una buena estructura de investigación en donde se consideren las principales variables y se limite el análisis del fenómeno a estudiar.
  
- ii) Acompañar la metodología cualitativa de estudio de casos con distintos tipos de índices, diferentes a los que tradicionalmente se utilizan como las patentes, los gastos e I+D, entre otros, que permitan identificar cuantitativa y cualitativamente cómo ha sido el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas. Lo anterior podría ser útil para evaluar y comparar el comportamiento de las empresas que tienen en México actividades de alto contenido tecnológico y que pertenecen a la IME. Estos índices podrían también aplicarse para comparar diferentes tipos de productos o negocios, tal como se hizo en la presente tesis doctoral con la utilización de la valoración cualitativa, pero ampliándolo a la comparación entre negocios de distintas empresas. Asimismo, se sugiere la aplicación de estos índices para comparar empresas del mismo sector o de sectores con una dinámica innovadora similar. Esta sugerencia parte de la idea de que es importante combinar las distintas metodologías con el fin de capitalizar lo mejor de cada una de ellas y buscando obtener una mayor confiabilidad y validez en los estudios de casos.
  
- iii) Tomar como patrón a Delphi-México, que es el caso más analizado y documentado, y realizar estudios en otras empresas de la IME, con el fin de analizar el proceso de acumulación de capacidades en algunos negocios que se tengan en México y realizar comparaciones en relación con el patrón propuesto. Lo anterior, con el fin de

profundizar en el tema de las empresas que hacen parte de la IME y abrir una discusión más amplia sobre las capacidades tecnológicas innovadoras construidas y acumuladas a partir de la instalación de empresas con mayor contenido tecnológico en sus procesos y productos.

- iv) Estudiar a profundidad si en México existen políticas claras y estructuradas encaminadas al aprovechamiento de las derramas tecnológicas que se presentan alrededor de subsidiarias de empresas globales y multinacionales. Lo anterior permitirá tener claridad sobre lo que existe y hace falta, con el fin de realizar propuestas de política encaminadas a aprovechar las derramas tecnológicas que se dan en el entorno a estas subsidiarias. La importancia de este tema surge del análisis realizado para la presente tesis doctoral, donde se confirma que la instalación de subsidiarias de grandes corporativos no necesariamente hace que se incentiven, por si solas, las capacidades locales del lugar donde se instalan. Esta reflexión se encamina a enfatizar que esta instalación debe ir acompañada de políticas gubernamentales sólidas y coherentes que hagan posible un mayor aprovechamiento de las derramas tecnológicas con el fin de incentivar las capacidades innovadoras locales.
- v) Analizar como se transfiere el conocimiento en estas empresas globales a través de las redes de conocimiento que ellas manejan e identificar los principales mecanismos utilizados para realizar dicha transferencia. Asimismo, se sugiere estudiar las principales fuentes de conocimiento, tanto internas como externas que utilizan las empresas como Delphi Corp., para competir eficientemente en el mercado mundial
- vi) Realizar trabajos de investigación que permitan ahondar en el tema de la transferencia de tecnología de los centros técnicos y las plantas de grandes corporativos hacia los proveedores locales y globales. En este sentido vale la pena mencionar que si bien se están llevando a cabo algunos trabajos en esta línea, por parte de la UAM-X, aún queda mucho por analizar.

## Bibliografía

- Aleé, R. (1995) "Globalización ¿Es un factor de éxito?" *Revista Administración y Empresa*, No. 5, p. 6-8, de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Diego Portales. Mayo.
- AMIA (Varios años) "Órgano informativo de la asociación mexicana de la industria automotriz", *Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, A. C.* México.
- Amsdem, A. (1989), *Asia's Next Giant. South Korea and Late Industrialization*. Oxford University Press.
- Anderson, J. (1990) "Las Maquiladoras y la Industrialización Fronteriza: el Impacto Sobre el Desarrollo Económico en México" en *Frontera Norte*, vol. 2, No. 3, enero-junio pp. 142-146.
- Ángel, D. P. (1994) "Tighter Bonds? Customer-Supplier Linkages in Semiconductors." *Regional Studies*, 28, 187-200.
- Ángeles, A. (2002) Made in México. <http://www.revistapoder.com/NR/exeres/E798D409-37F4-42F9-9755-D08BFAA318BC.htm>
- Arias, A. (2000) *Administración de conocimiento y capacidades tecnológicas: El caso de una empresa del sector curtidor*. Tesis de Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico. UAM-X. México D. F.
- Arias, A. (2002) "Capacidades Tecnológicas en I+D y Diseño en la Industria Maquiladora Mexicana: El caso de Delphi Corp.", Documento de trabajo, Doctorado en Ciencias Sociales, UAM-X.
- Arias, A. y G. Dutrénit (2003) "Acumulación de capacidades tecnológicas locales de empresas globales en México: El caso de Delphi-México", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, No. 6, Mayo- Agosto 2003. Este artículo se puede leer en la página web: [http://www.oei.es/premio\\_oei\\_ctsi.htm](http://www.oei.es/premio_oei_ctsi.htm)
- Arias, A. (2004) "Acumulación de capacidades tecnológicas: el caso de la empresa curtidora Alfa." *Investigación Económica*, Vol. LXIII, núm. 249, julio-septiembre, Facultad de Economía, UNAM, pp. 101-123.
- Ariffin, N. (2000) "The internationalization of innovative capabilities: The Malaysian electronics industry." Brighton, *Science and Technology Policy Research* (SPRU), University of Sussex.
- Ariffin, N. and P. Figueiredo (2003) *Internacionalização de competências tecnológicas, Rio de Janeiro*, Editora FGV.
- Arrow, K. J. (1962) "The Economic Implication of Learning by doing", in *Reading in the Theory of Growth*. McMillan, St. Martin's Press. London, UK.
- Arvanitis, R., A. Mercado, R. Rengifo y A. Pirela (1992) "Technological learning in the venezuelan company: Path of innovation," en *Journal of Scientific and Industrial Research*, vol. 51, No. 1, Nueva Delhi, India, pp.32-41.
- Barajas R., y Rodríguez C. (1989) "Mujer y trabajo en la industria maquiladora de exportación" en *Documentos de Trabajo no. 22*, Fundación. F. Ebert, México.
- Barajas, R. (1989) "Hacia un Cambio Estructural en la Industria Maquiladora de Exportación en México" en *Frontera Norte*, vol. 1, No. 1, enero-julio, pp. 195-209.
- Barajas, R., A. Hualde, A. Almaraz, J. Carrillo, C. Rodríguez y O. Contreras (2002) *Industria Maquiladora de Exportación: Perspectivas del Aprendizaje*



*Tecnológico-Organizacional y Escalamiento Industrial*. Monografía, COLEF, FLACSO, UAM, México.

- Bell, M. (1984) "Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries." In Fransman and K. King (eds), *Technological Capability in the Third World*. Macmillan, London: 187-209.
- Bell, M. and K. Pavitt (1993) "Technological Accumulation and Industrial Growth: contrast between developed and developing countries." *Industrial and Corporate Change*, Vol. 2. No. 2, p. 157-210.
- Bell, M. and K. Pavitt (1995) "The Development of Technological Capabilities", in I.u. Haque (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*, Washington, The World Bank, pp. 69-101.
- Bendesky, L., E. de la Garza, J. Melgoza y C. Salas (2003) *La Industria Maquiladora de Exportación en México: Mitos y Realidades*. Instituto de Estudios Laborales.
- Berces, C. (2003) "Managing Foreign Subsidiaries. Aligning Headquarter's and Subsidiaria's Goals." Seminar in *Business Strategy and International Business*. Helsinki University Technology. Final version.
- Birkinshaw, J. and N. Hood (1998) *Multinational Corporate Evolution an Subsidiary Development*. Macmillan Press Ltd. London.
- Boudon, R. and P. Lazarsfeld. (1973) *Metodología de las Ciencias Sociales*. Editorial Laia. España.
- Brown, F. (1998) La industria de autopartes mexicana: Reestructuración reciente y perspectivas. División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (IDRC), Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID)
- Brown, J. and P. Duguid (2000) "Balancing Act: How to capture knowledge without killing it." *Harvard Business Review*. May-June.
- Brown, J. and P. Duguid. (1998) "Organizing Knowledge." *California Management Review*. Vol. 40, No. 3 Spring.
- Buffa, E. and W. Taubert (1975) *Sistemas de Producción e inventario, planeación y control*. Edit. Limusa-Wiley. México.
- Buitelar, R., R. Padilla y R. Urrutia (1999), *Centroamérica, México, y República Dominicana: Maquila y Transformación Productiva*. Cuadernos de la CEPAL 85, Chile.
- Camarena, L. (1981) La industria automotriz en México, México.
- Camargos, S.P. y R. Sbragia (2000) Inserção das Afiliadas Brasileiras na Estrutura de I&D das Empresas Internacionais. São Paulo, XXI Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, 7-10 de novembro
- Cantwell, J. (1992) *Innovation and Technological Competitiveness, in Multinacional Enterprises in the World Economy: Essays in Honour of John Dunning*, eds. P.J. Buckley & M. Casson, Edwar Elgar, Aldershot, p. 20-53.
- Cantwell, J. (1995) "The globalisation of technology: what remains of the product cycle?." *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 19, p. 155-174.
- Cantwell, J. (1999) "From the early internationalization of corporate technology to global technology sourcing." *Transnational Corporations*, Vol. 8, No. 2, Aug, p. 71-92.

