



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración
Facultad de Contaduría y Administración

T e s i s

**Generación de Externalidades en la Maquila y Construcción de
Capacidades Tecnológicas en Pymes Proveedoras: Las Empresas
de Maquinados de Precisión en Ciudad Juárez**

Que para obtener el grado de:

**Doctor en Ciencias de la
Administración**

Presenta: José Luis Gil Estrada

Tutor: Ph. D. Alexandre Oliveira Vera-Cruz

Asesores: Dra. Matilde Luna Ledesma

Ph. D. Gabriela Dutrenit Bielous

México, D.F.

2008

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: Generación de capacidades de innovación en la industria maquiladora de México", UAM/COLEF/FLACSO, (Proyecto CONACYT num. 35947-s)

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Jose Luis Cota Estrada

FECHA: 15-Agosto-2011

FIRMA: [Handwritten Signature]

**Con todo mi cariño
a Concepción Estrada Delgado
Que este trabajo sea un humilde tributo a tu memoria.**

**A mi padre Luis Gil Pérez, gracias por tu esfuerzo
y tu apoyo en la vida**

**A mi familia Aída Solís Oba y Atzin Nicole quienes con su apoyo
incondicional fue realmente posible esta tesis**

A mis hijos Ingrid y José Luis

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mis tutores La Dra. Gabriela Dutrénit, La Dra. Matilde Luna y al Dr. Alexandre O. Vera-Cruz, desde hace varios años gozo de su amistad, de su guía académica y de su asistencia con los comentarios en mis escritos. El aprendizaje que he adquirido durante estos años será una influencia en mi carrera. Agradezco a la Dra. Gabriela por haberme tomado en cuenta al inicio de este proyecto.

Deseo agradecer a todos los propietarios de talleres de maquinados su tiempo y explicación de las tareas y los retos a los que se han enfrentado como emprendedores en la frontera. A los ingenieros de las plantas maquiladoras que me concedieron su tiempo para las entrevistas, sin su colaboración hubiera sido difícil realizar este trabajo. En especial a los ingenieros-propietarios Ricardo Guerra, Arnulfo Ibarra, Carlos Ávila, Ricardo Díaz, Francisco López, Jaime Argüelles, al Sr. Jesús Ibarra, y en especial por su gran ayuda para lograr el censo al Lic. Miguel Ángel Calderón.

Mi sincero agradecimiento al Dr. Ignacio Méndez por sus valiosos comentarios para comprender el análisis multivariado, y compartir su experiencia en las clases del diplomado. Al Dr. Juan Manuel Corona por sus siempre atinados comentarios a la tesis, y por compartir también sus experiencias como docente.

Deseo agradecer a mis profesores Ana Elena Narro, Daniel Villavicencio, Arturo Lara y José Fernández por su apoyo incondicional y a quienes les tengo en mucha consideración. Al Dr. Arturo Torres por brindarme su amistad. Agradezco a la Dra. Laura Cervantes por su esmero y entusiasmo para apoyar a los alumnos del doctorado. Gracias a todos aquellos familiares y amigos que han influido en mi vida profesional y personal para plantearme retos y alcanzarlos.

Al final dejo el espacio más importante para agradecer a Aída, mi compañera de vida y esposa por todo su apoyo incondicional y su esfuerzo para la culminación de esta tarea, ya que al final también ha recorrido mi camino en la consecución de esta tesis, y a la más pequeña de mis hijas Nicole por compartir sus alegrías y entusiasmo a pesar de que le tomé, en éstos años mucho de su tiempo de diversión y de compañía.

Universidad Nacional Autónoma de México

Generación de Externalidades en la Maquila y Construcción de Capacidades Tecnológicas en Pymes Proveedoras: Las Empresas de Maquinados de Precisión en

Ciudad Juárez

RESUMEN

Diversos autores señalan que la Inversión extranjera directa (IED) es fuente de beneficios directos e indirectos a las economías locales. En México la industria maquiladora de exportación (IME) es una forma de IED, su presencia genera el desarrollo de derramas tecnológicas. Las derramas tecnológicas son beneficios indirectos a las empresas locales principalmente las PyME generados por la IED por medio de la transferencia de conocimientos, habilidades organizacionales y técnicas (activos intangibles). Una forma de transferir estos activos intangibles es por medio de la movilidad de los empleados de las empresas multinacionales a la economía local. Por esto muchos países consideran a la IED como un elemento clave en sus estrategias de desarrollo industrial.

Los objetivos de la tesis son: identificar de que manera la movilidad de los empleados de la IME contribuye a la creación de PyME proveedoras de maquinados de precisión, tomando en cuenta la capacitación que recibieron los empleados en la IME y los motivos de éstos para desplazarse; identificar el nivel de capacidades tecnológicas que las Pyme proveedoras de maquinados de precisión logran desarrollar; y, por último, identificar la relación que existe entre el nivel de capacidades tecnológicas alcanzado por estas Pyme y la capacitación que sus propietarios recibieron en la IME. El marco teórico utilizado está sustentado en dos tradiciones teóricas, la literatura sobre la generación de derramas tecnológicas por la presencia de la IED y la literatura sobre los procesos de aprendizaje y la construcción y acumulación de capacidades tecnológicas. El análisis para clasificar los diferentes niveles de capacidades tecnológicas se logra por medio del análisis de conglomerados y el análisis de varianza multivariado.

Se destacan aspectos poco tratados en ambos cuerpos de la literatura, como la formación de nuevos talleres por exempleados de la IME, la capacitación independiente de los nuevos emprendedores, los determinantes para salir de la IME. Y el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas por función técnica de inversión, producción y soporte de los talleres de maquinados

A partir de los resultados del análisis se establece que el surgimiento de los talleres de maquinados esta relacionado a la demanda de materiales indirectos por la IME. Se identificó que la naturaleza de las derramas tecnológicas son: por la movilidad de los exempleados de la IME y el establecimiento de sus talleres de maquinados de precisión, por la formación de encadenamientos productivos hacia atrás, y por un efecto multiplicador de la IME en los talleres de maquinados. Que los determinantes de la movilidad del empleado de la IME se sustentan en la confianza por el dominio del proceso, y en la confianza en las relaciones construidas al interior de la IME. Se identificó que la estrategia de capacitación de la IME toma en cuenta el nivel de escolaridad de los empleados y que se formaliza hasta después de 5 años de haber ingresado el personal y esta sustentada en aspectos administrativos. Se destaca que los exempleados de la IME tienen mayor iniciativa a capacitarse. Se plantea que no hay relación entre la capacitación de la IME y el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas en los talleres de maquinados, por lo que está capacitación es incompleta por lo que se considera multifactorial. Se sugiere en estudios posteriores identificar si el nivel tecnológico del conocimiento adquirido por los empleados, está determinado por el nivel de complejidad tecnológica de la IME.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

1.1 Introducción	1
1.2 Las preguntas de investigación	4
1.3 Estructura de la tesis	6

CAPITULO II

La inversión extranjera directa y las externalidades o derramas tecnológicas en diferentes tradiciones teóricas	8
... 2.1 Diferentes enfoques económicos sobre las derramas	9
2.1.1 La organización industrial y la generación de derramas	10
2.1.2 La teoría del crecimiento y la generación de externalidades	16
2.2 Estudios Empíricos	17
... 2.2.1.1 Estudios que consideran el concepto de derramas	18
... 2.2.1.2 Estudios que no consideran el concepto de derrama pero lo utilizan	22
... 2.2.1.3 Estudios que muestran la evidencia en México	25
... 2.2.2 Estudios Econométricos	30
... 2.2.2.1 Estudios econométricos que sustentan la hipótesis de externalidades	30
... 2.2.2.2 Estudios econométricos que contradicen la hipótesis de las externalidades	38
... 2.2.2.3 Estudios econométricos que diferencian el nivel tecnológico	41

CAPITULO III

Procesos de aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas: una revisión de la literatura.	51
... 3.1 Construcción y acumulación de capacidades tecnológicas	52
... 3.1.1 Los orígenes del cuerpo analítico	52
... 3.1.2 La construcción de taxonomías	57
... 3.1.3 Otras contribuciones	64
3.1.3.1 La perspectiva de la organización de la producción	64
3.1.3.2 Capacidades tecnológicas y desempeño	70
3.1.3.3 Aprendizaje organizacional y cultura organizacional	73
3.1.4 Evaluación crítica de la literatura sobre el aprendizaje y la acumulación de capacidades tecnológicas en las empresas grandes.	75
3.2 Las capacidades tecnológicas en aglomeraciones de pequeñas y medianas empresas.	77

3.3 La construcción de indicadores para la medición de las capacidades tecnológicas.	84
3.4 Evaluación crítica de la literatura del aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en las PyME	93
CAPÍTULO IV	
Marco Conceptual y Metodología	95
4.1 Marco conceptual	95
4.1.1 Preguntas de investigación	96
4.1.2 Diseño del marco conceptual	96
4.1.3 Principales conceptos utilizados	99
4.1.3.1 Estrategias de capacitación	99
4.1.3.2 Derramas tecnológicas por la movilidad del personal	102
4.1.3.3 Construcción de capacidades tecnológicas	103
4.2 METODOLOGIA	108
4.2.1 Operacionalización de la estrategia de investigación	110
4.2.2 Fuentes de información	111
4.2.3 El análisis multivariado	115
4.2.4 Análisis de la evidencia	117
CAPÍTULO V	
La Inversión extranjera directa en México: La industria maquiladora de exportación	119
5.1 La inversión extranjera directa	119
5.1.1 Origen y evolución	119
5.1.2 El programa maquilador en la frontera norte	121
5.1.3 Estrategias seguidas por las plantas maquiladoras	127
5.2 La Maquila en Ciudad Juárez.	130
5.2.1 El Periodo pre-maquilador y el inicio del Programa de Industrialización Fronteriza	130
5.2.2 Período 1970-2000	132
5.2.2.1 Década de 1970	132
5.2.2.2 Década de 1980	133
5.2.2.3 Década de 1990	135
5.2.2.4 Período 2000-2008	136
5.3 Conclusiones	138
CAPÍTULO VI	
Los talleres de maquinados de precisión en Ciudad Juárez: surgimiento, estrategias de capacitación de la IME y determinantes de la movilidad	140

6.1 El surgimiento de los talleres de maquinados de precisión	141
6.2 Oferta y demanda de maquinados de precisión	143
6.3 Estrategia de capacitación en la IME	147
6.4 Factores para la movilidad de los empleados fuera de la IME.	155
6.5 Conclusiones	157

CAPÍTULO VII

Construcción de Capacidades Tecnológicas en los talleres de maquinados de precisión de Ciudad Juárez	164
7.1 La capacitación independiente	165
7.1.1 Propietarios CEM	166
7.1.2 Propietarios SIEM	169
7.2 Capacidades Tecnológicas por función técnica	170
7.2.1 Capacidades de Inversión	175
7.2.1.1 Talleres CEM	177
7.2.1.1.1 Inicio de operaciones CEM	179
7.2.1.1.2 Cambio en las capacidades de Inversión CEM	181
7.2.1.2 Talleres SIEM	185
7.2.1.2.1 Inicio de operaciones	187
7.2.1.2.2 Cambio en las capacidades de Inversión SIEM	189
7.2.1.3 Comparación de capacidades de inversión	191
7.2.2 Capacidades de producción centradas en los procesos y organización de la producción	193
7.2.2.1 Sistemas de calidad	195
7.2.2.1.1 Conglomerados CEM	196
7.2.2.1.2 Conglomerados SIEM	201
7.2.2.2 Capacidad de Producción	204
7.2.2.2.1 Talleres CEM	204
7.2.2.2.2 Talleres SIEM	207
7.2.2.3 Estrategias, mejoras y organización de la producción	210
7.2.2.3.1 Talleres CEM	211
7.2.2.3.2 Talleres SIEM	215
7.2.2.4. Capacidades centradas en los procesos y organización de la producción	218
7.2.2.4.1 Talleres CEM	219
7.2.2.4.2 Talleres SIEM	223
7.2.2.5 Comparación de capacidades de producción centrada en los procesos y organización de la producción:CEM y SIEM	226

7.2.3 Capacidades centradas en el producto	226
7.2.3.1 Talleres CEM	228
7.2.3.2 Talleres SIEM	231
7.2.4 Capacidades de Vinculación	233
7.2.4.1 Talleres CEM	233
7.2.4.2 Talleres SIEM	236

C APÍTULO VIII

Análisis y discusión de la naturaleza de las derramas generadas por la IME y las capacidades tecnológicas de los talleres de maquinados	238
8.1 La naturaleza de las derramas generadas por la IME	238
8.1.1 Derramas generadas por la IME en Ciudad Juárez	238
8.1.2 Capacitación y Estrategias de la IME	243
8.1.3 Los determinantes de la movilidad	247
8.1.4 La naturaleza de las derramas tecnológicas	248
8.2 La capacitación independiente	249
8.3 Las capacidades tecnológicas	250
8.3.1 Función técnica de inversión	253
8.3.2 Función técnica de producción	256
8.3.2.1 Capacidades orientadas al proceso	256
8.3.2.2 Capacidades orientadas al producto	260
8.3.3 Función técnica de soporte	261
8.4 Relación entre la capacitación en la IME y las capacidades tecnológicas de los talleres de maquinados	262
8.5 Conclusión	265

CAPÍTULO IX

CONCLUSIONES	267
9.1 Revisión de las preguntas de investigación	269
9.1.1 Contribución de las derramas tecnológicas la creación de pequeñas empresas.	270
9.1.1.1 Formación de talleres de maquinados de precisión	270
9.1.1.2 Los motivos de los empleados para desplazarse fuera de la IME y formar su propio taller.	271
9.1.1.3 La naturaleza del conocimiento adquirido	271
9.1.2 Nivel de capacidades tecnológicas alcanzado por los talleres de maquinados.	271
9.1.2.1 La capacitación independiente de los propietarios	272
9.1.2.2 El nivel de capacidades tecnológicas de los talleres	272

9.1.3 La relación entre la capacitación del propietario en la IME y el nivel de capacidades tecnológicas de los talleres CEM	273
9.1.4 Otros factores que afectan los aspectos estudiados	274
9.2 Implicaciones para la administración, las políticas y futuras investigaciones	274
9.2.1 Implicaciones para la administración	274
9.2.2 Implicaciones para los tomadores de decisiones	275
9.2.3 Sugerencias para futuras investigaciones	276
BIBLIOGRAFIA	278
ANEXO A	299
ANEXO B	316

Índice de Figuras, Cuadros y Tablas

Figura 2.1 Diseño Conceptual subyacente a la literatura sobre IED y la Generación de derramas tecnológicas	49
Figura 3.1 Matriz de capacidades tecnológicas: un marco teórico ilustrativo	62
Figura 4.1 Diseño del Marco teórico de la tesis	98
Figura A.1 Maquinados y tolerancias posibles	303
Figura A2 Tiempos de uso de máquinas-herramientas	304
Figura A3 Disminución de los tiempos de maquinados	305
Figura A4 Los sistemas de Manufactura	307
Cuadro A.1 Procesos de maquinados no convencionales	311
Tabla 4.1 Estrategia de capacitación en la EMN por nivel de escolaridad y características de las empresas formadas por los exempleados	102
Tabla 4.2 Matriz de capacidades tecnológicas adaptada a los talleres de maquinados	106
Tabla 6.1 Variables de capacitación, escolaridad y experiencia	149
Tabla 6.2 Distribución de frecuencias de conglomerados de la grafica 6.2, propietarios CEM	150
Tabla 6.3 Resumen de los valores de la media, de las variables para estrategia de capacitación IME	151
Tabla 6.4 Conglomerados de propietarios CEM	154
Tabla 6.5 Distribución de frecuencias factores movilidad de propietarios CEM	156
Tabla 7.1 Variables de la capacitación independiente	165
Tabla 7.2 Valores de desviaciones estándar para cada variable, CEM	166
Tabla 7.3 Otros cursos de capacitación cursados por propietarios	167
Tabla 7.4 Valores de capacitación independiente propietarios SIEM	169
Tabla 7.5 Taxonomía de capacidades tecnológicas para los talleres de maquinados de precisión	171
Tabla 7.6 Variables consideradas para capacidades de inversión	175
Tabla 7.7 CEM, valores de la media de las variables, inversión con atípicos	177
Tabla 7.8 Desviaciones estándar de los talleres CEM con atípicos al Inicio de operaciones	180
Tabla 7.9 Infraestructura con atípicos vs. Inicio de operaciones con atípicos	181
Tabla 7.10 Capacitación independiente CEM vs. Infraestructura 2001 con atípicos	183

Tabla 7.11 Valores de Contingencia en prueba de Independencia, Capacitación en maquila vs. Infraestructura alcanzada CEM	184
Tabla 7.12 SIEM Infraestructura 2001	187
Tabla 7.13 Maquinaria de los talleres SIEM al inicio de operaciones	188
Tabla 7.14 SIEM Inicio de operaciones vs Infraestructura 2001	189
Tabla 7.15 SIEM capacitación independiente vs. Infraestructura 2001	190
Tabla 7.16 Resumen de Inversiones en los talleres de maquinados de precisión	191
Tabla 7.17 Variables consideradas para la calidad	194
Tabla 7.18 CEM valores de media de variables para conglomerado de Calidad	196
Tabla 7.19 CEM calidad con avanzados vs. CEM capacitación independiente	198
Tabla 7.20 Prueba Chi cuadrada	198
Tabla 7.21 CEM calidad con atípicos vs. capacitación en maquila CEM	199
Tabla 7.22 Prueba de independencia	200
Tabla 7.23 Valores de la media de las variables de calidad SIEM	201
Tabla 7.24 SIEM Calidad vs. Capacitación independiente	202
Tabla 7.25 SIEM Capacitación independiente vs. Calidad Prueba de Independencia	202
Tabla 7.26 Variables utilizadas para capacidad de producción CEM	203
Tabla 7.27 CEM capacidad de producción con atípicos	205
Tabla 7.28 Manova, Distribución por Capacidades de Producción en los talleres SIEM	208
Tabla 7.29 Estrategias, mejoras y organización de la producción	210
Tabla 7.30 Valores de la media de las variables del conglomerado. Estrategias, mejoras y organización de la producción talleres CEM	212
Tabla 7.31 Estrategias talleres SIEM	216
Tabla 7.32 Mejoras de los talleres SIEM	216
Tabla 7.33 Organización de la producción de los talleres SIEM	217
Tabla 7.34 Variables para Capacidades de proceso de talleres CEM	218
Tabla 7.35 Valores de las medias de las variables estandarizadas para las capacidades de procesos talleres CEM	219
Tabla 7.36 Valores de las medias de las variables estandarizadas capacidades de proceso talleres CEM con atípicos	221

Tabla 7.37 Variables para capacidades de proceso talleres SIEM	222
Tabla 7.38 Valores de las medias de las variables estandarizadas de las capacidades de proceso talleres SIEM	223
Tabla 7.39 Resumen de capacidades de producción centrada en el proceso y organización de la producción	225
Tabla 7.40 Variables para las capacidades centradas en el producto	226
Tabla 7.41 Distribución Modificaciones al Producto talleres CEM.	228
Tabla 7.42 Distribución de capacidades centradas en el producto, SIEM	230
Tabla 7.43 Resumen de capacidades centradas en el producto	231
Tabla 7.44 Variables de capacidades de vinculación, talleres CEM	232
Tabla 7.45 Valores de la media de las variables estandarizadas, capacidades de vinculación, CEM	233
Tabla 8.1 Formación de talleres de maquinados por exempleados de la IME por período	237
Tabla 8.2 Escolaridad y Nivel de capacitación	242
Tabla 8.3 Capacitación independiente todos los talleres	248
Tabla 8.4 Talleres de maquinados por función técnica	250
Tabla 8.5 Tabla de contingencia capacidades de proceso vs. Estrategia de capacitación IME	261

Índice de Gráficas

Gráfica 5.1 Plantas Maquiladoras Instaladas en México 1969-2006	126
Gráfica 5.2 Evolución del Empleo en la IME 1974-2006	129
Gráfica 5.3 Plantas maquiladoras en Ciudad Juárez	138
Gráfica 6.1 Evolución de la formación de talleres de maquinados	143
Gráfica 6.2 Conglomerados por experiencia, capacitación y escolaridad, propietarios CEM	150
Gráfica 6.3 Factores para movilidad fuera de la IME	156
Grafica 7.1 Capacitación independiente CEM	166
Grafica 7.2 Distribución de los conglomerados en capacitación independiente CEM	167
Grafica 7.3 Capacitación independiente propietarios SIEM	168
Grafica 7.4 Distribución de los conglomerados, capacitación independiente SIEM	169
Grafica 7.5. Capacidades de inversión con atípicos, CEM	176
Grafica 7.6 Capacidades de inversión distribución de los conglomerados CEM	176
Grafica 7.7 CEM Inicio de operaciones, maquinaria	179
Grafica 7.8 CEM Inicio de Operaciones Maquinaria con atípicos	179
Grafica 7.9 CEM Inicio de Operaciones con Atípicos y distribución de frecuencias	180
Grafica 7.10 SIEM Infraestructura 2001	185
Gráfica 7.11 Distribución SIEM infraestructura 2001	186
Grafica 7.12 SIEM Inicio de Operaciones	187
Grafica 7.13 Distribución Talleres SIEM de acuerdo a su Maquinaria al inicio de operaciones	187
Gráfica 7.14 CEM Calidad distribución de los conglomerados.	195

Gráfica 7.15 CEM Conglomerado de Calidad	195
Gráfica 7.16 Conglomerado de Calidad SIEM	200
Gráfica 7.17 Distribución Conglomerado SIEM Calidad	201
Gráfica 7.18 CEM capacidad de producción	204
Gráfica 7.19 Distribución CEM capacidad de producción	205
Gráfica 7.20 Distribución de conglomerados por capacidades de producción en los talleres SIEM	207
Gráfica 7.21 Conglomerados Capacidad de producción SIEM	207
Gráfica 7.22 Conglomerados de estrategias, mejoras y organización de la producción talleres CEM	212
Gráfica 7.23 Distribución de los conglomerados de estrategias, mejoras y organización de la producción talleres CEM	212
Gráfica 7.24 Conglomerados de estrategias, mejoras y organización de la producción talleres SIEM	216
Gráfica 7.25 Distribución de estrategias, mejoras y organización de la producción talleres SIEM	216
Gráfica 7.26 Capacidades de proceso talleres CEM	219
Gráfica 7.27 Capacidades de proceso talleres CEM sin atípicos	219
Gráfica 7.28 Capacidades de proceso con atípicos, talleres CEM	221
Gráfica 7.29 Capacidades de proceso de talleres SIEM	223
Gráfica 7.30 Distribución de capacidades de proceso: talleres SIEM	223
Gráfica 7.31 Capacidades centradas en el producto, talleres CEM	227
Gráfica 7.32 Distribución de modificaciones al producto talleres CEM	228
Gráfica 7.33 Modificaciones al producto con atípicos talleres CEM	228
Gráfica 7.34 Distribución de modificaciones al producto talleres CEM	229
Gráfica 7.35 Capacidades centradas en el Producto, Talleres SIEM	230
Gráfica 7.36 Distribución de capacidades centradas en el producto talleres SIEM	230
Gráfica 7.37 Capacidades de vinculación, talleres CEM	233
Gráfica 7.38 Distribución de talleres, capacidades de vinculación, CEM	233

CAPÍTULO I

1.1 Introducción

La industria maquiladora de exportación (IME) surgió en México hace más de 30 años, como una forma de inversión extranjera directa (IED) enfocada estratégicamente a la disminución del desempleo en la frontera norte del país.

En la actualidad, la IED es una fuente significativa de recursos económicos, y desde 1994 alrededor del 50% de estos recursos se orientan a la producción manufacturera. Desde mediados de la década de los ochentas, hasta 1994 con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), en el país se han llevado a cabo una serie de importantes cambios en las políticas industriales, comerciales, de inversión extranjera y en materia tecnológica. Dichos cambios han sido posibles gracias a la firma de acuerdos internacionales que han propiciado una apertura a la entrada de IED. Así, desde la segunda mitad de los años noventa del siglo pasado hasta la fecha, el flujo de la IED en México ha ido en aumento; a tal grado que México es uno de los países latinoamericanos que más IED recibe (UNCTAD, 2002; CEPAL, 2006).

Diversos autores señalan que en muchos países la IED es considerada como una fuente de beneficios a la economía local, ya que a través de las filiales de las empresas multinacionales (EMN) se generan beneficios directos como la creación de empleos, la generación de impuestos, la transferencia tecnológica así como beneficios indirectos, tales como derramas tecnológicas a las empresas locales, particularmente pequeñas y medianas empresas (PyME) por medio de la transferencia de conocimientos, habilidades organizacionales y técnicas (activos intangibles). Por esto muchos países consideran a la IED como un elemento clave en sus estrategias de desarrollo industrial.