- Cantwell, J. (2003) "On the nature of knowledge creation in MNE subsidiaries: An empirical analysis using patent data." Paper to be presented at the SPRU Conference in Honour of Keith Pavitt 2003. SPRU, University of Sussex, November 13-15.
- Carmines, E. and R. Zeller. (1979) *Reliability and Validity Assessment*. Sage University Papers. USA.
- Carrillo J., (1990), "Desideologización de los Estudios Sobre Maquiladoras" en *Frontera Norte*, vol. 2, No. 3, enero-junio, 1990 pp. 147-151.
- Carrillo J., y A. Hualde (1997) "Maquiladoras de tercera generación. El caso de Delphi-General Motors" en *Comercio Exterior*, Vol. 47, No. 9, México, septiembre, pp. 747-758.
- Carrillo J., y M. A. Ramírez (1993) "Nuevas tecnologías en la industria maquiladora" en J. Micheli (compilador), *Tecnología y modernización económica*, CONACYT y UAM-Xochimilco, México, pp. 347-368.
- Carrillo, J. (1999) "Las maquiladoras de exportación en México: Evolución Industrial, Aglomeraciones y Seguridad e Higiene." Documento de Trabajo.
- Carrillo, J. (1990) "Maquilización de la industria automotriz en México. De la industria terminal a la industria de ensamble", Carrillo, J. (Coord.) *La nueva era de la industria automotriz en México*, El Colegio de la Frontera Norte. Baja California, México. pp. 67-114.
- Carrillo, J. (1997) "Competitividad en la industria del televisor. Del ensamble a la manufactura en México" en Santos Ruesga (Coord.) *Estrategias de Desarrollo en una Economía Global*, Editorial Parte luz, Madrid, pp. 222-233.
- Carrillo, J. y A. Lara (2003) "Maquiladoras de cuarta generación." Coordinación centralizada. Artículo presentado en Altec.
- Carrillo, J. y M. A. Ramírez (1997) "Artículo presentado en la XX International LASA," Guadalajara, abril 17-19.
- Casas, R. (2003) "Enfoque para el análisis de redes y flujos de conocimiento," en Luna, M. (coord.) *Itinerarios del conocimiento: formas dinámicas y contenido. Un enfoque de redes*. UNAM, Arthropos Editorial. Barcelona, España. pp. 19-50.
- CEPAL (1998) "La inversión extranjera en América Latina y el Caribe." Informe 1997 (LC/G.1985-P), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, No. de venta: S.97.II.G.14.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (1995) "Imágenes sociales de la modernización y la transformación tecnológica." Naciones Unidas
- Clark, K., R. Hayes and C. Lorenz (1987) "The Uneasy Alliance: Managing the Productivity-Technology Dilemma," *Harvard Business School Press*, Cambridge, Mass
- Clarke, T and S.Clegg (1998) *Changing Paradigms. The transformation of Management Knowledge for the 21<sup>st</sup> Century*. Harper Collins Business. Londres.
- 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, No. 7, pp. 9-17.

- CNIME (2002) "Marco legal y fiscal de la industria maquiladora." Artículo en la Pág. web: <http://www.cnime.org.mx/>
- CNIME (2003) Documento de trabajo. Página web: <http://www.cnime.org.mx/>
- Collins, A (2001) "Delphi Restructures." Artículo publicado en March 29. <http://www.business2.com/b2/web/articles/0,17863,529745,00.html>
- Contreras, O. F. (2000) *Empresas globales, actores locales: producción flexible y aprendizaje industrial en las maquiladoras*, Centro de Estudios Sociológicos, El Colegio de México, México, pp. 238.
- Cook, S. and J. S. Brown (1996) "Bridging Epistemologies: the generative dance between organizational knowledge and organizational knowing." Draft april.
- Coombs, R. (1996) "Core Competencies and the Strategic Management of R&D." *R&D Management*, Vol. 26, No. 4.
- Corpes de Occidente. (1996) *Estudio de la capacidad tecnológica de la industria manufacturera del occidente colombiano*.
- Criscuolo P. and P. Patel (2003) "Large firms and internationalisation of I&D: "Hollowing out" of national technological capability." SETI, SPRU. University of Sussex.
- Cutler, R. (2003) U.S. "Automotive Aftermarket: Key Trends, Issues and Outlook. TWR." Memorias del International Congress of the Automotive Industry in Mexico. Julio.
- Chen, E. K. Y. (1996) "Transnational corporations and technology transfer to developing countries." In U. Nations (Ed.), *Transnational Corporations and World Development*. New York: United Nations.
- Chesnais, F. (1992) "National Systems of Innovation, Foreign Direct Investment and the Operation of Multinational Enterprises." In B. Å. Lundvall (Ed.), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter Publishers.
- Chudnoski, D. y A. López (1999) "Las empresas multinacionales de América Latina. Características, evolución y perspectivas." *Revista Boletín Techint*, abril-junio de 1999, Bueno Aires.
- Dahlman, C. and Valadares Fonseca (1987), "From Technological Dependence to Technological Development: the Case of the USIMINAS Steel Plant in Brazil", in J. Katz (ed.). *Technology Generation in Latin America Manufacturing Industries*; London, Macmillan, pp-154-182.
- Dahlman, C. J. (1987) "Managing Technological Development: Lessons from the Newly Industrializing Countries." *World Development*, 15, 759-775.
- Dalton, D. (1991) "Foreign Direct Investment in the US Automotive Industry," Washington, D.C., *Departamento de Comercio de los Estados Unidos*, agosto.
- Davenport, T. and L. Prusak (1998) "Working Knowledge. How Organizations Manage What the know." *Harvard Business School Press*. Boston, Massachusetts.
- Dicken P. (1997) "Las empresas multinacionales y los estados nación," en *International social science journal*. Vol. 49,1 (No. 151) p. 77-89.
- Dicken, P. (1998) *Global Shift: Transforming the World Economy*. London: The Guilford Press.
- Dixon, N. (2000) *Common knowledge. How companies thrive by sharing. What they know*. Harvard Business School Press. Boston, Massachusetts.

- Dodgson, M. (1989) "Introduction: Technology in a Strategic Perspective." In Dodgson M. *Technology Strategy and the Management and Public Policy*. New York, Longman.
- Dodgson, M. (1993) "Organizational Learning: A Review of some Literatures." *Organizational Studies*. Vol.14. No. 3.
- Dombois, R. (1990) "Economía política y relaciones industriales en la industria automotriz mexicana", Carrillo, J. (Coord.) *La nueva era de la industria automotriz en México*, El Colegio de la Frontera Norte. Baja California, México. pp. 35-63.
- Domínguez, L. y F. 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*, El Colef / Fundación Friedrich Ebert, México, pp 181-196.
- Dosi, et al. (1992) *Technical change and Economic Theory*. Printer Publishers, Londres.
- Dunning, J. H. (1958) *American investment in British Manufacturing Industry*, London: Allen & Unwin.
- Dunning, J. H. and H. Archer (1987) "The Eclectic Paradigm and the Growth of UK Multinationales Enterprises, 1870-1983, University of Reading Discussion Chapters" in *International Investment and Business Studies*, No. 109.
- Dunning, J. H. (1988) *Explaining International Production*, Unwin Hyman, Londres.
- Dunning, J. H. (1994) "Multinational enterprises and globalization of innovatory capacity." *Research Policy*, vol. 23, p. 67-88.
- Dunning, J. H. (1995) "Reappraising the Eclectic Paradigm in an Age of Alliances Capitalism," *Journal of International Business Studies*, 26 (3), 461-92.
- Dutrénit, G. (2000) *Learning and Knowledge Management in the Firm: From Knowledge Accumulation to Strategic Capability*. Edward Elgar Publishing Limited. UK.
- Dutrénit G., C. Garrido y G. Valente (Eds.) (2001) *Sistema Nacional de innovación tecnológica. Temas para el debate en México*. UAM. México.
- Dutrénit, G. y A. O. Vera-Cruz (2001), "Aprendizaje, Conocimiento y Capacidades Tecnológicas", Monografía No 2 del proyecto Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial: Generación de Capacidades de Innovación en la Industria Maquiladora de México, COLEF/FLACSO/UAM.
- Dutrénit, Vera-Cruz, Arias, Avendaño, Gil, Sampedro y Urióstegui (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.
- 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 ADLAT*, año II, No. 6, pp. 11-15.
- Dutrénit, G., A. O. Vera-Cruz y J. L. Gil (2002) "Desafío y oportunidades de las Pymes para su integración en la red de proveedores: el caso de la maquila automotriz en Ciudad Juárez. Proposición de políticas para la promoción de sistemas productivos locales, de micro, pequeñas y medianas empresas." Universidad Federal de Río de Janeiro. Septiembre.

- Dutrénit, G. (2003) "Retos de la administración del conocimiento en la construcción de las primeras capacidades centrales. Un estudio de caso del Grupo Vitro," en Aboites y Dutrénit (eds), *Innovación, Aprendizaje y Creación de Capacidades Tecnológicas*, México: Miguel Ángel Porrúa. UAM.
- Dutrénit G. y A. O. Veracruz (2003) "Technological capability accumulation in the "maquila industry" in México," en 7<sup>th</sup> international conference on technology policy and innovation "Connecting people, ideas, and resources across communities", ITESM, Monterrey, 10-13 junio.
- Dutrénit, G., A. O. Vera-Cruz y A. Arias (2003), "Diferencias en el perfil de acumulación de capacidades tecnológicas en tres empresas mexicanas", *Revista El Trimestre Económico*, No. 277 Enero-Marzo, pp. 109-165.
- Dutrénit, G., A. O. Veracruz, J. Álvarez y L. Rodríguez (2003), "Estrategia tecnológica y demanda de investigación básica. El caso de dos empresas de México", *Revista El Trimestre Económico*, No. 279. Octubre-Diciembre.
- 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/>
- Evans, J. (1993) *Applied Production and Operations Management*. West Publishing Company, Minneapolis/St. Paul.
- Fajnzylber, F. (1983) *La industrialización trunca de América Latina*. Centro de Economía Transnacional. México.
- Fernández, R. (2003) "El espejismo de la maquila," artículo encontrado en la página web: <http://rci.net/globalizacion/2003/fg353.htm>
- Ferron, J. y E. Ochoa (2003) "Conferencia. Price Water House Coopers." Memorias del International Congress of the Automotive Industry in Mexico. Julio.
- Figuereido, P. (2001) *Technological Learning and Competitive Performance, Cheltenham*, Edward Elgar, UK.
- Figuereido, P. (2003) *Internacionalizacão de competencias tecnológicas*. Fundación Getulio Vargas. ISAE.
- Freeman, C. (1991) "Networks of innovators: A synthesis of research issues," *Research Policy* (Amsterdam), 20, 459-514.
- Frobel, F, J. Heinrichs and O. Kreye (1980) *The new international division of labour*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Frost, T. J. Birkinshaw and P. Ensign (2002) "Centre of excellence in multinational corporations." *Strategic Management Journal*. Vol. 23. pp. 997-1018.
- 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.
- García, S. (2002) "La Validez y la Confiabilidad en la Evaluación del Aprendizaje desde la Perspectiva Hermenéutica." *Revista de Pedagogía*. V.23 No. 67. Mayo. Caracas.
- Garvin, D. A. (1993) *Building a Learning Organizatio*. Harvard Business Review. Vol. 71. No. 4.