La IME nace en México en el año de 1965 y, a lo largo de una década, permanece como un sector dedicado exclusivamente a la manufactura intensiva en trabajo de muy bajo contenido tecnológico, orientada por sus bondades para generar empleos, y

acotada por la reglamentación arancelaria de Estados Unidos de Norteamérica y México. En aquel tiempo en México se encontraba todavía instaurado el modelo de industrialización de sustitución de importaciones.

A partir de la segunda mitad de la década de 1970 cambió el panorama de la IME en México, se empieza a reconocer su potencial en la capacitación industrial de la mano de obra, así como en el consumo de materias primas locales, por lo que se permitió la venta en el mercado nacional de hasta un 20% de la producción. En 1989, 24 años después del inicio del programa maquilador, decretó fomentar su operación fuera de la franja asignada en la frontera norte, así como incrementar la venta de sus productos en el país, del 20 al 50 por ciento de la producción.

Posterior a la firma del TLCAN y con una serie de modificaciones legislativas que disminuyeron las barreras a la entrada de IED de EMN, se reconoce mediante decreto emitido en 1998, que dicha inversión ayuda a mejorar la competitividad, a generar divisas, a la creación de empleo y a transmitir tecnología, modificando así el decreto anterior de 1989.

La lentitud de estos cambios paulatinos en la legislación, entre otros factores, han limitado el impacto de la maquila en las regiones donde se ha instalado. Pero a pesar de esta limitación, su presencia ha generado el desarrollo de derramas tecnológicas, pues se ha observado un mayor entrenamiento y capacitación de empleados y la movilidad de éstos dentro de la región, los exempleados han creado pequeñas y medianas empresas proveedoras, y se han formado eslabonamientos hacia atrás con proveedores locales.

La literatura sobre la generación de derramas tecnológicas originadas por la presencia de IED, considera tres formas en las cuales surgen, uno es a partir de los eslabonamientos hacia atrás o hacia adelante de la cadena de valor (Caves, 1971; Lall, 1980; Rodríguez-Clare, 1996). La segunda forma es por medio de los efectos de demostración, los cuales incrementan la productividad de las empresas locales (Caves, 1971; Lall, 1980; Mansfield y Romeo, 1980; Blomström, 1986; Fosfuri, Motta y Ronde,

2001). La tercera surge cuando las filiales de EMN capacitan o entrenan a empleados, los que se desplazan para ser contratados por empresas locales o bien para formar sus empresas, llevando consigo todo o parte del conocimiento tecnológico, de mercadeo y administrativo adquirido previamente.

Los estudios llevados a cabo muestran evidencia parcial de estas tres formas de derramas tecnológicas, sin embargo la naturaleza de la capacitación y las motivaciones que originan la formación de nuevas empresas no han sido tratadas en la literatura en general, ni en el caso mexicano.

Por otro lado hay un amplio cuerpo de literatura que estudia los procesos de aprendizaje y la construcción y acumulación de capacidades tecnológicas en las empresas. Sin embargo, en estos estudios han sido poco tratados las relaciones existentes entre las derramas tecnológicas y el nivel de capacidades alcanzado por las nuevas empresas.

Después de cuarenta años de la presencia de IME en la frontera norte de México, una forma representativa de la IED, es de suma importancia conocer en qué medida se han generado los beneficios indirectos en la economía regional, especialmente en la región de Ciudad Juárez, Chihuahua, lugar donde se inició este programa maquilador. También es relevante identificar en qué medida estos beneficios contribuyen a la construcción de capacidades tecnológicas en las empresas locales. Esto permitirá potenciar el impacto de políticas que pudieran ser implementadas para maximizar los beneficios provenientes de la IED.

En este trabajo de tesis se analiza la generación de derramas tecnológicas derivadas de la capacitación proporcionada a los empleados en las empresas filiales de las EMN en la región de Ciudad Juárez, Chihuahua, y la posterior movilidad de estos empleados creando sus propias empresas y llevándose parte o todo el conocimiento y las habilidades técnicas y organizacionales adquiridas. Asimismo se analiza la existencia

de relaciones entre estas derramas y el nivel de capacidades tecnológicas alcanzado por estas PyME formadas en el sector de maquinados de precisión.¹

Este análisis se estructura en base a los cuerpos de literatura mencionados: uno es sobre la IED y la generación de derramas tecnológicas, y el segundo cuerpo es el relacionado a los procesos de aprendizaje y la construcción y acumulación de capacidades tecnológicas.

La literatura sobre la IED y las derramas tecnológicas pone énfasis en la importancia de las motivaciones pecuniarias. En este trabajo se incorpora nueva evidencia en el proceso de generación de derramas tecnológicas, y se argumenta que existen motivaciones diferentes a las pecuniarias, que también dan origen a la movilidad de personal capacitado previamente en filiales extranjeras y a la formación de PyME proveedoras de maquinados de precisión. Asimismo se incorpora una dimensión mencionada pero no analizada dentro de la literatura como es el tipo de capacitación recibida dentro de estas filiales considerando el tiempo de permanencia, destacándose tanto su naturaleza, la estrategia de capacitación seguida por estas filiales, así como la existencia de una relación entre estas derramas tecnológicas y el nivel alcanzado de capacidades tecnológicas en las nuevas PyME proveedoras. Tales aspectos son de suma importancia en la formulación de políticas de inversión y desarrollo industrial.

1.2 Las preguntas de investigación

Esta tesis busca responder a las siguientes preguntas:

1. ¿En qué medida las derramas tecnológicas generadas por la IME, por medio de la movilidad de los empleados al mercado local, contribuyen a la creación de PyME proveedoras de maquinados de precisión, considerando la capacitación recibida, así como la motivación para desplazarse?

¹ En este trabajo se utiliza el término empresa de maquinados de precisión o taller de maquinados de precisión, de manera indistinta.

2. ¿Cuál es el nivel de capacidades tecnológicas que las PyME proveedoras de maquinados de precisión han logrado desarrollar?
3. ¿Qué relación existe entre el nivel de capacidades tecnológicas logrado por las PyME proveedoras de maquinados de precisión y la capacitación recibida por sus fundadores dentro de la IME?

En esta investigación se analizan 3 aspectos:

- El tipo de capacitación proporcionado por empresas de la IME a sus empleados.
- Las motivaciones que propician la creación de empresas por exempleados de la IME.
- Los niveles de capacidad tecnológica adquirida por los talleres de maquinados de precisión y su relación con las derramas tecnológicas.

El argumento central de esta tesis es que la capacitación proporcionada por la maquila está en función de la escolaridad del empleado y condicionado al tiempo de permanencia de éste en la empresa. Asimismo se argumenta que la capacitación que otorgan las filiales de las EMN a sus empleados, no es suficiente para generar la totalidad del conocimiento y habilidades que deberán tener cuando, por su cuenta, emprendan nuevos proyectos productivos. Considerando que el término totalidad se refiere al conjunto de los diversos componentes deseables en un proceso de aprendizaje tecnológico dentro de la maquila: dominio de los procesos productivos y del control de la calidad, supervisión del proceso productivo, mercadeo y administración, así como elementos técnicos. Esto permite adelantar que si bien algunos empleados reciben dichos componentes de capacitación, las principales motivaciones para desplazarse fuera de la maquila no son el dominio del proceso productivo, ni los posibles aspectos pecuniarios. Por otro lado, también se argumenta que una de las principales razones que originan la movilidad del empleado fuera de la maquila y que promueve la creación de sus propios talleres no necesariamente es el grado o nivel de

capacitación recibida, o sea el dominio de los procesos tecnológicos, sino también existe una motivación sustentada en la confianza en las relaciones profesionales establecidas con la IME, acompañada por una gran confianza en las habilidades propias del empleado.

Una de las contribuciones de esta tesis es agregar a la literatura de las derramas tecnológicas generadas por la IED, evidencia sobre la estrategia que sigue la IME en la capacitación al personal, la naturaleza del conocimiento adquirido dentro de la IME, así como los factores que motivan la movilidad de los empleados fuera de la IME a formar sus propias empresas, así como la importancia de esta experiencia laboral previa, y su relación en el desarrollo de capacidades tecnológicas. Este trabajo de tesis está basado en evidencia empírica obtenida a través de un censo aplicado a 158 PyME proveedoras de maquinados de precisión, llevado a cabo en el 2002 en Ciudad Juárez, Chihuahua. Además se realizaron una serie de entrevistas a propietarios de talleres de maquinados de precisión, así como a funcionarios de plantas maquiladoras.

1.3 Estructura de la tesis

La tesis se divide en 9 capítulos, después de esta introducción, en los capítulos 2 y 3 se lleva a cabo la revisión de los dos cuerpos de literatura que sustentan la investigación. El capítulo 2 revisa la literatura sobre la IED y las externalidades generadas por ésta, enfocándose a las derramas tecnológicas. El capítulo 3 examina la literatura sobre la construcción y acumulación de capacidades tecnológicas. En estos dos capítulos se resalta la falta de un análisis de las motivaciones y los rubros de la capacitación dentro del estudio de las derramas tecnológicas, así como de la relación que pudiera existir entre éstas y la construcción de capacidades tecnológicas en las PyME. En el capítulo 4 se presenta el diseño conceptual de la tesis, y se plantea la estrategia metodológica. Asimismo se discute la técnica estadística del análisis multivariado utilizada para el análisis.

En el capítulo 5 se examina la evolución de la maquila como una forma de IED, así como su desarrollo en la región de Ciudad Juárez, Chihuahua, considerando el periodo pre-maquilador y los periodos de 1970 a 2008.

En el capítulo 6 se inicia el análisis de la información a partir de las preguntas de investigación. En este capítulo se examina el surgimiento de los talleres de maquinados de precisión, se realiza una clasificación de la capacitación que reciben los empleados en la IME, además se identifica la naturaleza del conocimiento adquirido y las motivaciones que permiten el desplazamiento de los empleados fuera de las plantas maquiladoras.

En el capítulo 7 se analiza la capacitación independiente, y se identifican los niveles de capacidades tecnológicas alcanzados por los talleres de maquinados de precisión, considerando una taxonomía de las diferentes funciones técnicas.

En el capítulo 8 se analizan los resultados considerando las clasificaciones de las derramas generadas en la región y el nivel de capacidades tecnológicas alcanzado por los talleres de maquinados de precisión y su posible relación.

Por último, en el capítulo 9 se plantean las conclusiones de este trabajo de tesis, presentando sugerencias para futuras investigaciones.

CAPITULO II

La inversión extranjera directa: las externalidades o derramas tecnológicas en diferentes tradiciones teóricas

En este capítulo se lleva a cabo una revisión de las corrientes teóricas así como de los estudios empíricos y econométricos sobre la generación de derramas por la IED. Se enfatiza la literatura que destaca la capacitación de los empleados en las EMN y sus motivaciones para crear empresas.

En las últimas dos décadas muchos países han cambiado su perspectiva acerca de las EMN, han implementado políticas para disminuir las barreras a la IED y promover la inversión por empresas extranjeras, pues las actividades de las EMN benefician de manera directa o indirecta a las economías receptoras. Las EMN, al instalarse en los países receptores, enfrentan barreras impuestas por las diferencias geográficas y culturales, pero cuentan con la ventaja que les permite superar estas barreras, constituida por los activos intangibles que tienen, como son las habilidades técnicas y organizacionales que son transferidos a sus filiales.

Uno de los beneficios indirectos para la industria nacional se encuentra en la generación de externalidades o derramas. Estas han sido definidas como "la imposibilidad de las filiales de empresas transnacionales de apropiarse de todo el producto social derivado de sus actividades" Caves (1971). Tales derramas de acuerdo a Fosfuri, Motta y Ronde (2001) pueden ocurrir de diferentes formas²:

- Eslabonamientos hacia atrás y adelante de la cadena de valor entre empresas locales y extranjeras (Lall,1980; Rodríguez-Clare,1996)

² Crespo y Fontoura (2007:411-412) al hacer una revisión de las derramas de productividad, consideran 5 canales por los cuales pueden ocurrir las derramas generadas por la IED: efecto demostración, movilidad del personal, exportaciones de empresas locales, efectos de competencia, eslabonamientos entre EMN y empresas locales. Los autores señalan únicamente la capacitación de empleados en las EMN y su movilidad a empresas locales destacando la escasez de este tipo de estudios. Pero no mencionan la formación de empresas por este tipo de empleados.