- Garza, G. y S. Rivera (1994) *Dinámica macroeconómica de las ciudades en México*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, El Colegio de México y Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Gerber, J. (2001) "Incertidumbre y expansión en el sector de maquiladoras en México." Vol. 9 No. 3. marzo. [www.us-mex.org](http://www.us-mex.org), borderlines.
- Gereffi, G. (1991) "The "old" and "new" Maquiladora Industry in México: What is their Contribution to Nacional Development and North American Integration?" en *Nuestra Economía*, Año 2 No. 8. Facultad de Economía. Universidad Autónoma de Baja California, mayo-agosto, pp.39-63.
- Gereffi, G. y M. Korzeniewicz (1996) *Commodity chains and global capitalism*. Wesport CT.
- Ghoshal, S. y C. A. Bartlett (1993) "Innovation processes in multinational Corporation," in *Readings in the Management of Innovation* (2<sup>nd</sup> ed.) eds M. L. Tushman and W. L. Moore, Harper Business, US, p. 499-518.
- Ghoshal, S. y C. A. Bartlett (1993) "The multinacional corporation as an interorganizational network," in *Organisation Theory and the Multinational Corporation*, Eds. S. Ghoshal an D. E. Westney, St. Marin's Press, New York, pp. 77-104.
- Godínez P., José Alberto y A. Mercado (1994) *Fuentes de la eficiencia y competitividad en la industria maquiladora de exportación en México*. El Colegio de la Frontera Norte y CONACYT, Tijuana, diciembre, pp. 78.
- Gold, J. (1994) "La empresa basada en los conocimientos." In Clarke, K. and Monkhouse, E. *Replantarse la Empresa*, pp. 177-204. Ediciones Folio, España.
- González-Aréchiga, 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, UAM y CIDE.
- Granda, I. (1998) "Comportamiento tecnológico y pautas de internacionalización: Un análisis comparado de las economías europeas." Documento de trabajo. Instituto de análisis industrial y financiero.
- Grundwald, J. (1986), "Internacionalización de la Industria: Los Vínculos Entre México y Estados Unidos" en *Reestructuración Industrial: Maquiladora en la Frontera Norte*, El Colef y el CNCA, México, pp. 65-95.
- Grundwald, J. and K. Flamm (1985) "Appendix: Explanation of Items 806.30 and 807.00." In *The Global Factory: Foreign Assembly in International Trade*. Brookings Institution, Washington D.C.
- Grunwald, J. (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.
- Güemez, G. (2003) "Situación de la Economía Mexicana" en el *Entorno Internacional, Competitividad*. Memorias del International Congress of the Automotive Industry in Mexico. Julio.
- Guyton, L. (1994) "Japanese FDI and the transfer of Japanese consumer electronics production to Malaysia," Report prepared for the UNDP, Malaysia, January-April.
- Hart, D. (2002) "Delphi Autotive Systems trims name to Delphi Corp." Artículo publicado en Bloomberg News. March 21.

- Hobday, M. (2001) "OEM vs. TNC-LED Growth in electronics: Comparing East and South East Asian innovation systems," en Dutrénit, Garrido y Valente, *Sistema Nacional de innovación tecnológica*. Temas para el debate en México. UAM. México.
- Hofer, C. and D. Schendel (1978) "Strategy Formulation: Analytical Concepts," St Paul, Minn.: West. <http://www.rcci.net/globalizacion/2003/fg353.htm>,
- Hualde, A. (1994) "Capacitación y calificación en la maquiladora fronteriza: Un ensayo de evaluación", en Daniel Villavicencio (coordinador), *Continuidades y discontinuidades de la capacitación*, UAM-X-Fundación Ebert, México.
- Hualde, A. (1995), "Los Acuerdos Paralelos y los mercados de trabajo en un tratado de libre comercio norteamericano" en Driscoll Bárbara y Mónica Vereá (coord). *La Administración Clinton* CISAN/UNAM, México D.F.
- Hualde, A. (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, CIID-CENEP, Buenos Aires.
- Hualde, A. (1999) "Aprendizaje industrial en la frontera norte de México: la articulación entre el sistema educativo y el sistema productivo maquilador," Cuaderno del trabajo 16, Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Hualde, A. (2001) "Formación de recursos humanos y territorios: La experiencia de los ingenieros en la industria del norte de México," en Dutrénit, Garrido y Valente, *Sistema Nacional de innovación tecnológica*. Temas para el debate en México. UAM. México.
- Hualde, A. (2002) "Trayectorias laborales en el mercado laboral de Tijuana," Trabajo, Núm. 11, Centro de Análisis del Trabajo, México D. F.
- Hualde, A. (2003), "Formación Educativa y Formación en la empresa: un balance sobre las maquiladoras de Tijuana", *Nueva Antropología*. No. 62
- Hualde, A. (2004) "¿Existe un modelo maquilador?. Reflexiones sobre la experiencia mexicana y centroamericana." *Revista Nueva Sociedad de Venezuela*. No. 184.
- Humphrey, J. and O. Memedovic (2003) "The Global Automotive Industry Value Chain: What Prospects for Upgrading by Developing Countries?" UNIDO, *Strategic Research and Economics Branch*, Vienna, Austria.
- I.N.E.G.I. (1981, 1989, 1994 y 2000) XI, XIII, XIV y XV censos industriales, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (I.N.E.G.I.). México.
- I.N.E.G.I. (2000a) "La industria automotriz en México," Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (I.N.E.G.I.). México.
- Iansiti, M. and K. Clark (1994) "Integration and Dynamic Capability: Evidence from Product Development in Automobiles and Mainframe Computers." *Industrial and Corporate Change*. Vol. 3 No. 3.
- Íñiguez, L. (1995) "Métodos cualitativos en Psicología Social" *Revista de Psicología Social Aplicada*, Vol.5, nº1/2.
- Jasso, H. (2003) "Apertura Comercial, 2004." Memorias del International Congress of the Automotive Industry in Mexico. Julio.
- Jones, G.R. (2001) *Organizational Theory – text and cases*. N. Jersey, Prentice-Hall, 3rd. ed.

- Jonhson, G. (1988) "Re-thinking Incrementalism" *Strategic Management Journal* 9,75-91.
- Jonhson, J.H. Jr. (1985) "An Empirical Analysis of the I-R Framework: US Construction Equipment Industry Firms in Global Competition," *Journal of International Business Studies*, 26 (3), 621-35.
- Juran J. M. y F. M. Gryna (1995) *Análisis y Planeación de la Calidad*. McGraw-Hill, México.
- Katz, J. (1976) "Importación de Tecnología, Aprendizaje e Industrialización Dependiente." FCE, México.
- Katz, J. (1986) "Desarrollo y Crisis de la Capacidad Tecnológica Latinoamericana," Buenos Aires, BID-CEPAL-CIID-PNUD
- Kenney, M. y R. Florida (1994), "Japanese Maquiladoras Production Organization and Global Commodity Chains" en *World Development*, Vol. 22, No. 1, USA.
- Kim, L. (1995) "Crisis construction and organizational learning: Capability building in catching-up at Hyundai motor." Report, october, Seoul, College of Business Administration, Korea University.
- Kim, L. (1997) "The dynamics of Samsung's technological learning in semiconductors." *California Management Review*, Vol. 39 No. 3.
- Kumar, A. (2001) "Determinants of location of overseas R&D activity of multinational enterprises: the case of US and Japanese corporations." *Research Policy*, Vol. 30, p. 159-174
- Lall, S. (1987), "The Acquisition of Technological Capability by India". In *Learning to Industrialize*. Macmillan, London.
- Lall, S. (1992) "Technological Capabilities and Industrialization", *World Development*, vol 20, núm. 2. p. 165-186.
- Lall, S. (1995) "Industrial strategy and Policies on foreign direct investment" in *East Asia, Transnational Corporation*, Vol. 4, No. 3, p. 1-26.
- Lara, A. (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 / El Colegio de la Frontera Norte, pp. 215-240.
- Lara, A. (1998) *Aprendizaje Tecnológico y Mercado de Trabajo en las Maquiladoras Japonesas*. UAM-Xochimilco, México.
- Lara, A. (2000) "Convergencia tecnológica y nacimiento de la maquiladoras de tercera generación: El caso Delphi-Juárez," en *Comercio Exterior*. Vol. 550 N° 9, México.
- Lara, A. (2001) "Arquitectura modular y administración de la variabilidad tecnológica, el caso del sector automotriz." Documento de trabajo.
- Lara, A. y J. Carrillo (2003) "Globalización tecnológica y coordinación intraempresarial en el sector automovilístico: el caso de Delphi-México." *Comercio Exterior*. Vol. 53. No. 7. Julio, pp. 604-616.
- Lazarsfeld, P. (1973) *De los conceptos a los índices empíricos en Metodología de las Ciencias Sociales*. Editorial Laia. España.
- Leite, M. (1997) "Competitividade e trabalho na cadeia automotivo brasileiro", mimeo University of Campinas: DECISAE.



- Leonard-Barton, D. (1992) "Core capabilities and Core Rigidities: a Paradox in Managing New Product Development." *Strategic Management Journal*. No. 13.
- Leonard-Barton, D. (1992a) "The factory as a Learning Laboratory." *Sloan Management Review*. Vol. 32. No. 1.
- Leonard-Barton, D. (1995) *Wellsprings of Knowledge*. Boston, Mass., Harvard Business School Press.
- Liedtke, K. (2003) "Perspectives of the Autoparts Industry." Bosch. Memorias del International Congress of the Automotive Industry in Mexico. Julio.
- Louv, R. (1987), "The Maquiladora Program in Tri-National 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. 119-122.
- Lundvall, B. (1988) "Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation," en G. Dosi, et al., *Technical Change an Economic Theory*, Londres: Pinter Publishers, pp. 349-369.
- Lundvall, B.-Å. and Johnson, B. (1992) "The globalising learning economy," *Journal of Industry Studies* 1, 2, pp. 23-42.
- Mair, A., R. Florida y M. Kenney (1988) *The New Geography of Automobile Production: Japanese Transplants in North America*, Economic Geography.
- Maldonado, S. (1995) "La rama automovilística en los corredores industriales en el noroeste de México", *Comercio Exterior*, Vol. 45, no. 6, junio, Banco Nacional de Comercio Exterior. México. pp. 487-497.
- Malecki, E. J. (1997) *Technology and Economic Development: The dynamics of Local, Regional and National Competitiveness*. Essex: Longman.
- Mansfield, E. y A. Romeo (1984) "Reverse transfer of technology from o overseas subsidiaries to American firms, IEEE" *Transactions on Engineering Management*, Aug, EM. Vol. 31, No. 3, p. 122-127.
- Mansfield, E., D. Teece y A. Romeo (1979) "Overseas research and development by US-based firms," *Economica*, May. Vol. 46, p. 187-196.
- Manual de Bogotá (2001) "Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe."
- Mateos-Aparicio, P. (1998) *Dirección y objetivos de la empresa actual*. Ed. Centro de estudios Ramón Areces.
- Mattar, J., J. C. Moreno-Brid y W. Peres (2002) "Foreign Direct Investment in México after Economic Reform." *Estudios y Perspectivas de la Sede Subregional de la CEPAL en México*, México.
- Mattelart, A. (1997) Utopía y realidades del vínculo global. Para una crítica del tecnoglobalismo. Revista Diálogos de la comunicación, No. 50, Octubre.
- Maxwell, P. (1987), "Adequate Technological Strategy in an Imperfect Economic Context: a Case-Study of the Evolution of the ACINDAR Steel Plant in Rosario, Argentina", in J. Katz (ed.), op. cit. pp. 119-53.
- Mendiola, G. (1999) "México: Empresas maquiladoras de exportación en los noventa." Series reformas económicas No. 49.

- Mendoza, E. (1982) "Historia de los Programas federales para el desarrollo económico de la frontera norte", en Mario Ojeda (compilador), *Administración del desarrollo de la frontera norte*. México, El Colegio de México.
- Mertens, L. y L. Palomares (1988) "El surgimiento de un nuevo tipo de trabajador en la industria de alta tecnología. El caso de la electrónica," en Estela Gutiérrez Garza, *Reestructuración Productiva y Clase Obrera*, UNAM, Siglo XXI, México.
- Meyer-Krahmer, F. y G. Reger (1999) "New perspectives on the innovation strategies of multinational enterprises: lessons for technology policy in Europe." *Research Policy*, vol. 28, p. 751-776.
- Micheli, J. (1990) "Nueva manufactura, globalización y producción de automóviles en México," (mimeografiado).
- Mortimore, M. (1998a) "The Asian challenge to the world automotive industry" *Economía contemporánea*, Rio de Janeiro, Facultad de Economía, Universidad Federal de Rio de Janeiro.
- Mortimore, M. (1998) "Corporate strategies and regional integration schemes involving developing countries: the NAFTA and Mercosur automobile industries." *Science, Technology and Development*, Glasgow, Universidad de Strathclyde.
- Niosi, J. (2002) "La internacionalización de la I&D y América Latina" in L. Corona et R. Hernández (eds.): *Innovación, universidad e industria en el desarrollo regional*, México DF, pp. 149-159.
- Niosi, J. (1999) "The Internationalization of Industrial R&D : From Technology Transfer to the Learning Organization." *Research Policy*, New York, Elsevier, 28 (2-3), pp. 107-118.
- Nonaka, I. (1991) "The Knowledge-creating Company." *Harvard Business Review*, Nov.-Dec., pp. 96-104.
- Nonaka, I. y H. Takeuchi. *La organización creadora de conocimiento*. Oxford University Press. 1999.
- Ostry, S. y F. Harianto (1995) "The changing pattern of Japanese foreign direct investment in the electronics industry in East Asia." *Transnational Corporations*, Vol. 4, No. 1, p. 11-43.
- OCDE, (2002) "Foreign Direct Investment. Maximizing Benefits, Manimizing Costs, OCDE: París."
- Palacios, M. (2003) "Conferencia. Memorias del International Congress of the Automotive Industry in Mexico." Julio.
- Palencia, C. y A. Ángeles (2003a) "Industria Maquiladora de Exportación." Principales factores que explican su desempeño actual. Pág. web. Cnime.
- Palencia, C. y A. Ángeles (2003b) "México: Empleos, retribuciones y contribuciones a seguridad social en el caso de la maquiladora." Pág. web. Cnime.
- Palencia, C. y A. Ángeles (2004) "Posición competitiva de México en el mercado norteamericano, 1993-2003: el sector de equipo de transporte y la industria maquiladora." Pág. web. Cnime.
- Patel, P. (1995) "Localised production of technology for global markets." *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, p. 141-153.

- Patel, P. (1996) "Are large firms internationalising the generation of Technology? Some new evidence." *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 43, No. 1, p. 41-47.
- Patel, P. and K. Pavitt (1992) "Large firms in the production of the world's technology: an important case of non-globalisation," in *Technology Management and International Business: Internationalisation of R&D and Technology*, eds Granstrand, O., L. Hakanson and S. Sjolander, John Wiley & Sons, Chichester & New York.
- Patel, P. and M. Vega (1999) "Patterns of Internationalisation of Corporate Technology: Location versus Home Country Advantage." *Research Policy*, Vol. 28, p. 145-155.
- Pavitt, K. and P. Patel (1991) "Technological strategies of the world's largest companies," *Science and Public Policy*, Dec. Vol. 18, No. 6 p. 363-368.
- Pavitt, K. (1984) "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory." *Research Policy*, Vol. 13 no. 9 pp. 343-373.
- Pavitt, K., (1991) "Key Characteristics of the Large Innovating Firm" in *British Journal of Management*, Vol. 2, pp. 41-50.
- Pearce, R.D. and S. Singh (1991) "Internationalisation of research and development among the world's leading enterprises: Survey analysis of organisation and motivation," in *Technology Management and International Business: Internationalisation of R&D and Technology*, eds O. Granstrand, L. Hakanson and S. Sjolander, John Wiley & Sons: Chichester & New York, p. 137-162.
- Pérez Llanas, C. y M. Cámara (2002) "La Industria Maquiladora de Exportación y la Deslocalización: el Caso de Yucatán," en *Investigación Económica*, Vol. LXII, julio-septiembre, UNAM, México. pp. 119-152.
- Perrin, J. (1983) *Les Transferts de Technologie*, Editions La Découverte, Paris
- Pirela, A. *et al.* (1993) "Technological Learning and Entrepreneurial Behaviour. A Taxonomy of the Chemical Industry in Venezuela" in *Research Policy*, Vol. 22, No.
- Porter, M. (1980) *Competitive Strategy: Techniques for Analysing Industries and Competitors*, New York, Free Press.
- Porter, M. E. (1986) "Changing Patterns of International Competition." *California Management Review*, 28, 9-40.
- Porter, M. (1999) *Ser competitivo: nuevas aportaciones y conclusiones*. Ed. Deusto S.A., España.
- Prahalad, C. and G. Hamel (1990) "The Core Competencies of the Corporation." *Harvard Business Review*, Vol. 68, No. 3.
- Prahalad, C.K. and Y.L. Doz (1987) *The Multinational Mission: Balancing Local Demands and Global Vision*, New York: The Free Press.
- Probst, G. (1998) "Practical Knowledge Management: A model that works en Prism," en Arthur D. Little, pp. 17-29, Second quarter .
- Quadros, R. (2002), "Global quality standards, chain governance and the technological upgrading of Brazilian auto-component producers", *IDS Working Paper* No. 156 (Brighton, Institute of Development Studies)
- Quin, J.B. (1980) *Strategies for Change: Logical Incrementalism*, Homewood, Irwin.

- Radosevic, S. (1999) "International Technology Transfer and Catch-up" in *Economic Development, Cheltenham*, Edward Elgar.
- Ramírez, J. C. (1999), "Los efectos del TLCAN sobre el comercio y la industria en México". Documento de trabajo No. 176 del CIDE. División de Economía. México, D. F. 4 p.
- Ramírez, J.C. (1995) "La organización justo a tiempo en la industria automotriz del norte de México. Nuevos patrones de localización y eficiencia." Documento de trabajo CIDE. División de Economía, No. 33.
- Rendón, Teresa and Carlos Salas (2000) "La evolución del empleo", in Bensusán, Graciela and Arturo Alcalde (eds.) *Trabajo y Trabajadores en el México Contemporáneo*, Mexico: Miguel Ángel: 25-91.
- Rilely, M.W. (1963) *Sociological Research: A case approach*. New York. Harcourt Brace Jovanovich.
- Rist, R. (1977) *On the relations among education research paradigms: From disain ton detente*. Anthropology and Education.
- Rodríguez, L. (2001) "Caso Exitoso de Planeación Estratégica de Tecnología: Sensor de Condición de Aceite", Adiat.
- Rosenberg, N. (1979) *Tecnología y Economía*, Barcelona: Gustavo Gili, p. 422.
- Rosette, C. (2003) Documento de trabajo. Editor CNIME
- Roth, K. (1992) "International configuration and coordination archetypes for medium-sized firms in global industries" *Journal of international business studies*, 23(3), 533-50.
- Roth, K. and A.J. Morrison (1992) "Implementing Global Strategy: Characteristics of Global Subsidiary Mandates" *Journal of International Business Studies*, 23(4), 715-35
- Rugman, A. M. (1980) "Internationalisation as a General Theory of Foreign Direct Investment: a Reappraisal of the Literature," *Weltwirtschaftliches*, 116 (2), 365-79.
- Ruiz, R. (2003) "Industria Automotriz en México, una visión general." Memorias del International Congress of the Automotive Industry in Mexico. Julio.
- Saéz Vacas, F., O García, J. Palao, y P. Rojo (2003) *Innovación tecnológica en las empresas. Temas básicos*. Texto, Universidad Politécnica de Madrid.
- Sampedro, J. (2003) "Aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en la industria maquiladora de exportación: el caso de Thomson-Multimedia de México," tesis de maestría en economía y gestión del cambio tecnológico, UAM-Xochimilco, México.
- 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 Profesor Mark Hanson of the University of California, Riverside."
- 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*, El Colef y el CNCA, México, pp. 31-63.
- Saxenian, A. L. (1994) *Regional Advantage. Culture and competition in Silicon Valley and Route 128*, Cambridge, MA, y Londres, Harvard UP.