- Incrementos en la productividad en las empresas locales por efectos de demostración (Mansfield y Romeo,1980; Blomström,1986)
- Movilidad del personal entrenado dentro de las filiales extranjeras, quienes se contratan en otras empresas locales o crean su propia empresa llevando consigo todo o parte del conocimiento técnico y organizacional adquirido.(Fosfuri, Motta y Ronde,2001; Glass y Saggi,2002; Görg y Strobl,2002)

Blomström y Kokko (1998) definen las derramas de productividad como, "... las derramas de productividad toman lugar cuando la entrada o presencia de afiliadas multinacionales llevan a beneficios de productividad o de eficiencia en las empresas locales del país receptor, y las EMN no son capaces de internalizar el valor total de estos beneficios".

Fosfuri, Motta y Ronde (2001:206) señalan que la derrama tecnológica "surge cuando subsidiarias de empresa extranjeras capacitan a empleados locales quienes posteriormente se unen a empresas locales o forman su propia empresa, trayendo con ellos todo (o parte de) el conocimiento tecnológico, de mercadeo y administrativo que ellos han adquirido". El eje de este trabajo de tesis es la derrama tecnológica surgida por la movilidad de los empleados capacitados previamente en la IME, los cuales crean su propia empresa. A partir de esta conceptualización de las derramas tecnológicas, en la sección 2.1 se revisa la literatura considerando diferentes enfoques económicos en la generación de derramas.

2.1 Diferentes enfoques económicos sobre las derramas

En esta sección se lleva a cabo una revisión de los diferentes enfoques económicos sobre la generación de derramas. Se inicia en la sección 2.1.1 con la revisión de la literatura que relaciona la generación de derramas dentro de la teoría de la organización industrial. En la sección 2.1.2 se considera la revisión teórica de la literatura de la generación de derramas dentro de la teoría del crecimiento, posteriormente en la

sección 2.1.3 se discute el conjunto de los estudios empíricos sobre derramas tecnológicas, esta sección se subdivide en 4 incisos, pues se revisan los diferentes tipos de estudios de caso, los estudios econométricos que sustentan la hipótesis de externalidades, los estudios econométricos que contradicen esta hipótesis de externalidad así como los estudios econométricos que diferencian el nivel tecnológico, finalmente en la sección 2.1.4 se plantean las conclusiones al capítulo.

2.1.1 La organización industrial y la generación de derramas

A continuación se revisan los trabajos que han aportado los fundamentos teóricos dentro de la teoría de la organización industrial en la generación de externalidades. Estos trabajos se basan en el papel que tiene la IED en el comercio internacional y su efecto en la economía de los países receptores de este tipo de inversión. Varios autores coinciden en que Hymer (1976) es el pionero en esbozar una nueva perspectiva del papel de la IED, ya que une el estudio de la IED a la teoría de la organización industrial.³ Este nuevo planteamiento parte de considerar dos modelos. El primero se fundamenta en el enfoque neoclásico del comercio sustentado en el modelo Heckscher-Ohlin, el cual se basa en la inmovilidad de los factores de producción entre fronteras, considera la existencia de funciones de producción idénticas entre países, y se postula la inexistencia de diferencias internacionales a nivel científico y tecnológico. Este modelo no toma en consideración las transferencias de tecnología y las externalidades generadas por las EMN.

El segundo modelo se basa en la teoría neoclásica financiera de portafolio, que considera a los flujos de capital financiero en busca de cambios en las tasas diferenciales de interés, sin distinguir las diferencias existentes entre los flujos de capital de portafolio y los flujos de inversión extranjera directa. Hymer (1976) argumentó que la IED no es solo un proceso en el cual los activos son intercambiados internacionalmente, también involucra la producción internacional. Bajo esta visión la IED es más que una

³ Hymer en su tesis doctoral de 1960, la cual fue publicada hasta 1976, distingue entre inversión de portafolio e inversión directa, argumentando que la hipótesis del capital de arbitraje para explicar los movimientos internacionales de capital eran inconsistentes con varios patrones de comportamiento de las empresas transnacionales. (Dunning ,1976)

simple transferencia de capital, es un paquete en el cual el capital, la administración y la nueva tecnología están combinados. Así para Hymer la IED es más que un caso particular de traslado internacional de capital: es el mecanismo por el cual la EMN crea y mantiene el control de las actividades productivas más allá de sus fronteras. Es decir que la IED es más producción internacional que intercambio internacional de capital (Dunning y Rayman, 1985; Teece, 1985; (Micheli, 1994:36-49; Xiaoqin, 2002.)

Caves (1971) extiende el concepto de la teoría de la organización industrial y la IED, y en su estudio presenta las desventajas a las que se enfrentan las EMN, impuestas por las diferencias geográficas y culturales en comparación con sus contrapartes domésticas. Esta diferencia es superada por las EMN pues cuentan con una ventaja constituida por los activos intangibles, como pueden ser las habilidades administrativas y las marcas. Caves (1971), al igual que Hymer (1976), señalan las diferencias de la inversión de portafolio.

Para Caves (1971) la IED ocasiona la transferencia a las filiales de diversos recursos, entre ellos están las tecnologías de procesos y de productos, las habilidades administrativas, las habilidades técnicas, las redes de distribución y mercadeo y la formación de capital humano. Bajo esta perspectiva, la IED involucra la transferencia de activos intangibles, tales como habilidades tecnológicas entre naciones y no solo flujos de capital (Xiaoqin, 2002: 4). Caves (1971) va más allá que Hymer (1976) y destaca como posibles fuentes de beneficios derivados de la IED los siguientes aspectos:

- (a) Los impuestos al capital foráneo
- (b) El entrenamiento de la fuerza laboral
- (c) Los efectos externos de productividad no capturados.

Para Caves (1971), los efectos externos se crean debido a la imposibilidad de las EMN, por capturar la totalidad del producto social derivado de sus actividades productivas. Estos efectos se crean por la transmisión del conocimiento de la matriz a las filiales y a la capacitación adquirida por los empleados locales dentro de estas grandes empresas.

La importancia de considerar la transferencia de tecnología dentro de esta teoría es que dicha transferencia constituye la ventaja competitiva de las filiales y, consecuentemente, se obtiene una capacitación del empleado local lo que posteriormente, genera las derramas tecnológicas debido a su posterior movilidad a la economía local.

Koizumi y Kopecky (1977) fueron los primeros que explícitamente modelan la IED y la transferencia de tecnología, son ellos quienes analizan la transferencia de tecnología de una matriz a la filial⁴ o subsidiaria, utilizando el marco del equilibrio parcial. Bajo esta perspectiva consideran que la transferencia de tecnología es función creciente del acervo de capital de los residentes extranjeros. En este enfoque, la transferencia de tecnología extranjera se da automáticamente y la tecnología es tratada como un bien público. (Xiaoqin, 2002; Padilla y Martínez, 2007)

Findlay (1978) sugiere que el nivel de derrama está en función de la discrepancia tecnológica entre las empresas filiales y las locales, al considerar que la tasa de difusión tecnológica en el país subdesarrollado depende de dos factores: el primero bajo la hipótesis de Gerschenkron (1962), quien establece que ante la presencia extranjera, a mayor brecha tecnológica mayores serán las derramas; el segundo factor considera a la difusión tecnológica como una enfermedad contagiosa, en donde las innovaciones tecnológicas, siguiendo el argumento de Arrow (1971), son mejor difundidas si existe un contacto interpersonal entre quienes poseen el conocimiento y aquellos que lo adoptan.

Para Findlay (1978) estas consideraciones lo llevan a la hipótesis de que la razón del cambio técnico en la región local se incrementa en la medida en que esta se abre a la IED. Para ello considera al cociente del inventario de capital de las empresas extranjeras con el inventario de capital de las empresas de la región subdesarrollada, como una medida de la penetración extranjera (Meyer, 2003; Xiaoqin, 2002; Saggi, 2002)

⁴ Al mencionar la "filial", se hace referencia a la filial de una empresa de capital extranjero, que puede ser una subsidiaria o una filial de alguna empresa multinacional.

Lall (1980) hace una revisión de la literatura sobre las relaciones de las EMN y las empresas domésticas del sector manufacturero, y resalta la importancia de los eslabonamientos que se pueden realizar entre estas empresas. Destaca el efecto que tienen las EMN, tanto en el desempeño como en la estructura de la economía local, y señala la posibilidad de crear relaciones directas por medio de eslabonamientos que constituyan mecanismos para estimular (o retardar) el crecimiento industrial en los países en desarrollo. Asimismo considera los efectos "indirectos" que la entrada de estas EMN pueden tener en la estructura industrial, la conducta y el desempeño local, dado que se puede afectar la rentabilidad y el crecimiento de las empresas locales, así como alterar el mercadeo, el financiamiento y las prácticas organizacionales de los sectores donde se vean involucradas las EMN. También se puede crear una conducta predatoria de las empresas filiales y sacar del mercado a otros negocios locales.

En su revisión, Lall (1980) cita como ejemplo el estudio de Watanabe (1972 y 1974), quien señala cómo las empresas extranjeras promueven el empresariado y la eficiencia industrial por medio de la subcontratación de empresas domésticas. Lall analiza las posibles formas en que las EMN pueden actuar o desempeñarse en una economía extranjera, si se les considera como empresas exportadoras, y resalta el tipo de eslabonamientos con las empresas locales que pueden brindar mayores beneficios a la economía local, por el tipo de tecnologías involucradas. Considera que los principales beneficios a los países receptores de IED se asocian con la creación de empleos, la promoción de las exportaciones, la transferencia de tecnologías y de habilidades, y el estímulo a la formación de eslabonamientos. Señala también que la falta de oportunidades en los países receptores de IED puede ser un freno para generar los eslabonamientos hacia atrás con empresas domésticas, argumenta que siempre existe la posibilidad de fabricar "algunos productos", creándose de una u otra forma los eslabonamientos.

Das (1987) utiliza un modelo basado en la teoría del oligopolio para analizar la transferencia de tecnología de la EMN a la filial. El aspecto más sobresaliente de dicho modelo es el reconocimiento de que las empresas locales aprenden de las filiales y son

más eficientes. El incremento en la eficiencia de las empresas locales se considera exógeno y, por consiguiente, menos costoso para dichas empresas. Das supone que la tasa de incremento en la eficiencia de las empresas locales está positivamente relacionada con la escala de operación de las subsidiarias, por lo que modela las alternativas de la subsidiaria para enfrentar los posibles problemas del "aprendizaje por observación" y los beneficios derivados de este aprendizaje hacia las empresas locales, concluyendo que las EMN obtienen beneficios a pesar de las derramas de conocimiento generadas en el país receptor. Este modelo parte de reconocer las derramas tecnológicas generadas por la transferencia de conocimientos a la filial, comparando los beneficios de la transferencia de dicho conocimiento y de las derramas generadas. (Saggi, 2002:210)

Wang y Blomström (1992), al seguir la línea teórica de Findlay (1978), modelan las derramas como resultado endógeno de la interacción entre empresas filiales y empresas domésticas. En su estudio consideran los costos de la transferencia de tecnología, e incorporan las derramas en su propia toma de decisiones. Asumen que tanto en las empresas locales como en las filiales puede influir la brecha tecnológica y, por consiguiente, la cantidad de derramas que se genere. Los autores consideran que las empresas locales tratan de construir sus capacidades tecnológicas con la finalidad de adoptar la tecnología de las filiales y de esta forma reducir la brecha tecnológica. Por otro lado las filiales tratan de importar mayor tecnología de sus matrices para mantener e incrementar la brecha tecnológica con respecto a las empresas locales. Por lo que, en este estudio, las derramas son el resultado de las diferencias en tecnología existentes entre las empresas locales y extranjeras, así como de las interacciones entre las empresas locales y las extranjeras. (Meyer, 2003)

Los autores analizados permiten señalar que en la literatura sobre la organización industrial se reconoce que la IED representa tanto flujos de capital, como flujos de tecnología de los corporativos de las EMN a las filiales. Esto es fuente de beneficios tanto directos como indirectos a las economías locales; a los beneficios indirectos se les considera como derramas tecnológicas. Autores como Koizumi y Kopecky (1977) al

igual que Das (1987) consideran en su modelo la transferencia tecnológica en una doble etapa de manera automática, de la matriz a la filial y de ésta a las empresas locales, lo que hace que la tecnología superior de las EMN sea un bien público, lo cual no es posible dados los términos de los acuerdos internacionales de licenciamiento y patentes, convirtiendo al conocimiento en un bien privado.