- Sayer, A. (1986) "New development in manufacturing: The just in time system," *Capital and Class*, 30, pp.43-72.
- Schonberger, R. (1982) *Japanese manufacturing techniques*, New York, Free Press.
- Senderos, F. (2003) "Más allá de la Reducción de Costos." Memorias del International Congress of the Automotive Industry in Mexico. Julio.
- Senge, P. (1990) "The Leader's New Work: Building Learning Organizations." *Sloan Management Review*, Fall, pp. 7-23.
- Senker, J. y W. Faulkner (1996) "Networks, tacit knowledge and innovation" en R. Coombs, A. Richards, P. P. Saviotto y V. Welsh, *Technological collaboration. The dynamics of cooperation in industrial innovation*, Chentelham, Edward Elgar, 76-97.
- Stal, E. (2002) "Empresas transnacionales en Brasil y la descentralización de las actividades de investigación y desarrollo." *Revista Espacios*. Vol. 23 (2) Brasil.
- Stevens, S.S. (1951) "Mathematics, measurement and psychophysics." Pp. 1-49 in S.S. Stevens (ed.) *Handbook of Experimental Psychology*. New York: John Wiley.
- Stoddard, E. (1990), "La Investigación Sobre las Maquiladoras Fronterizas: El Papel que Desempeña la Ideología en la Interpretación de Datos" en *Frontera Norte*, vol. 2, No. 3, enero-junio, pp. 162-167.
- Székely, G. (1991), "Manufacturing across borders and oceans: Japan, the United States and Mexico", *Center of the USA Mexican Studies*, University of California, San Diego.
- Taggart, J.H. (1997) "Autonomy and Procedural Justice: A Framework for Evaluating Subsidiary Strategy" *Journal of International Business Studies*. Vol. 28, No. 1, 51-76.
- Taggart, J.H. (1998) "Identification and Development of Strategy at Subsidiary Level," in Birkinshaw, J. y N. Hood (1998) *Multinational Corporate Evolution and Subsidiary Development*. Macmillan Press Ltd. London, p. 23-49.
- Takeuchi, H. and M.E. Porter (1986) "Three Roles of Marketing in Global strategy," in Michael E. Porter (ed.) *Competition in Global Industries*, Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
- Taylor, S.J. and R. Bogdan. (1992) *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Ediciones Paidós. España.
- Teece, D., G. Pisano, and A. Shuen (1997) "Dynamic Capabilities and Strategic Management", *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533
- Tetsu, A. (1994) *The Hybrid Factory*, Oxford, Oxford Press.
- The Economist (1997) "Car crash ahead", 10 de mayo.
- Tidd, J., J. Bessant and K. Pavitt (1997) *Managing Innovation*.
- Tirole, J. (1992) *The theory of industrial organization*, Massachussets, MIT Press.
- Trajtenberg, R. (1999) "El concepto de empresa transnacional." Serie documentos de trabajo. Universidad de la República. Uruguay.
- Tremblay, P. (1994) "Comparative analysis of technological capability and productivity growth in the pulp and paper industry in industrialised and industrialising countries." Tesis doctoral. University of Sussex.

- Tsekouras, G. (1996) "Gaining competitive advantage through technology development in a less favoured country of Europe."
- UNCTAD (1994) *World Investment Report 1994*. Transnational Corporations, Employment and the Workplace, Ginebra.
- UNCTC (1990) *Transnational Corporations and the Transfer of New and Emerging Technologies to Developing Countries*. New York: United Nations.
- Urióstegui, A. (2002) "Del ensamble simple de componentes al producto final: el caso de Philips-México." Tesis de maestría en economía y gestión del cambio tecnológico, UAM-Xochimilco, México.
- Vargas, L. R. (1998) *Reestructuración Industrial, Educación Tecnológica y Formación de Ingenieros*, ANUIES, México 1998.
- Vázquez, S. (2000) "Aspectos relevantes de la industria automotriz." *The academic Journal of the Universidad Anáhuac del Sur*. Vol. 3, No. 1, fall/winter, Edited by: Stephen Murray.
- Vera-Cruz, Dutrénit y Gil (2003) "Derramas de la Maquila y Capacidades Tecnológicas y Empresariales de las Pymes Proveedoras." Altec.
- Vera-Cruz, A. O. (2004) *Cultura de la empresa, aprendizaje y capacidades tecnológicas. El caso de las cerveceras mexicanas*, UAM/ADIAT/Miguel Ángel Porrúa.
- Vernon, R. (1966) "International investment and international trade in the product cycle." *Quarterly Journal of Economics*, May, vol. 80, no. 2, p. 190-207.
- Vernon, R. (1979) "The product-cycle hypothesis in a new international environment," *Oxford Bulletin of economics and Statistics*, vol. 41, no. 4, p. 255-267.
- Vickery, G. (1996) "Globalisation in the automotive industry," *Globalisation of Industry: Overview and Sector Reports*, París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- Vieyra, A. (1999) "Tecnología, empleo y territorio en el marco de la globalización económica." El caso de la industria automotriz en México. Tesis Doctoral, Facultad de Geografía e Historia, Universidad Complutense de Madrid. España. Inédita.
- Vieyra, A. (2000) "El sector automotriz en el proceso de industrialización en México: aspectos históricos-económicos de su conformación territorial." UNAM. México.
- Villavicencio, D. (1990) "La transferencia de tecnología: un problema de aprendizaje colectivo," en *Argumentos*, DCSH-UAM-X, Núm. 10/11, diciembre, México.
- Villavicencio, D. y R. Arvanitis (1995) "Aprendizaje tecnológico en la industria mexicana." *Perfiles latinoamericanos*.
- Villavicencio, D., M. Casalet, A. Hualde, R. Barajas. (2002) "El Marco Institucional y el Aprendizaje Tecnológico de las Maquiladoras: Elementos para Discusión." Documento de trabajo. Grupo ambiente institucional, proyecto maquila.
- Walsh, V., R. Roy, M. Bruce and S. Potter. (1992) *Winning By Design*. Blackwell, Oxford.
- Wells, L.T. (1972) *The Product Life Cycle and International Trade*, Boston, Mass.: Harvard University Press.
- Westney, E. (1993) "Cross-pacific internationalisation of R&D by US and Japanese firms," *R&D Management*, Vol. 23, No. 2, p. 171-181.

- Westphal, L., L. Kim and C. Dahlman. (1985) "Reflections on the republic of Korea's Adquisicion of technological capability" in N. Rosenberg and C. Frischtak (eds) *International Technology*, New York, Praeger Publishers.
- White, R.E. and T.A. Poynter (1984) "Strategies for Foreign-Owned Subsidiaries in Canada," *Business Quarterly*, 48 (4), Summer, 59-69.
- Wilson, P. (1991) "Maquiladoras and Their Transaction Patterns" en *Frontera Norte*, vol. 3, No. 5, enero-junio, pp. 55-84.
- Wilson, P. (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." <http://www.juridicas.unam.mx/publica/rev/boletin/cont/100/el/el11.htm>
- Wohleen, D. (2003) "Futuro de la Industria de Proveedores Automotrices para el año 2010: Visión y mercados globales emergentes." Conferencia del Presidente del Sector Eléctrico, Electrónico, Seguridad e Interiores de Delphi Corp. en el Congreso Internacional de la Industria Automotriz.
- Womack, J. y otros (1990) *La máquina que cambió al mundo*, Nueva York, McGraw Hill.
- Yin, R. K. (1994) *Case Study Research. Design and Methods*, second ed, Applied Social Research Methods Series, California, Sage Publications.
- Yip, G.S. (1994) *Industry Drivers of Global Strategy and Organisation, International Executive*, 36 (5), 529-56.
- Zander. I. (1994) "The Tortoise Evolution of the Multinational Corporation-Foreign Technological Activity" in *Swedish Multinational Firms 1890-1990*. Institute of International Business (IIB) Stockholm School of Economics: Sweden.
- Zander. I. (1997) "Techological diversification in the multinational corporation historical evolution and future prospects," *Research Policy*, Vol. 26, p. 209-227.

### Páginas Web

<http://bprc.warwick.ac.uk/kmconf.html>

<http://www.qub.ac.uk/mgt/cmkt/intrlect.htm#nature>

<http://notes.lancs.ac.uk/pub/o13.nsf>

Página web de Delphi Corp. (2001); [www.delphiauto.com](http://www.delphiauto.com)

<http://www.iede.edu/es/areas/areasdocumentosHome.html?IdArea=78>

[www.eclac.cl/publicaciones/DesarrolloProductivo/2/lcg2042/capitulo4.PDF](http://www.eclac.cl/publicaciones/DesarrolloProductivo/2/lcg2042/capitulo4.PDF)

Página de Mundo Ejecutivo; <http://www.intermundo.com.mx/default.asp?id=8>

<http://www.ucm.es/BUCM/cee/iaif/007/007.htm>

Caja de direcciones; <http://html.rincondelvago.com/caja-de-direccion.html>

Caja de direcciones; <http://www.mimecanicapopular.com/vernota.php?n=96>

Fundamentos de la investigación científica; [http://inicia.es/de/maricg/fund\\_enf.htm](http://inicia.es/de/maricg/fund_enf.htm)

Teoría de la localización industrial;

<http://club.telepolis.com/geografo/economica/localizacioni.htm>

Sector Automotriz: Análisis de la legislación y la situación real del sector;

<http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpZEAZyEZyZDLgbFml.php>

## ANEXOS

### *ANEXO No. 1 Fases del desarrollo del sector automotriz en México*

Las fases de desarrollo y crecimiento del sector automotriz en México han sido caracterizadas por un conjunto de hechos claves en su proceso de evolución. Estas fases están relacionadas al comportamiento evolutivo que el sector automotriz ha tenido en el ámbito internacional<sup>1</sup> y a las circunstancias que marcaron la evolución del proceso de industrialización en México.

En la tabla 1 se presentan las tres fases en las cuales se ha analizado la evolución del sector automotriz en México y los principales hechos que las caracterizan. En esta tabla vale la pena destacar que “las plantas dedicadas a la exportación se desarrollaron bajo esquemas operativos y de organización diferentes a las plantas del centro del país, e incluso, desarrollando esquemas contrapuestos. Su diferenciación es tal, que responden a necesidades y expectativas diferentes, por lo que su emplazamiento ha requerido de nuevos espacios o territorios capaces de albergar, mantener y desarrollar un nuevo modelo productivo de características flexibles que permita en suma, mayores niveles de competitividad en un contexto cada vez más global.”<sup>2</sup>

En esta evolución del sector automotriz un elemento clave ha sido la política industrial. Se dice que toda política industrial que establece normas que obligan a las empresas nacionales y extranjeras a producir con un importante porcentaje de contenido local está llevando a cabo una estrategia proteccionista no necesariamente negativa; esto fue lo que ocurrió en México con la producción automotriz hasta la publicación de los decretos de 1983 y 1989 que abrieron el proceso de integración a la globalización del sector. El caso del sector automotriz en México es sin duda el mejor ejemplo para analizar las dos fases por las que ha pasado la normatividad y uso de las reglas de origen.

Así, inicialmente se aplicó una política tendiente a impulsar el desarrollo del sector automotriz como máquina de arrastre para impulsar la industrialización del país. Esta tendencia se sostuvo hasta la década del sesenta, posteriormente el gobierno mexicano decidió impulsar aun más esta estrategia emitiendo decretos como los de 1962, 1972 y 1977 en los cuales se incorpora al sector automotriz como eje de la diversificación productiva sobre bases nacionales y con creciente grado de integración interna. Así, el grado de integración interna para el último decreto fue de alrededor de un 50%.

Durante casi 20 años y hasta la década de los ochenta, por ejemplo, la planta de General Motors de la ciudad de México utilizaba en su producción 70% de contenido nacional, del cual el 90% provenía del área metropolitana. La publicación del Decreto Automotriz de 1989, el cual coincide en fechas con la emisión del Decreto para el Fomento y Operación de la IME, marca el inicio de una nueva etapa en la cual la planta industrial automotriz establecida en México se vincula a las corporaciones estadounidenses.

---

<sup>1</sup> Aunque las fases de evolución del sector automotriz en México no corresponden en el tiempo a las fases de evolución del sector automotriz al nivel mundial.

<sup>2</sup> Vieyra (1999)



**Tabla 1 Fases del desarrollo del sector automotriz en México**

Primera fase Implantación e inicio de operaciones 1925-1940	Segunda fase Expansión dentro del Modelo de Sustitución de Importaciones 1960-1976	Tercera fase Reestructuración y 1977-2002
<ul style="list-style-type: none"> <li>- En 1925 se instala Ford.</li> <li>- En 1935 se instala General Motors.</li> <li>- En 1938 se instala Automex (posteriormente Chrysler). Estas tres ensambladoras sólo hacen actividades de montaje, para abastecer el mercado nacional.<sup>3</sup></li> <li>- Razones para explicar el desplazamiento de las ensambladoras a México:<sup>4</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Reducción de los costos de producción. La importación de los juegos CKD<sup>5</sup> para el montaje, hace que se reduzcan los costos de importación en comparación con los pagados por la importación de autos terminados.</li> <li>b. Bajos costos de transporte.</li> <li>c. Bajos salarios. Los cuales y desde entonces, eran aún más bajos en tareas de montaje.</li> <li>d. Unas prometedoras expectativas de un mercado factible de monopolizar o cuasi-monopolizar.</li> </ul> </li> <li>- Estas plantas se localizaban principalmente en el Distrito Federal y en el Estado de México.</li> <li>- A partir de 1940 se intensifica la puesta en marcha de las medidas para promover el desarrollo industrial: subvenciones en el transporte, créditos a muy bajo interés, exenciones fiscales, etc.</li> <li>- Entre 1940-1950 cuando la participación del sector primario fue superada por el sector secundario en el PIB Nacional. Esto determinó el tránsito de una economía nacional basada en el dominio estructural agropecuario hacia la hegemonía industrial.<sup>6</sup></li> <li>- Entre 1940 y 1960 la región central del país pasó del 32% al 55% en la concentración del empleo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En 1960 se identifica el despegue de la actividad industrial.</li> <li>- Entre 1960 a 1976, los decretos estatales del proceso de industrialización, a través de las políticas de sustitución de importaciones, crean un ambiente favorable para la expansión y desarrollo del sector automotriz en el país. En estos 16 años, la producción se incrementó hasta siete veces.</li> <li>- En 1964 Volkswagen inició la producción en la planta de Xalostoc en el Estado de México. En 19967 se instala en Puebla.</li> <li>- En 1964 Ford y Chrisler expanden su producción a otros lugares del Estado de México.</li> <li>- En 1965 General Motors también se expande.</li> <li>- En 1967 Nissan inicia la producción de automóviles en Cuernavaca.</li> <li>- La evolución del sector automotriz, se complementa con el desarrollo de la industria de autopartes, que ya para 1966 llega a emplear a casi 25,000 trabajadores.<sup>7</sup></li> <li>- En esta fase se da un importante crecimiento de la industria automotriz en México. Las cinco ensambladoras amplían su estructura productiva, hay mayor diversificación de las actividades que empieza a implementar el sector. Sin embargo, aún con estos cambios el sector automotriz se seguía localizando, durante esos años, exclusivamente en la región centro del territorio nacional.</li> <li>- Durante este período se da una fuerte inversión pública, que desarrolló al sector industrial en general.</li> <li>- Desde mediados de los setenta se inicia el deterioro del modelo sustitutivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desde 1977 se promueve el desarrollo del sector automotriz de exportación y comienza a gestar un proceso de reestructuración.</li> <li>- Hasta 1981 el sector automotriz experimenta cambios precedentes, registrando en este año un crecimiento de la producción y de demanda interna.</li> <li>- En 1982 estalla la crisis de la deuda externa y la política macroeconómica.</li> <li>- Después de 1983 se da la recuperación del sector, en parte a las nuevas medidas que impulsó el gobierno de reestructuración, entre ellas, la referida a las exportaciones.</li> <li>- En 1986, las exportaciones del sector automotriz ocupan un lugar en importancia después del petróleo.</li> <li>- La desregulación comercial y la apertura económica impulsó el sector tras la emisión de un decreto en 1989 por el gobierno, así las empresas del sector redujeron progresivamente el porcentaje de ensamblaje de autos, impuesto con el propósito de desgravar la importación de componentes de exportadores directos e indirectos.</li> <li>- Se establecen 5 plantas de ensamblaje en el extranjero, México,<sup>8</sup> las cuales tienen como propósito producir para la exportación: el 80% de la producción de exportaciones automotrices mexicanas.</li> <li>- En 1994 se firma el TLC y se abre el mercado de exportador y a cierta disminución de la producción se registró un superávit comercial en el sector.</li> <li>- Entre 1997-2002 es un sector con...</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de Vieyra (2000), Ruiz (2003)

<sup>3</sup> Antes de 1925 sólo llegaban al país autos terminados a través de la importación y venta de los mismos.

<sup>4</sup> Dombois (1990)

<sup>5</sup> "El CKD es el conjunto *Completely Knocked Down* está integrado partes de automóvil, los cuales se envían y posteriormente se montan en el país de destino"

<sup>6</sup> Garza y Rivera (1994)

<sup>7</sup> Camarena (1981)

<sup>8</sup> Estas plantas conforman desde entonces la base exportadora más grande del sector automotriz en México. (Ramírez, 1995)

Una consecuencia de estos Decretos ha sido la disminución en la exigencia del uso de contenido nacional en las exportaciones mexicanas; así se observa que paulatinamente la industria de autopartes se ha visto afectada ante la posibilidad de utilizar un menor valor agregado nacional por parte de las transnacionales automotrices. Concretamente en el Decreto de 1989 se dejó de mencionar el grado de integración interna y se utilizó como medida, el Valor Agregado Nacional, que en este caso se definió en 36%. Otra consecuencia adicional fue que la eliminación gradual de los límites a la participación de la inversión extranjera en la industria de autopartes ocasionó un fenómeno adicional, que consistió en que la integración vertical de las ensambladoras extranjeras eliminó en gran medida a las nacionales.

Las políticas de ajuste cambiaron la orientación de la producción hacia el mercado interno por el de exportación, desregularon diversas industrias prioritarias, quitaron trabas para atraer nueva IED y crearon sistemas paralelos que acompañaron al nuevo modelo industrial, como el sistema de normalización y certificación de las competencias laborales, entre otros cambios. Estas transformaciones en el ámbito macroeconómico indujeron la re-localización y apertura de nuevas empresas en zonas “*green field*”,<sup>9</sup> asimismo, coadyuvaron a que las empresas reestructuran productivamente sus plantas, reorganizaran las empresas y desarrollaran nuevas relaciones con sus proveedores.<sup>10</sup>

Para los finales de la década de los noventa se observó claramente la consolidación del sector automotriz como una actividad manufacturera prioritaria bajo las nuevas expectativas de un crecimiento económico nacional basado en la capacidad de ganar mayores espacios dentro del mercado mundial, tal situación se confirmó al evidenciar la importancia del mercado externo para la industria automotriz mexicana, especialmente a partir de la firma del Tratado de Libre Comercio en 1994.<sup>11</sup>

Al año 2003 se considera que el sector automotriz mexicano se ajusta al marco de producción global a fin de convertirse en uno de los primeros productores a nivel mundial y lograr en los próximos 10 años cuatro millones de unidades ensambladas. En octubre de 2003, entró en vigor el Decreto Maquilador tendiente a reducir la regulación a que está sometida la IME<sup>12</sup>

Finalmente, en la figura 1 se muestran los principales decretos que han jugado un papel importante en este proceso de evolución del sector automotriz en México.

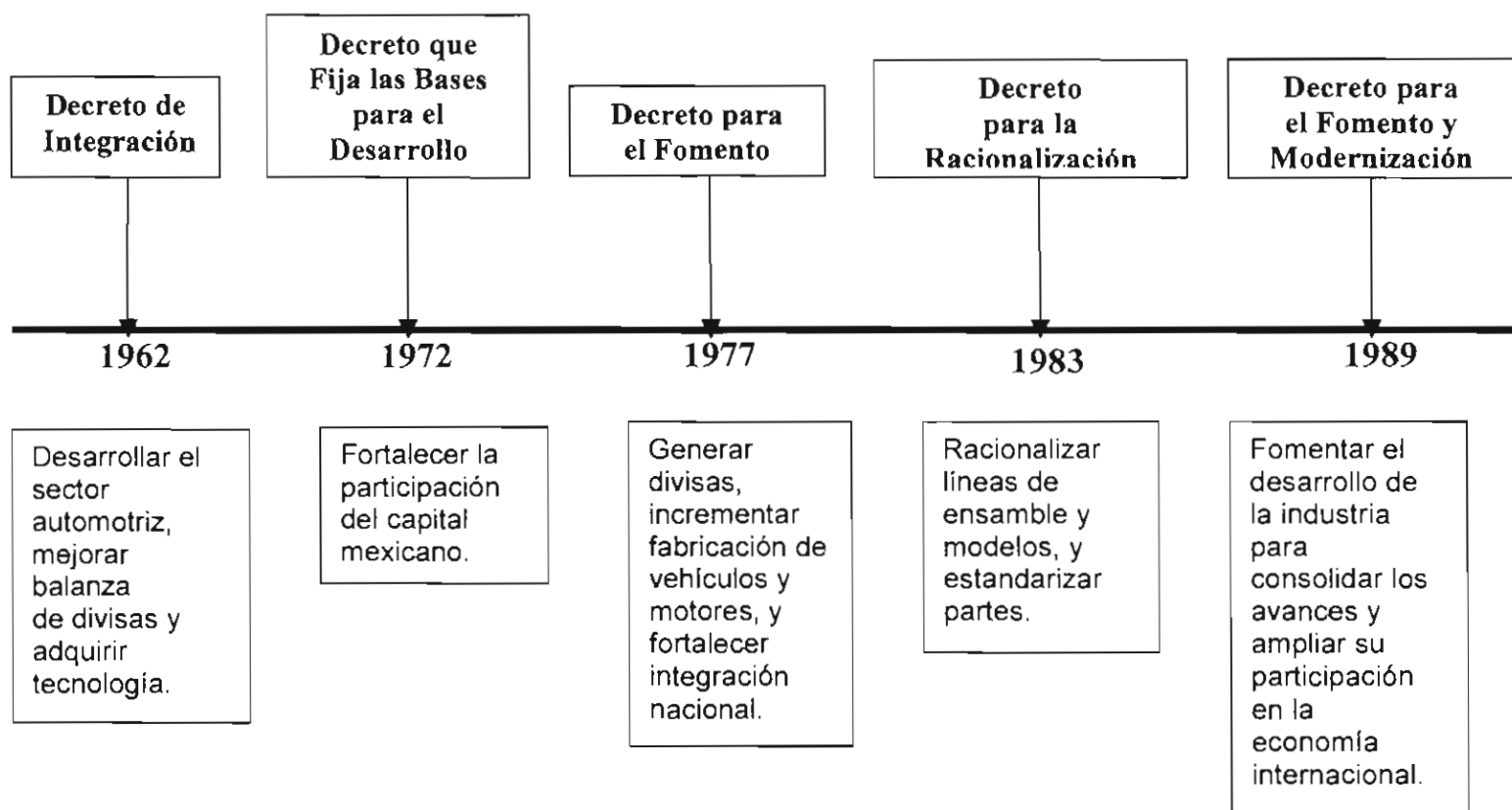
<sup>9</sup> Zonas de escaso desarrollo en las que, muy frecuentemente, el sector manufacturero está dominado por actividades agroindustriales. También se utiliza para designar lugares donde se desarrollan nuevos esquemas flexibles de producción por lote. En EEUU fueron áreas rurales o suburbios de medio este que sirvieron de asiento a grandes complejos flexibles, como los transplantes japoneses. Mair *et al.* (1988)