Los otros modelos consideran que el nivel de derramas generada por la IED en la economía receptora esta determinado por el nivel de discrepancia tecnológica existente entre las empresas extranjeras y las empresas locales (Findlay (1978), Das (1987), Wang y Blomstrong (1992)) aspecto señalado por Gerschenkron (1962). Este argumento establece que el incremento de la producción de las empresas domésticas, es una función creciente de la presencia del capital extranjero. Asimismo para la derrama tecnológica por la movilidad de los empleados de las EMN, se establece que es importante la capacitación del personal de la filial, lo que brinda un conocimiento de una tecnología superior al empleado, quien posteriormente al desplazarse fuera de la EMN, la difundirá al país receptor generando incrementos a la productividad en las empresas locales. En un sentido amplio, esta capacitación incluye desde el entrenamiento sobre el trabajo (on the job training) hasta el aprendizaje por medio de cursos formales.

De acuerdo a lo aquí señalado, la derrama tecnológica se genera por la transferencia de conocimientos del corporativo a la filial, ya que supone una tecnología superior de la EMN. Esta derrama surge a partir de la movilidad del personal previamente capacitado dentro de las filiales llevándose el conocimiento parcial o total adquirido, con lo que la difusión se logra un beneficio a la economía local. De acuerdo a la dirección que tome el empleado se tienen dos vertientes, en una se puede incrementar la productividad de las empresas locales, mientras que en la segunda vertiente el ex empleado puede bien formar su propia empresa (Lall, 1980). Este tipo de derrama tecnológica se menciona como uno de los beneficios indirectos dentro de la teoría de la organización industrial. Fosfuri, Motta y Ronde (2001) modelan la derrama tecnológica por la movilidad del empleado y uno de los supuestos del que parten para el modelo, es el determinante

pecuniario, ya que las EMN motivan a sus empleados capacitados con un excedente pecuniario para no moverse fuera de éstas empresas e integrarse a otra empresa local o bien a formar su propia empresa, logrando así difundir la tecnología adquirida. Una característica de todos los modelos antes mencionados es que se da por garantizada la transferencia de tecnología a la filial.

2.1.2 La teoría del crecimiento y la generación de externalidades

La nueva teoría del crecimiento también toma en consideración la generación de externalidades. El modelo neoclásico considera que el progreso tecnológico es un proceso exógeno, que está enfocado a la acumulación de capital como fuente principal del crecimiento (Solow, 1956). Es Romer (1986) quien plantea la nueva teoría del crecimiento, la cual, a diferencia del modelo neoclásico básico, considera aspectos relacionados con la creación de conocimiento tecnológico y su transmisión, e incorpora el papel del conocimiento tecnológico como un factor de producción y la posibilidad de retornos no decrecientes al capital. El modelo de Romer asume que el crecimiento tecnológico (que denominó crecimiento de conocimiento) es resultado de las inversiones, por parte de empresas competitivas en la generación de conocimiento (I&D). (Kumar y Pradhan, 2002; Xiaoqin, 2002). El modelo de Romer (1986) se inscribe en el marco de la teoría del crecimiento endógeno. Primeramente se enfoca a la transferencia de tecnología de la matriz a las subsidiarias o filiales, posteriormente de las filiales a las empresas locales. Bajo esta teoría, se considera que la IED está generalmente acompañada por conocimiento administrativo y de producción, con la posibilidad de que se generen derramas a las empresas locales. Los beneficios son considerados como efectos indirectos de la IED sobre el crecimiento del país receptor, y comprenden la suma total de las externalidades generadas sobre las inversiones domésticas a través de derramas de conocimiento y eslabonamientos verticales. La movilidad de empleados entrenados, la ingeniería en reversa y las nuevas tecnologías pertenecientes a las empresas foráneas, así como el incremento de la rivalidad y el desarrollo de nuevos productos son considerados derramas inter industria y suponen la absorción de estas derramas por los competidores. (Kumar y Pradhan, 2002: 5).

En el modelo de crecimiento endógeno se asume de manera general que las derramas de conocimiento generadas por las actividades de las EMN llevan a innovaciones en un país en desarrollo, permiten la imitación, son un estímulo para la I&D y el crecimiento, todo ello apoyado en políticas promotoras de la IED. (Xiaoqin, 2002; 7) Sin embargo, dentro de esta teoría existen pocos estudios acerca de las derramas, específicamente aquellas en las que se involucra la capacitación de empleados en EMN y su movilidad al mercado local por medio de la formación de nuevas empresas. A continuación se discuten algunos trabajos empíricos realizados dentro de las dos corrientes teóricas antes mencionadas, lo cual permite ubicar el estado actual del conocimiento sobre las derramas tecnológicas.

2.2 Estudios Empíricos

Los estudios empíricos que se han realizado bajo estas dos corrientes teóricas tienen resultados mixtos. Por una parte, algunos de estos estudios revelan la existencia de externalidades, mientras que otros rechazan la existencia de las mismas. En este último caso algunos autores sugieren que aun cuando los beneficios a las empresas locales no se manifiesten de manera tangible, siempre existen otro tipo de beneficios derivados de la presencia de la IED y tendrán un impacto en la estructura del mercado. (Saggi, 2002). Los estudios empíricos se pueden clasificar de la siguiente forma:

- a.** Estudios de Caso
- b.** Estudios econométricos que soportan la tesis de las externalidades
- c.** Estudios econométricos que contradicen la hipótesis de la externalidad
- d.** Estudios econométricos que diferencian entre industrias de baja y alta tecnología.

2.2.1 Estudios de Caso

Dentro de los estudios de caso analizados en esta sección se revisan diferentes tipos de estudios, en la sección 2.2.1.1 se hace la revisión de los estudios que consideran el concepto de derrama, en la 2.2.1.2 se considera aquellos estudios que no utilizan el concepto de derramas, pero el estudio lo llevan a cabo considerando esta conceptualización, y por último en la sección 2.2.1.3 se hace la revisión de los estudios

llevados a cabo en México, mostrando la evidencia existente. Los estudios de esta revisión consideran o utilizan el concepto de las derramas tecnológicas y valoran diferentes tipos de derramas, como son las derramas tecnológicas por la movilidad de los empleados de las EMN, las derramas generadas por el efecto demostración (eslabonamientos horizontales)⁵ y las derramas asociadas a los eslabonamientos verticales (eslabonamientos hacia atrás y hacia delante).

2.2.1.1 Estudios que consideran el concepto de derramas

Berhman y Wallender (1976), son quienes identifican 5 de los mecanismos más utilizados de manera intensiva para la transmisión de tecnología, durante la vida de las filiales, al analizar las actividades de grandes empresa como General Motors, Pfizer e ITT, en diferentes países, reconociendo derramas en habilidades administrativas y técnicas, y encontrando eslabonamientos con empresas proveedoras de las EMN, formadas por exempleados (Blomström, 1991:94; Blomström y Kokko, 1997)

Los mecanismos identificados se componen de: documentación en forma de manuales y publicaciones técnicas

- ❖ instrucción, educación y entrenamiento a los empleados.
- ❖ visitas e intercambios de personal técnico.
- ❖ desarrollo y transferencia de equipo especializado
- ❖ "solución de problemas", en forma de comunicaciones orales y escritas directas con la matriz

A partir de los mecanismos señalados por estos autores se observa que la transferencia de tecnología a las filiales involucra conocimiento tácito y explícito (también codificado), asimismo se observa que existe una dependencia de la matriz en la solución de problemas de la filial.

⁵ No se consideran los efectos de competencia dado que no son una derrama pura. Vease Saggi (2000:18)

Altenburg (2000) señala la importancia que ha tenido la expansión de la IED en la última década, como un agente potencial del desarrollo de las PyME locales. Su estudio se enmarca dentro de la teoría de la organización industrial y el enfoque de aglomeración. Altenburg tiene como objetivo analizar el desarrollo potencial de diferentes tipos de eslabonamientos y externalidades en diversos sectores de la manufactura, como son la automotriz, la electrónica y la industria textil. Altenburg basa su discusión en los eslabonamientos ya mencionados por Lall (1980). Resalta en su estudio dos efectos de derramas como formas de transferencia de tecnología a las PyME domésticas, principalmente para aquellas empresas que no mantienen una relación de proveedor o de eslabonamiento: "el efecto demostración" y las "derramas tecnológicas o de capital humano". Define el efecto demostración como la iniciativa del emprendedor para imitar o copiar a través de la observación, productos o técnicas administrativas de las filiales, ganando acceso a nuevos mercados no tradicionales. Respecto de las derramas tecnológicas o de capital humano, Altenburg menciona que las grandes demandas técnicas de las filiales, como son los estándares de calidad y los procesos administrativos y productivos, están actualizadas en comparación con los estándares de las empresas locales. Esto ejerce una presión sobre la capacitación de la fuerza laboral de estas empresas extranjeras. Para Altenburg estas características convierten a las EMN en colegios invisibles, haciendo considerables aportaciones a la formación de personal con alta capacitación tecnológica. Para Altenburg la presencia de la IED implica la formación de nuevos mercados no tradicionales, pues las EMN dedican más atención al desarrollo, diseño y mercadeo de sus productos, y dejan a menudo de lado el suministro externo de todo el proceso de la manufactura. El autor argumenta que debido a la creciente automatización, algunas empresas, principalmente de la electrónica, demandan herramental mucho más especializado como son las plantillas o guías y fijadores metálicos, entonces las PyME domésticas pueden convertirse en las proveedoras de esas filiales, creándose así nuevos nichos de mercado que favorecen la economía local.

En el estudio de Altenburg (2000) se resalta el potencial de contar con empresas domésticas proveedoras con capacidad de cubrir los estándares de calidad de las EMN, principalmente en sectores tan dinámicos como la electrónica y las autopartes, que sean capaces de insertarse en la cadena de producción de las EMN, para que en el largo plazo, logren desarrollar las habilidades que les permitan incursionar en otros campos. Asimismo resalta la importancia de aprovechar las derramas de manera paulatina, convirtiendo a las EMN en los colegios invisibles que permitan la formación de empleados con nuevas habilidades, con posibilidades de crear nuevas empresas aplicando el conocimiento adquirido.

Ritchie (2002) lleva a cabo un estudio para examinar la IED y la formación de capital humano en el sudeste asiático. Reconoce la importancia de la formación del personal a través de la capacitación en la empresa filial, pues señala que diversos estudios muestran que las EMN incrementan su demanda por trabajadores habilitados. El autor señala un círculo virtuoso en la formación de capital humano, primeramente se crea una demanda de trabajadores habilitados para la transferencia de tecnología de las matrices a las filiales, y posteriormente al incrementarse los niveles tecnológicos de las filiales, se crea nuevamente una demanda por trabajadores altamente habilitados. Señala como ejemplos de lo anterior estudios en los que se muestra que a mayores niveles de tecnología en las EMN, se crean mayores demandas por personal habilitado. Para ello señala el estudio de McKendrick et-al (2000), estudio en el que se muestra cómo a través del tiempo se va creando esta demanda por técnicos habilitados en los sectores de discos duros, óptica, ingeniería de precisión (herramientales y dados) en el sector automotriz, plásticos, aceites de palma y micro chips.

Ritchie (2002) argumenta la importancia no solo de transferir o crear el capital humano con habilidades, sino también el de conjuntar la oferta y la demanda del capital humano para cerrar el círculo de la difusión. El autor destaca que cuando el entrenamiento es llevado a cabo por el sector privado, es más fácil, conjuntar la oferta con la demanda. Menciona la importancia de conocer la forma en que entrenan las EMN, ya que es el punto de partida para saber cuales y de que tipo son las habilidades y el conocimiento

a crearse en la economía local, por las derramas generadas por las filiales. El conocimiento del tipo de entrenamiento que llevan a cabo las filiales para capacitar a su personal tiene importancia por la capacidad a desarrollar en los empleados a futuro, pues esta habilidad será la que les oriente o fortalezca para formar nuevas empresas o también para transferir su conocimiento a nuevas empresas en industrias que estén relacionadas. Ritchie (2002) es de los pocos autores que considera de importancia tanto de la naturaleza del conocimiento como de las estrategias de capacitación de las EMN, para identificar las habilidades generadas en la economía local.

Fosfuri, Motta y Ronde (2001) desarrollan un modelo teórico que especifica las derramas tecnológicas. Parten del supuesto que la empresa transnacional utiliza una tecnología superior en la filial únicamente después de haber entrenado a trabajadores locales. Las derramas tecnológicas surgen cuando los trabajadores se convierten en empleados de empresas locales, después de haber tenido experiencia en alguna empresa filial, o bien de crear una nueva empresa. En el modelo se destaca el surgimiento de derramas pecuniarias, las cuales surgen debido a que las filiales deben pagar mayores salarios para evitar que se desplacen sus empleados ya capacitados hacia otras empresas competidoras o locales. El modelo parte de la posibilidad de que la empresa transnacional exporte su producción, en lugar de invertir en instalaciones en el extranjero para evitar la dispersión de sus activos intangibles o bien el pago de altos salarios a los trabajadores locales. Los autores concluyen que las derramas han sido tratadas como un mecanismo de caja negra, donde su naturaleza no se especifica.

Görg y Strobl (2002) llevan a cabo un estudio de caso considerando la base teórica desarrollada por Fosfuri, Motta y Ronde (2001), en el cual por vez primera, se analiza la movilidad de los empleados previamente entrenados por las EMN, los cuales forman sus propias empresas. Comparan las diferencias en el desempeño de estas nuevas empresas con otras cuyos propietarios no tuvieron experiencia en las EMN. Estos autores utilizan datos del programa regional para el desarrollo empresarial (RPED) de empresas ghanesas para el periodo de 1991-97, que cubre los sectores de alimentos, textiles y ropa, madera y metálico. A partir de esa información los autores determinan

de qué forma la experiencia del emprendedor dentro de una empresa extranjera, afecta el crecimiento y el nivel de productividad de la nueva empresa. En su análisis utilizan variables dicotómicas. En sus hallazgos destacan que las nuevas empresas, creadas por propietarios con experiencia previa en una EMN, desarrollan mayor productividad en comparación con las otras empresas. Lo que sugiere que estos nuevos emprendedores traen consigo parte del conocimiento adquirido en las EMN, que puede ser utilizado en la nueva empresa. Lo importante de este estudio es que amplía la investigación de las derramas tecnológicas de únicamente considerar la capacitación dentro de las EMN, a tomar en cuenta las diferencias de productividad de las nuevas empresas formadas por estos exempleados de las EMN, sin embargo los autores no consideran lo señalado por Ritchie (2002) ni las estrategias, ni la naturaleza del conocimiento adquirido, por lo que las derramas continúan siendo una caja negra.

Dahl, Pedersen y Datum (2003) realizan un estudio relacionado con las derramas tecnológicas derivadas de la movilidad de empleados entrenados en EMN. Analizan a un grupo de empresas formadas por exempleados de las filiales en un sector tecnológico dinámico, como es el sector de las telecomunicaciones sin cable, en Aalborg Dinamarca. El estudio se desarrolla bajo la misma perspectiva que el de Görg y Strobl (2002). Dahl, Pedersen y Datum (2003) estudian la forma en que la experiencia previa de los propietarios de nuevas empresas influye en la fortaleza de dichas empresas. Encuentran evidencia que demuestra que la experiencia adquirida como empleados en filiales les permite cierta flexibilidad, lo cual es determinante para sobrevivir en un ambiente turbulento o competitivo.

2.2.1.2 Estudios que no consideran el concepto de derrama pero lo utilizan

En esta línea de estudios esta sección inicia con el estudio de Lim y Fong (1982), quienes al analizar los eslabonamientos verticales de las EMN en países en desarrollo, llevan a cabo tres estudios de caso de empresas filiales orientadas a la exportación en la industria electrónica de Singapore. Parten de asumir que como las empresas filiales están "aseguradas" en transacciones intracorporativas, es difícil que formen

eslabonamientos con empresas domésticas. En su estudio sugieren la existencia de circunstancias peculiares originadas por las fuerzas del mercado, que forzan a las EMN a la creación de los eslabonamientos, aunque específicamente no señalan cuales son estas fuerzas. Destacan la necesidad de que la intervención del gobierno se vea reducida a la implementación de políticas que ayuden a incrementar las adquisiciones locales, como forma de promover los eslabonamientos entre las EMN y las empresas locales, ya que las extranjeras responden más a necesidades internacionales. En su estudio señalan que hay un incremento en la compra de insumos locales por parte de las filiales, en la medida que los proveedores locales se actualicen o escalen a tecnologías más complejas.

Gershenberg (1987), citando a Johnson (1970), argumenta que la transferencia de conocimiento es el punto central de los procesos de IED, y que el entrenamiento de los administradores es crítico para la transferencia del "saber hacer". Cuando el personal se mueve fuera de las filiales se inicia la más significativa contribución de las EMN a los países receptores, pues los ex empleados han adquirido parte de la tecnología, conocimiento del mercadeo y conocimiento administrativo, los cuales pueden ser incorporados en las empresas locales. Partiendo de esta premisa Gershenberg (1987) analiza las actividades de las EMN en Kenya y encuentra que las filiales confían primeramente en administradores provenientes del extranjero principalmente de la matriz, los cuales posteriormente tienden a ser reemplazados por empleados locales que han sido preparados previamente. Sin embargo, Gershenberg encontró en este estudio de caso que solo un 16% de los empleados capacitados dentro de las filiales, se desplaza a las empresas locales Kenianas. El estudio de Gershenberg es el primero en estudiar la movilidad de los empleados de filiales a la economía local, pero el autor no utiliza el concepto de derramas al caracterizar el movimiento de los empleados de las EMN a las empresas locales como un efecto de "dispersión", asimismo en su estudio no consideró la estrategia de capacitación de las EMN ni la formación de empresas por estos empleados.

Dado que una de las premisas de la IED es la transferencia de activos intangibles a sus filiales, Mansfield y Romeo (1980) analizan el tipo de tecnologías transferidas a las filiales a fin de determinar el tiempo que tardan en transferir estas tecnologías a las filiales o por contratos (licenciamiento o joint venture), y encuentran que estas tecnologías tienen variaciones en su antigüedad. Esta diferencia se debe al tipo de transacción, la cual puede ser por licenciamiento o bien por la transferencia a filiales. Ellos encuentran que la edad promedio de la tecnología fue de 5.8 años para las tecnologías transferidas a filiales en países desarrollados. Mientras que en la transferencia de tecnología hacia países en desarrollo, la edad promedio fue de 9.8 años.

En el caso de las relaciones contractuales (licenciamiento o joint-ventures), la antigüedad de las tecnologías fue de 13.1 años. Esto indica la importancia que le dan las EMN a los activos intangibles a desplazar, pues se toma en cuenta el desarrollo tecnológico del país donde se instalen las filiales. Estos hallazgos son similares a los hallados en otros estudios confirmando que las nuevas tecnologías no se transfieren por medio de relaciones contractuales a empresas diferentes a las filiales. (Blomström, 1991) Lo cual confirma que el tipo de tecnología influye en el modo de transferencia y que esa transferencia tiende a tener una menor brecha para transferencias internas (intrafirma) que para otro tipo de transferencias.

Hobday (1995) en un estudio sobre el origen de la industria electrónica en diferentes países del sudeste asiático, principalmente en Hong Kong, destaca el papel que jugaron las empresas transnacionales en la capacitación de ingenieros, administradores y técnicos medios. Señala la importancia de la capacitación del personal, como una medida para la transferencia de tecnología a las filiales. El capital humano capacitado al amparo de las EMN ayudó a que las PyME brincaran las barreras del mercado para convertirse en proveedores de componentes originales (OEM) y posteriormente a que continuaran desarrollándose hasta lograr su marca propia. Lo anterior confirmó el argumento de esta tesis sobre la importancia de la capacitación dentro de las filiales de

las EMN para la generación de derramas tecnológicas y la obtención de beneficios en la economía.

Katz (1987) identificó la importancia de la difusión del conocimiento por medio de ex empleados de filiales. Muchos de estos ex empleados se convirtieron en administradores/propietarios de empresas locales. Katz señala que muchos de los países receptores de IED en Latinoamérica reciben derramas importantes de esta forma. Katz destacó la experiencia laboral en este tipo de empresas locales y además lo calificó como un mecanismo disparador del espíritu emprendedor. De esta forma señaló la importancia de la capacitación y la posterior movilidad de los empleados en la economía, sin identificarlos como derramas tecnológicas.

2.2.1.3 Estudios que muestran la evidencia en México.

En esta sección se revisan algunos de los estudios de caso que han considerado el análisis de las derramas en México. Hualde (2001) lleva a cabo un estudio de caso que permite observar la trayectoria profesional de los ingenieros industriales en las ciudades de Tijuana y Hermosillo, zonas maquiladoras fronterizas del norte de México. Al igual que Gershenberg (1987), muestra la importancia de la capacitación dentro de las plantas maquiladoras de la región en la formación de capital humano a todos los niveles, ya que de esta manera se disminuye la necesidad de contratar profesionistas extranjeros para los mandos medios y superiores de las filiales. El autor, en su estudio, revela la existencia de un proceso de acumulación de aprendizaje industrial encaminado al dominio de códigos organizativos, y comunicativos, dejando en último término a los códigos tecnológicos. Hualde (2001) lleva a cabo sus estudios en dos filiales y en dos tipos de industria, la electrónica y la automotriz, el autor, señala que las innovaciones que llevan a cabo los ingenieros dentro de las filiales se refieren principalmente a mejoras en la ingeniería de detalle, mejoras a los diseños de mecanismos de fijación y adaptaciones y mejoras de equipos, siendo escasas las innovaciones al producto. Asimismo destaca que estas innovaciones son debidas más al tipo de estrategias de producción desarrollado por la matriz, y no debido a la falta de capacidad del personal. A partir de las entrevistas realizadas señala que desde las

matrices se establecen los procesos de manufactura, dejando para los ingenieros locales el incremento en la eficiencia de estos procesos, de acuerdo a sus experiencias y conocimientos. También destaca que la autorización para llevar a cabo las mejoras en la filial, depende siempre de las matrices. Señala la importancia de la adquisición de los códigos, ya que son fundamentales en el desarrollo de la manufactura, así como en la implementación de sistemas de calidad en las plantas productivas. Dentro del mismo estudio el autor descubre el inicio de nuevas formas de producción intensivas en conocimiento, en los últimos años, donde algunos ingenieros mexicanos son ya tomados en cuenta, tanto por su experiencia como por los conocimientos adquiridos de su capacitación. Una parte importante del estudio de Hualde es que menciona los códigos involucrados en la capacitación proporcionada por las filiales en la frontera de México, lo cual muestra el tipo de conocimiento a difundirse dentro de la economía regional.

Woo (2001:144) en dos estudios sobre la industria electrónica del estado de Jalisco en México, conformada por grandes filiales de EMN, identifica tres variantes de vinculación productiva de las PyME en el sector de la electrónica en el estado de Jalisco. El autor manifiesta la formación de eslabonamientos entre filiales y PyME domésticas, y la creación de nuevas empresas orientadas a otros nichos de negocios, por ex-empleados de las filiales. Su estudio se centra en dos casos en los cuales sobresale el eslabonamiento formado entre una pequeña empresa local con la IBM, destacándose en esta relación la importancia del asesoramiento por parte de la EMN a su pequeño proveedor. En el segundo caso, enfatiza la experiencia del propietario de esta segunda empresa, que fue empleado de Hewlett Packard por 15 años en el departamento de investigación y desarrollo (I y D); mantuvo estadías en el extranjero realizando estudios de postgrado en ingeniería electrónica, y también estancias de trabajo en las plantas de HP fuera del país.

Una característica de este emprendedor es que cuando se presenta la oportunidad de salir de la empresa se asocia con un socio capitalista, formando una empresa en la localidad, y por los negocios del socio capitalista se inician en el diseño y manufactura

de sinfonolas satelitales, incursionando en un mercado dominado por empresas norteamericanas, empresas de origen alemán y de capital canadiense. Este tipo de productos no está ligado como insumo intermedio con las grandes EMN, además de considerar que la empresa requiere también de I&D para el desarrollo de nuevos productos, lo que lo convierte en un emprendedor atípico para la región. Estos dos casos a pesar de estar identificados como variantes de vinculación de acuerdo a la clasificación del autor, son reflejo de una derrama tecnológica.

Carrillo (2001) lleva a cabo dos estudios de caso en el marco de un análisis de las redes y políticas gubernamentales de aglomeración. Analiza el proceso de formación de dos PyME, considerándolas como empresas que evolucionaron significativamente a partir de los talleres de maquinados. Según Carrillo (2001) "ambas experiencias son spillovers derivados de la IME" (Carrillo, 2001:159 y 177). Identifica una empresa fabricante de maquinados de precisión y otra empresa fabricante de mobiliario metálico. El autor considera a estas empresas como las más exitosas por ser de las más grandes y ser además exportadoras de pequeños componentes metálicos a empresas estadounidenses y a filiales establecidos en la región. Sin embargo el estudio no profundiza en las características y el impacto de este tipo de externalidades dentro de la región, ni tampoco las identifica en específico como derramas tecnológicas.