<sup>10</sup> Ramírez (1995)

<sup>11</sup> Vieyra (2000)

<sup>12</sup> Ruiz (2003)

Figura 1 Decretos del Sector Automotriz en México<sup>13</sup>



Fuente: Secretaría de Economía, presentado por Ruiz (2003)

<sup>13</sup> Desde 1962 hasta 1995 el sector automotriz mexicano ha operado a través de Decretos específicos que lo han regulado fuertemente.

## *ANEXO No. 2 Sectores de negocio de Delphi Corp.<sup>14</sup>*

### **Dynamics & Propulsion**

The Delphi Dynamics & Propulsion sector offers a wide range of energy & engine management systems designed to optimize engine performance and emissions control through management of vehicle air intake, fuel delivery, combustion and exhaust after-treatment. The sector also offers all major chassis control systems -- steering, braking, suspension and engine, with a focus on providing superior ride and handling performance, high reliability, reduced mass and improved fuel efficiency. The Dynamics & Propulsion sector is comprised of Delphi Energy & Chassis Systems and Delphi Steering Systems. Principal product lines include:

- Engine Management Systems - For diesel and gas applications.
- Air/Fuel Management - Subsystems measure, control, manage and deliver a combustible mixture of fuel and air to the combustion chamber.
- Energy Storage and Conversion - The generator and battery comprise the principal electrical system in the vehicle. The battery stores energy for transfer to the starter during engine start-up; once the engine is running, the generator supplies the vehicle's electrical power requirements. Among other products, we sell batteries in the aftermarket under the FREEDOM® brand.
- Valve Train - Systems manage engine valve timing and performance to improve fuel economy, reduce emissions and increase torque and power.
- Exhaust Aftertreatment - This subsystem carries gas away from the engine and removes harmful chemical compounds through catalytic after-treatment reaction of contaminants.
- Sensors and Actuators - **Sensors, including our INTELLEK™ brand sensors, monitor conditions such as presence, speed and chemical content within the vehicle. Actuators control mechanical movement and the flow of fluids within the vehicle.**
- Ignition Subsystems - Provide spark energy for combustion initiation of the air/fuel mixture. Coils, electronics, wires/boots and spark plugs generate and deliver a high voltage charge to the combustion chamber.
- Fuel Handling Subsystems - Contain and deliver fuel and control evaporative emissions.
- Energy Management Systems - ENERGEN™ energy management system that enables the availability of additional electrical power and increased functionality to the vehicle.
- Intelligent Chassis Controls - TraXXar™ vehicle stability enhancement system integrates all major chassis control systems --- steering, braking, suspension and powertrain. GALILEO® intelligent brake-by-wire control system combines power assist, anti-lock braking functions, traction control and tunable pedal feel in a modular design.
- Advanced Ride Control Suspension Systems - MAGNERIDE® and other controlled suspension within our Continuously Variable Real-Time Damping portfolio provides full car modal control with continuously variable independent damping control at each corner.
- Chassis Systems and Modules - Systems and modules include complete wheel-to-wheel modules, vertical corner modules, rolling chassis modules, brake corner modules, damper modules and bearings.

---

<sup>14</sup> Tomado de la página web: [www.delphiauto.com](http://www.delphiauto.com) (2001)

- Brake Systems - Complete brake systems design capability, including anti-lock brake systems featuring solenoid control technology that can accommodate traction control.
- Suspension and Brake Components - Include calipers, rotors, drums, master cylinders, boosters, drum brake assemblies, shock absorbers, friction materials, struts, airspring lifts, Litemflex composite springs and leveling height sensors.
- Hydraulic Steering Systems - Includes components and fully integrated systems. Components include hydraulic power steering pumps, steering gears, and steering hoses. Variable-effort steering systems such as MAGNASTEER™ Magnetic Assist Steering reduce steering effort during low speed maneuvers and improve stability and control at higher speeds.
- Electric Steering Systems - Fuel efficient, high performance steering systems such as E•H•STEER™ Electro-Hydraulic Power Steering and E•STEER™ Electric Power Steering feature engine independent designs for maximum efficiency and packaging flexibility.
- Columns and Intermediate Shafts - **A wide range of steering columns, including TILT WHEEL™, LUXURY-TILT™ power adjustable wheel function and manual tilt and telescope. Intermediate shaft offerings include cardan joint, flexible couplings, pot-style joint, spline shaft and concentric isolator.**
- Four Wheel Steering Systems - QUADRASTEER™ by Delphi is a four-wheel steering system designed for full size vehicles. Using four wheels to steer provides increased high-speed stability turning radius for excellent low speed maneuverability.
- Advanced Steering Systems - Steer-by-Wire technology reduces the number of traditional mechanical connections, such as the steering column, and replaces them with advanced electronics including actuators, sensors and controllers. The result is increased reliability, reduced mass and improved fuel economy.
- Driveline Systems - Halfshafts that transmit the power of the vehicle's engine to the wheels. Integrated halfshaft designs are provided in a wide variety of joint types and sizes.

### **Safety, Thermal & Electrical Architecture**

The Delphi Safety, Thermal & Electrical Architecture sector offers a wide range of products relating to the vehicle interior as well as the expertise to integrate these products into individual vehicle designs to simplify manufacturer assembly and enhance vehicle marketability. Delphi's thermal products include powertrain cooling systems and climate control systems that meet global mandates for alternative refrigerant capabilities. The sector is also a global leader in the production of wiring harnesses and connectors for electrical power and signal distribution.

The Safety, Thermal & Electrical Architecture sector is comprised of Delphi Interior Systems, Delphi Harrison Thermal Systems and Delphi Packard Electric Systems. Principal product lines include:

- Safety/Airbag Systems - Airbag systems and modules and adaptive restraint technologies, including driver and passenger airbag modules, side airbag modules and integral steering wheels.
- Door Modules - Integrated door hardware systems with various features of power and signal distribution, safety and security, heating, ventilation and air conditioning("HVAC"), electronic control and interior trim systems.
- Power Product Systems - Systems include power sliding doors, power liftgates and power rear decklids.

Modular Cockpits - Fully integrated interior systems, featuring electrical/electronic systems, structure and trim systems, steering systems, thermal systems and entertainment and safety systems.

Thermal Management Systems - Systems designed to optimize total vehicle thermal management functions, efficiently maintaining passenger comfort and powertrain cooling in all climates and driving conditions.

Climate Control Systems - Systems which include HVAC modules, compressors and condensers and are designed to efficiently maintain passenger comfort in all climates and weather conditions.

HVAC Modules - HVAC modules that regulate airflow, temperature, humidity and air direction and include evaporators, lightweight aluminum heater cores, and blower motor fans.

Powertrain Cooling Systems - Systems designed to optimize powertrain cooling for various driving conditions, including radiators, fans, oil coolers and hoses.

Front End Modules - Modules featuring a single-part concept, integrating condensers, radiators and fans, resulting in reduced product weight and size and higher system performance at lower cost.

Electrical/Electronic (E/E) Centers - These products provide a convenient location for fuses, relays, and electrical/electronic devices, while providing a centralized location for internal splicing of circuits. This simplifies the power and signal distribution system, thereby reducing overall cost and weight. Electrical centers can utilize our patented routed wire technology or stamped metal technology.

Connection Systems - These custom designed or catalog series products have current-carrying capacity ranging from signal-level to over 300 amps, including the GT Connection System™. These advanced electrical/electronic linking technologies physically integrate wiring, flexible circuits, switches, electronic products and devices for complete power and signal distribution systems.

Advanced Data Communication Systems - These advanced data communication systems feature either plastic or glass optical fiber technology. Engineered to support large and rapid data transmission requirements for multimedia applications, these innovations accommodate large bandwidth, assure electromagnetic compatibility, reduce weight and provide speed, signal clarity and cost improvements over copper wire-based technologies.

Fiber Optic Lighting Systems - Delphi Fiber Optic Lighting systems utilize centrally located light sources to provide lighting to specialized applications in the vehicle.

Ignition Products - These products include ignition cable, terminals and insulators for connections to spark plugs, distributors and coils, engineered insulating compounds, wiring sets for conventional systems, leads for coil-near-plug, and connection assemblies for coil-at-plug. They provide superior energy delivery and protection from fluids, temperature extremes and radiated energy.

Temperature Sensors - These high-performance, cost-effective temperature sensors and other multi-function sensors include coolant/fluid, air, HVAC and transmission applications that integrate electronics into the packaging. These reliable sensors - brass or plastic - are available either off-the-shelf or custom designed and sold under the name INTELLEK™.