Vera-Cruz, Dutrénit y Gil (2003) llevan a cabo un análisis del sector de los talleres de maquinados en la región de la frontera norte de México en Ciudad Juárez, Chihuahua, lo que consideran como derramas tecnológicas, pues son formados en su mayoría por exempleados de la IME. El objetivo del estudio es analizar dos tipos de derramas tecnológicas generadas por la IME, para discutir en qué medida las capacidades tecnológicas y empresariales de estas PyME limitan el aprovechamiento de las derramas tecnológicas. La fuente de información es un censo aplicado en 2002 en la región a 158 empresas. En el estudio se discuten dos derramas tecnológicas: el encadenamiento de PyME proveedoras y una derrama de capital humano, asociado a la creación de pequeñas empresas proveedoras por técnicos formados en la IME. Los autores destacan el crecimiento de los talleres de maquinados durante las décadas de

1980 y 1990, lo que consideran como una derrama tecnológica generada por la IME en la localidad. El censo arrojó información de que más del 70%, de los talleres fueron establecidos por exempleados de la IME. En la investigación se plantea una metodología utilizando el análisis de conglomerados con las siguientes variables numéricas: Número de Empleados, Cantidad de equipo CNC y el porcentaje de avance en el proceso de Certificación, diferenciando posteriormente estos conglomerados con dos variables categóricas como la existencia de equipo de electro erosión (EDM) y la presencia de ingenieros en las empresas. Asimismo las capacidades empresariales son analizadas con indicadores como los años de vida de los talleres y la formación y capacitación del propietario. Los autores llegan a la conclusión que existen diferencias en las capacidades tecnológicas y empresariales de los diferentes conglomerados, lo que les lleva a inferir que las empresas tienen diferentes fortalezas, capacidades de aprendizaje y absorción de las derramas tecnológicas. Este estudio, no considera el análisis del tipo de conocimiento adquirido por los propietarios, así como tampoco considera las estrategias seguidas por la IME para capacitar a sus empleados, ni los factores o motivaciones que dan lugar a la movilidad de los empleados.

Posteriormente Vera-Cruz y Dutrénit (2005) se plantean como objetivo “explorar las derramas de las EMN a través de la movilidad hacia las PyME y discutir en que medida las firmas creadas por los exempleados tienen mayores capacidades tecnológicas y administrativas que las empresas cuyos propietarios no tienen esta experiencia previa”. Analizan exclusivamente el desarrollo de capacidades empresariales y tecnológicas en las nuevas empresas creadas, comparándolas con empresas del mismo sector cuyos propietarios no tienen experiencia en las EMN. Utilizan datos provenientes del mismo censo aplicado a una población de 158 talleres de maquinados de precisión en Ciudad Juárez. Los autores llevan a cabo el estudio con una metodología apoyada en el análisis multivariado, utilizan primeramente el análisis de correspondencia múltiple a fin de obtener una clasificación de las empresas en términos de sus capacidades tecnológicas y empresariales apoyados también en el análisis de conglomerados. Posteriormente llevan a cabo una comparación de las capacidades tecnológicas

diferenciando al tipo de emprendedor por su experiencia laboral previa. Las variables consideradas en el estudio de Vera-Cruz y Dutrénit para clasificar las capacidades tecnológicas son: la cantidad de equipo de control numérico computarizado (CNC), los años de experiencia en la operación de dicho equipo, la capacitación o no de los empleados de las PyME y el nivel de avance en la certificación de calidad de la empresa. Para la clasificación de las capacidades empresariales utilizan el número de cursos llevados dentro de las filiales por los propietarios, la formación profesional del propietario, la instalación de oficinas o no en El Paso, Tx., así como el año de inicio de operaciones. Por último las variables utilizadas para identificar las derramas por la movilidad de los empleados son: la experiencia previa en la maquila y la posición laboral dentro de ésta. La mayoría de las variables son categóricas. La evidencia presentada, por los autores, sugiere la existencia de beneficios provenientes de derramas tecnológicas, generados por la IME a los talleres de maquinados de precisión. Sin embargo este estudio no analiza la naturaleza del conocimiento adquirido dentro de las filiales por estos propietarios ni tampoco manifiesta la existencia de motivaciones diferentes a las pecuniarias para la movilidad de los empleados al mercado local. El estudio no diferencia a los talleres que cuentan con oficinas foráneas de aquellos que cuentan con oficina y taller foráneo, asimismo las derramas continúan como una caja negra al no identificarse la naturaleza del conocimiento adquirido.

Los resultados mostrados en la revisión de los estudios de caso destacan la importancia de la capacitación proporcionada al personal en las filiales de las EMN, así como la aportación de estos conocimientos hacia la economía local por la movilidad de estos empleados. Después del trabajo de Fosfuri, Motta y Ronde (2001) quienes plantean el modelo teórico de las derramas tecnológicas, se han llevado a cabo algunos estudios, como el de Görg y Strobl (2002), quienes observan el desempeño de las nuevas empresas creadas por exempleados de las EMN dentro de la economía local en un país en desarrollo, mostrando como esta experiencia laboral previa en las EMN, ha sido determinante para desarrollar una mayor competitividad. Asimismo se destaca el nivel tecnológico en el estudio de Dahl, Pedersen y Dalum (2003) en el sector de las telecomunicaciones sin cable, donde los nuevos propietarios, exempleados de EMN,

muestran la importancia de la capacitación en estas empresas y en este tipo de tecnologías. Esto mismo se observa en un país en desarrollo como lo destaca Woo (2001) al mostrar dos estudios de caso en los cuales se involucra I&D, en empresas formadas por exempleados de EMN, donde se destaca el nivel de capacitación en uno de los casos. Los trabajos de Vera-Cruz, Dutrénit y Gil (2003) señalan ya la existencia de las derramas generadas por la movilidad de empleados de la IME, por medio de la formación de estos talleres de maquinados así como por su encadenamiento como proveedores de la IME.

El estudio de Vera-Cruz y Dutrénit (2005) analiza la existencia de diferencias en las capacidades tecnológicas y empresariales de PyME formadas por exempleados de la maquila. Sin embargo la naturaleza del conocimiento adquirido dentro de las filiales por medio de la capacitación del conjunto de los exempleados, así como las motivaciones para desplazarse a la economía local y formar sus propias empresas, estos son el tema de estudio de esta tesis.

2.2.2 Estudios Econométricos

En los estudios econométricos sobre la IED y su efecto en la generación de derramas se pueden considerar primordialmente dos vertientes: aquellos que sustentan la hipótesis de las externalidades y los que no apoyan esta tesis. A continuación se lleva a cabo una revisión de los diversos estudios realizados en las tradiciones teóricas señaladas en las secciones 2.1.1 y 2.1.2

2.2.2.1 Estudios econométricos que sustentan la hipótesis de externalidades

Entre los autores más prolíficos en el desarrollo de estudios relacionados a la IED y la hipótesis de externalidades, se encuentra Magnus Blomström, quien ha sustentado sus trabajos con evidencia empírica de México. Sus trabajos aparecen publicados desde la década de 1980, y están en la misma línea con los desarrollados por Caves (1974) para Australia y Globerman (1979) para Canadá.

En este tipo de trabajos se correlaciona el nivel de involucramiento de la IED con la productividad de las empresas locales, utilizando información de corte transversal. Aitken y Harrison (1999) han cuestionado el uso de la información de corte transversal pues consideran que posiblemente se sobreestima el impacto positivo de la IED en las empresas locales, y consideran que este impacto pudiera ser atenuado con estudios al nivel de la planta. (Saggi, 2002)

Blomström y Kokko (2003) mencionan que los primeros trabajos sobre las derramas como una posible consecuencia de la IED fueron los de McDougall (1960) y posteriormente los de Corden (1967). A partir de la década de 1970, los estudios econométricos que soportan la tesis de las derramas se fueron formalizando. En esa década, este tipo de estudios trataron de relacionar la IED y la productividad de las empresas locales utilizando técnicas estadísticas. Para llevar a cabo estos estudios consideraban como variable independiente la productividad laboral, con aproximaciones de la producción tales como el valor de las ventas. (Xiaoqin, 2002; Meyer, 2003; Saggi, 2004)

Los estudios econométricos que sustentan la hipótesis de externalidades, han estado orientados en su gran mayoría a explicar el desarrollo industrial. Diferentes autores los han clasificado de acuerdo a si en el estudio se utilizan datos al nivel de la industria o al nivel de la empresa. En algunos de estos estudios se destaca en que medida las derramas se generan principalmente entre industrias o intra-industrias. La importancia de considerar las derramas entre industrias se debe al apoyo que prestan las EMN a sus proveedores o bien a la promoción empresarial que estas EMN desarrollan en el país receptor para crear sus proveedores locales, proporcionándoles incluso asistencia técnica y financiera. (Blomström y Kokko, 1991) Otros autores argumentan que debe considerarse si el estudio se realiza en una economía en desarrollo, una economía emergente o una economía desarrollada, tomando en consideración la hipótesis de la capacidad de absorción⁶. Otra vertiente es la que se desarrolla a partir de los

⁶ La capacidad de absorción considera que los países necesitan cierto nivel de capital humano local que sea capaz de beneficiarse de la transferencia de conocimiento por las EMN. (Meyer , 2003:20)

eslabonamientos verticales. (Mortimore y Peres, 2001; Meyer, 2003; Smarzynska, 2002). A continuación se revisan los trabajos que aportan sustento a la hipótesis de las externalidades, por medio de modelos econométricos.

Entre los primeros estudios realizados para identificar los efectos externos se encuentran los trabajos de Caves (1974) en Australia y Canadá, para el sector de la manufactura. Su hipótesis era que la presencia extranjera tiene impacto sobre el valor agregado por trabajador de las empresas de propiedad local. Caves encuentra que la disparidad positiva en el valor agregado por trabajador entre empresas de diferente propiedad (local y extranjera) desaparecía cuando las EMN incrementaban su participación en el factor trabajo dentro del sector, lo cual es consistente con la hipótesis de externalidad. Caves utilizó datos de 1966 para 23 industrias de la manufactura, lo que permitió probar los determinantes del valor agregado por trabajador en el sector doméstico de la industria Australiana. (Aitken y Harrison, 1999; Xiaoqin, 2002)

Posteriormente Globerman (1979) lleva a cabo un estudio similar al de Caves (1974), para ello utiliza información de corte transversal para la manufactura industrial Canadiense para el año de 1972. En su estudio Globerman define la variable dependiente como la razón del valor agregado total por empleado, en empresas de propiedad doméstica. Las variables explicatorias buscan tomar en cuenta factores que pudieran influenciar la productividad laboral, incluida la participación extranjera. Los resultados muestran la existencia de beneficios de derramas provenientes de la IED. (Aitken y Harrison, 1999, Xiaoqin, 2002)

Blomström y Persson (1983) se cuestionan acerca de si existe un flujo de conocimiento técnico hacia las empresas domésticas, debido a la mera presencia de EMN, lo cual consideran es un efecto indirecto de la FDI y lo denominan como derrama de eficiencia que lleva a un incremento en la eficiencia de las empresas domésticas. (Blomström y Persson, 1983:493.494). Al discutir las derramas de eficiencia señalan que "la FDI da surgimiento a ganancias indirectas a la economía local a través de la realización de economías externas", a las que denomina como efectos de derrama. Estas indican "la

importancia de la forma en la cual la influencia es transmitida". En su discusión, los autores destacan tres vías como posibles formas en las cuales estas derramas pueden ocurrir: por medio de la competencia que se genera al insertarse las empresas extranjeras en la economía local, por el entrenamiento de los trabajadores y los administradores, los cuales pueden desplazarse a la economía local, y por medio de la transferencia de tecnología. Utilizan información del censo del año de 1970 para 215 empresas; toman en consideración variables como: el número de plantas, los empleados, salarios, activos, producción bruta, valor agregado e inversión bruta. Bajo el supuesto de que las EMN usualmente representan tecnologías avanzadas, se preguntan cual es la forma en que el conocimiento técnico está siendo transferido. Los autores seleccionan a México porque el 40% de la producción de este país es fabricada por empresas extranjeras instaladas en el país. La evidencia empírica del estudio muestra que existe un incremento en la productividad de las empresas locales en la industria mexicana asociada a la presencia de filiales extranjeras. Este estudio, como otros más, mide únicamente la productividad asociada a la presencia de las IED.