Switch Products - System-activated or driver-controlled switch products include power window and headlamp switches, brake pedal and doorjamb switches. These products provide an effective interface among the vehicle's automated functions and can meet strict packaging, styling, performance and ergonomic requirements while providing improved reliability and reduced mass and cost.

- Power and Signal Distribution Systems - These products include high quality wiring systems that are fully tested for electrical, mechanical and functional performance. We are the world leader in the design and manufacture of these systems, utilizing state-of-the-art design tools, lead processing equipment, wiring assembly tooling and globally consistent processing technologies.

## **Electronics & Mobile Communication**

Delphi's Electronics & Mobile Communication sector is one of the leading global providers of automotive electronic products and audio and communication systems for vehicles. The automotive electronics capabilities of this sector are leveraged in connection with many of the products offered by Delphi's other sectors to produce systems, subsystems and modules designed to enhance vehicle safety, comfort, security and efficiency.

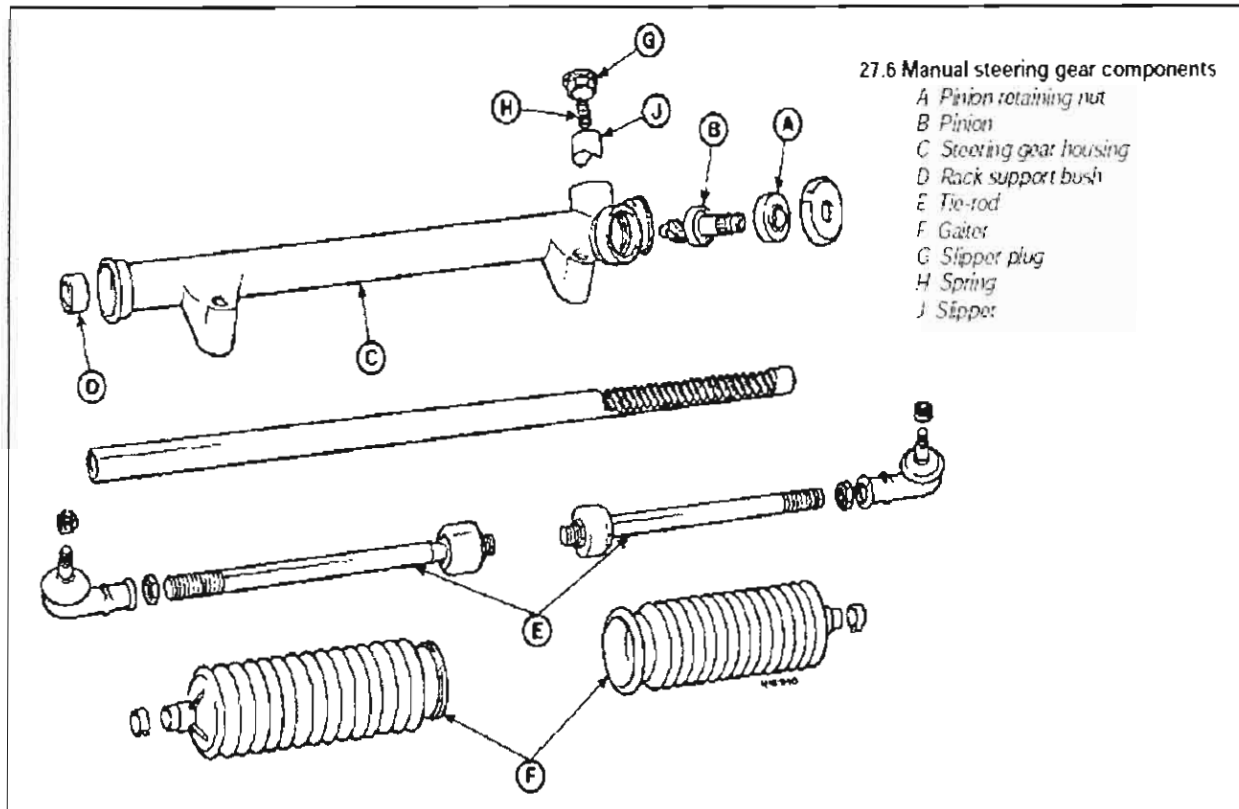
The Electronics & Mobile Communication sector is comprised of Delphi Delco Electronics Systems division. Principal product lines include:

- Audio Systems - A complete range of advanced components, from AM/FM receivers and satellite reception systems with FUBA® reception systems to fully integrated acoustic systems.
- Communication Systems -COMMUNIPORT® Mobile Multimedia Systems that bring information, communication and entertainment to vehicles and EyeCue® head-up displays.
- Powertrain and Engine Control Modules - Intelligent controllers that optimize engine and transmission performance.
- Collision Warning Systems - FOREWARN® forward, side and rear detection systems that increase drivers' awareness of objects in the vehicle path and provide warnings in a wide range of formats.
- Security Systems - Products include sounders, inclination sensors, glass breakage sensors, remote keyless actuation and vehicle immobilization; in Europe these systems are branded TEXALARM®.
- Safety Systems - Restraint systems electronics, including front and side airbag controllers, occupant position sensors and rollover sensors.

## ANEXO No. 3 Algunos tipos de cajas de dirección<sup>15</sup>

1. Caja Mecánica de Cremallera
2. Caja Mecánica de Bola Recirculante
3. Caja Hidráulica de Cremallera

### 1. Partes de la Caja Mecánica de Cremallera



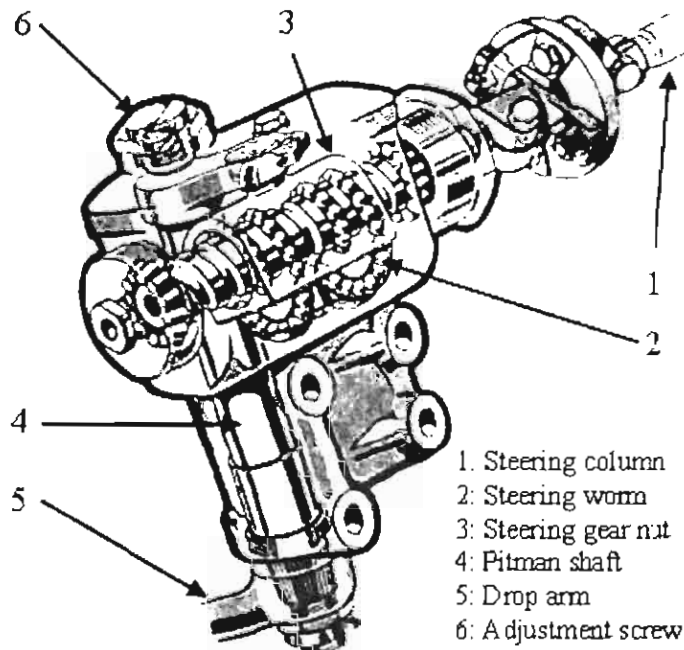
La función de esta caja de dirección es muy sencilla. El tornillo sin fin está conectado con la columna de dirección por un juego de cruces, las cuales hacen que gire de derecha a izquierda o viceversa. Este tornillo sin fin está conectado por medio de unos dientes a la barra de cremallera, cuando el tornillo sin fin gira, la barra de cremallera se desliza de un lado al otro dentro de la carcasa. Esta barra de cremallera está conectada por medio de un sistema de brazos al NAO o bocina. Este sistema de brazos está conformado por una rótula interna, una barra de unión y una rótula externa. La rótula interna debe estar cubierta por una bota para evitar la suciedad dentro de la carcasa, la cual podría dañarse por suciedad acumulada. El tope de ajuste ayuda a ajustar a la barra de cremallera con el tornillo sin fin, debido a que el desgaste del tornillo sin fin puede

<sup>15</sup> Tomado de la página web: <http://html.rincondelvago.com/caja-de-direccion.html> (2004)



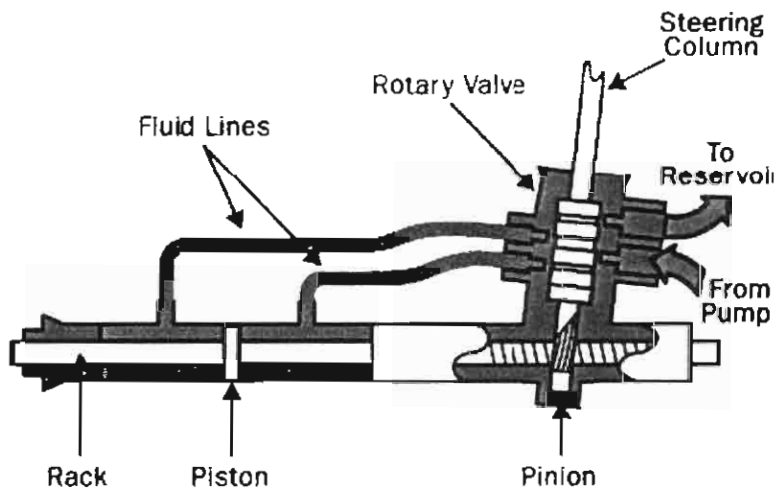
causar que no logren hacer contacto para deslizar la barra de cremallera, causando la pérdida parcial o total de la dirección del vehículo.

## 2. Partes de la Caja Mecánica de Bola Recirculante.



La función de esta caja es más complicada por la cantidad de partes que entran en juego, pero básicamente su función es sencilla. El tornillo sin fin está conectado a una columna de dirección la cual hace girar al tornillo sin fin, cuando este gira, hace que los balines se empujen uno al otro hacia arriba o hacia abajo, los cuales hacen que la tuerca deslizante también se deslice en ese patrón. Cuando la tuerca se desliza, hace contacto con el sector dentado y este gira de derecha a izquierda, el cual hace girar el brazo *pitman*. El brazo *pitman* mueve al sistema de rótulas y brazos, y éstos a los NAOs de las llantas. Para ajustar el contacto de la tuerca deslizante y el sector dentado, esta caja tiene un tornillo de ajuste que empuja al sector dentado contra la tuerca deslizante.

### 3. Partes de la Caja Hidráulica de Cremallera



La caja de dirección hidráulica tiene la finalidad de aportar un esfuerzo que venga a añadirse al que el conductor efectúa, sobre el volante, permitiendo una menor desmultiplicación en el mecanismo de mando y un volante de menor diámetro, con lo que resulta una dirección más sensible y la conducción más cómoda. Este sistema tiene la función de canalizar a alta presión (60 a 100 bar) procedente de una bomba accionada por el motor, haciéndolo llegar a uno u otro lado del embolo de un cilindro de trabajo, según el sentido de giro del volante.

# OEM's Cars, Trucks &