Blomström (1986) y Blomström y Wolff (1994) destacan que la IED es uno de los factores externos a los países receptores que contribuye a incrementar la productividad, señalan asimismo el potencial que tiene la IED como agente productor de tecnología. Consideran también que este potencial se ha concentrado solo en una docena de países. Bajo la hipótesis de convergencia de productividad entre países, examinan el impacto de la presencia de EMN sobre la productividad de la industria manufacturera mexicana. Argumentan que el estímulo competitivo de las EMN es el canal más importante de derramas, dado que los hallazgos de estudios anteriores permiten suponer que la presión competitiva inducida por las empresas extranjeras podría obligar a las empresas locales a ser más eficientes y convertirse por si mismas en empresas más productivas. Estos autores basan su estudio en información estadística de los años de 1970 y 1975. La razón de analizar el caso de México estriba en que durante el periodo de 1970-75 el factor de productividad total de las empresas domésticas fue mayor que el de las empresas de propiedad extranjera, lo que hace suponer que

sucedió una convergencia entre empresas de diferente propiedad. Los resultados indicaban que la productividad de las empresas domésticas estaba correlacionada positivamente con el grado de propiedad extranjera, y que el crecimiento de la tasa de productividad de las empresas domésticas en el periodo de mediados de 1960 a mediados de 1980 converge al de las empresas estadounidenses. Sin embargo los resultados no les permiten concluir si la brecha disminuye por las derramas. Es importante señalar que en este estudio no hay evidencia sobre otro tipo de derramas. Blomström (1991) también señala que la entrada de la IED reduce el nivel de concentración e incrementa la competencia entre las empresas domésticas.

Markusen y Venables (1997) se preguntan acerca de la forma en que la IED afecta los proyectos de las empresas domésticas, por lo que desarrollan un modelo que les permite simular y evaluar estos efectos. Los autores consideran que la entrada de empresas extranjeras genera una competencia que reduce los beneficios a las empresas locales. Lo importante a destacar de este modelo es que los eslabonamientos de proveeduría que se desarrollen en el futuro pueden reducir los costos de los insumos de las EMN e incrementar los beneficios a la economía local, subsanando de esta forma el primer efecto negativo por la competencia. El modelo considera que después de la entrada de filiales manufactureras de bienes finales, se establece una complementariedad entre éstas y las empresas domésticas. Pero antes de desarrollarse esta complementariedad, la sola presencia de empresas de capital extranjero estimula a que la industria local se desarrolle, creándose una expansión de la producción local. Esta expansión de la producción local de bienes finales e intermedios origina una autosuficiencia tal que las filiales son expulsadas de la economía. Este modelo puede asociarse a los estudios de caso realizados por Hobday (1995) en el sudeste asiático, quien describe situaciones similares a las mencionadas. De esta forma, los autores muestran con el modelo la posibilidad de que las EMN actúen como catalizadoras del desarrollo de la industria local.

Branstetter (2000), enmarcado dentro de la problemática sobre los flujos de conocimiento entre países y la forma en que estos flujos son mediados, plantea un

marco analítico alternativo para poder cuantificar el impacto de la IED sobre las derramas de conocimiento, utilizando las citas de patentes de empresas manufactureras japonesas en los Estados Unidos de Norteamérica. Su fuente de información la obtiene del Corporate Finance Database y de los datos de patentes en los Estados Unidos de Norteamérica. La importancia del estudio de Branstetter estriba en que analiza la IED proveniente de empresas japonesas instaladas en los Estados Unidos de Norteamérica y resalta la transferencia de inversiones entre países desarrollados. En este caso los resultados indican que se generan derramas de conocimiento entre las empresas, pero lo más importante es que se muestra evidencia que estas derramas fluyen en ambos sentidos.

Barrios et-al (2002) llevan a cabo un estudio comparativo sobre la evidencia de las derramas en Irlanda, España y Grecia. Para ello utilizan datos comparables de los tres países en empleo, ventas, capital y tipo de propiedad (local o extranjera) para los años de 1992-1997, a fin de comparar la eficiencia productiva derivada de la presencia de IED, sustentado en la capacidad de absorción tecnológica de las empresas locales. El estudio parte de considerar a la I&D y a la actividad exportadora como medida de la capacidad de absorción tecnológica. A partir de un modelo econométrico, los resultados muestran la existencia de externalidades en Irlanda y España, las cuales dependen de la capacidad de absorción tecnológica y de la participación accionaria extranjera en las empresas locales. Atribuyen la falta de derramas en Grecia a que la IED está orientada a sectores tecnológicos más tradicionales.

Una nueva perspectiva surge con el planteamiento de Marín y Bell (2006), quienes no contradicen la hipótesis de las externalidades, pero consideran que las derramas no se generan en las dos etapas planteadas por Hymer, la primera es la transferencia tecnológica de la matriz a la filial, la segunda es la difusión de las tecnologías a la economía local por medio de las derramas tecnológicas. Los autores indican que las dos etapas planteadas por Hymer, deben de ser replanteadas, tomando en cuenta la independencia de las filiales para generar y acumular la creación de conocimiento, generándose las externalidades a partir de esta acumulación de capacidades

tecnológicas de las filiales a la economía local. Para Marín y Bell (2003) las empresas filiales son las que generan y acumulan su conocimiento, por lo que los efectos de derramas a las empresas locales son producto de esta acumulación tecnológica local, y no de la transferencia de tecnología de la matriz a la filial y su posterior difusión a las empresas locales por "derrama". Estos autores se plantean como objetivo explorar de que manera los efectos de derramas pudieran depender menos de la transferencia internacional de tecnología y de la capacidad de las empresas domésticas para absorberlas, y más de lo que denominan la variable intensidad de las subsidiarias en la creación y acumulación de conocimientos en la economía receptora. Para ello analizan información de empresas industriales en Argentina para el periodo 1992-1996. Aunque su evidencia es positiva y significativa para probar modelos en los cuales incorporan medidas de creación de conocimiento localizado y acumulación de conocimiento por subsidiarias de EMN (Marín y Bell, 2006:692), consideran que el tipo de información únicamente les permite identificar las derramas intraindustria, pero no llegan a identificar la naturaleza de los efectos de la derrama.

La importancia del estudio de Marín y Bell (2006), radica en ser uno de los pocos donde la importancia de las derramas de tecnología se ubica en las subsidiarias, quienes acumulan capacidades tecnológicas dependiendo menos de la transferencia internacional de tecnología, a diferencia de los estudios realizados hasta el momento que consideran primeramente la transferencia internacional de tecnología de las matrices a las filiales, y posteriormente la generación de las derramas de las filiales a la economía local.

Los trabajos econométricos desarrollados en esta línea de investigación encuentran una relación positiva entre la IED y el incremento en la productividad de las empresas domésticas. Estos modelos econométricos utilizan como variable independiente la productividad laboral o aproximaciones a ésta. Para ello toman en consideración factores como el tipo de economía (desarrollada, en desarrollo o emergente) y los tipos de eslabonamientos. Al hacer el análisis de las derramas, los diferentes estudios resaltan la importancia de la capacitación de los empleados en las empresas

extranjeras, sin embargo por el tipo y las características de los datos utilizados en los modelos, no profundizan en este aspecto. Por lo que se concluye que los modelos econométricos brindan poca evidencia sobre la naturaleza de la capacitación en las filiales, los determinantes de la movilidad de sus empleados para la formación de nuevas empresas, aunque si los mencionan como una parte muy importante de los efectos de derramas.

Lipse y Sjöholm (2005) llevan a cabo una revisión de la literatura considerando las derramas pecuniarias y las derramas de productividad, resaltando lo difícil que es encontrar una relación universal entre la IED y el desempeño económico de los países receptores. En la segunda parte de su artículo llevan a cabo una revisión considerando 7 diferentes estudios sobre Indonesia, comparando con datos utilizados por Lipsey y Sjöholm (2004), a fin de examinar los frutos de la IED y sus efectos en los trabajadores. Los autores consideran que existe un reduccionismo en los diferentes estudios al asumir a la tecnología como productividad laboral, o como factor total de productividad, o también al considerar las diferencias en las funciones producción. Encuentra en esta revisión que el diseño de los 7 estudios econométricos y el tipo de datos no es la causa de la diferencia en resultados encontrados en la literatura. Lipsey y Sjöholm (2005) consideran que la diversidad de resultados se debe a las diferencias en las habilidades existentes en los países para beneficiarse de la IED, como los recursos humanos, niveles de competencia y también a políticas hacia la IED.

Bitzer, Geishecker y Görg (2007) llevan a cabo un estudio en el que analizan las derramas de productividad en 17 países de la OECD⁷ comparando con otros países de Europa Central y del Este (CEEC). Para ello utilizan datos de la IED, utilizando la base de datos STAN OECD, al nivel de la industria. El objetivo del estudio es examinar la importancia de los eslabonamientos verticales por derramas de productividad y la forma en que estos países se benefician. Su metodología se sustenta en una función de producción en la que se toma en cuenta el tipo de IED dentro de la cadena productiva (eslabonamientos hacia atrás y hacia delante). Los resultados muestran que en los

⁷ Únicamente considera a los países de Canadá y los Estados Unidos de Norteamérica en el continente americano.

países de la CEEC se genera una mayor cantidad de eslabonamientos hacia atrás que en los países de la OECD, asimismo señalan que al igual que Javorcik (2004) encuentran que los eslabonamientos hacia delante no son estadísticamente significativos tanto en la CEEC como en los otros países de la OECD, lo que señalan les parece indicativo de que las empresas locales no cuentan con las habilidades para utilizar los insumos intermedios de las EMN.

2.2.2.2 Estudios econométricos que contradicen la hipótesis de las externalidades

Los estudios considerados en este apartado de la revisión, son los que discrepan en cuanto al tamaño y significancia de las externalidades. Algunos concluyen que el crecimiento de la productividad no puede ser atribuido a la IED, e incluso consideran que la IED puede tener un efecto negativo sobre el crecimiento de la producción de las empresas domésticas.

Haddad y Harrison (1991)⁸ investigaron la relación entre crecimiento de la productividad y la IED en 4236 empresas de 18 industrias al nivel de 2 dígitos en Marruecos, en el período de 1985 a 1989. En este caso utilizan la participación extranjera en el total de los activos al nivel del sector como una aproximación de la IED. No encuentran una relación significativa entre un mayor crecimiento de la productividad de las empresas domésticas y la presencia de empresas extranjeras en un sector.

Aitken y Harrison (1999) analizan a 4000 empresas venezolanas en el período de 1976-1989; se enfocan a la búsqueda de externalidades ocasionadas por la entrada de IED representada por empresas filiales o en forma de coinversiones (joint ventures). Los autores asumen que la ubicación de la IED en algunos tipos de industria con características particulares sobreestimarán o subestimarán el impacto y consecuentemente los resultados, pudiéndose dar el caso de hallar externalidades provenientes de la IED, donde no existen. Bajo la consideración de que la correlación no necesariamente implica causalidad, asumen que la IED pudiera haber sido atraída a

⁸ Este trabajo fue publicado en el año de 1993.

los sectores más productivos de la economía y, por consiguiente, no puede ser considerada como la causa de la alta productividad en tales sectores. Consideran la transferencia de los activos intangibles de un país a otro como premisa del estudio, como también lo hacen la mayoría de los trabajos enfocados al estudio de las derramas. Encuentran que existen beneficios hacia las empresas locales provenientes de la IED, los cuales aparecen internalizados en las inversiones conjuntas (joint ventures). Pero no hallan evidencia que soporte la existencia de derramas tecnológicas de empresas extranjeras a empresas de propiedad local. Asimismo señalan que la ventaja productiva de las empresas de propiedad extranjera puede incrementar el cúmulo de capital humano, si los empleados domésticos absorben el conocimiento que brinda esta ventaja, por medio del aprendizaje adquirido por la experiencia y el entrenamiento. Estos autores enfatizan que en el largo plazo este conocimiento podría difundirse a las empresas locales por medio de la movilidad del personal, pero los autores encuentran pocas evidencias de tal difusión.

Baldwin, Braconier y Forslid (1999) llevan a cabo un estudio en nueve países de la OECD, donde resaltan la falta de investigación desde la perspectiva de la apertura y el crecimiento de las economías. Sustentan la hipótesis de que el crecimiento de las economías podría ser el origen de la apertura, sobresaliendo las transferencias tecnológicas y las derramas como posibles causas de este hecho. A partir de esta hipótesis generan un modelo de crecimiento con información de siete industrias, en nueve países miembros de la OECD (Dinamarca, Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Suecia, El Reino Unido y los Estados Unidos) en el período de 1979 a 1991. Sin embargo en sus conclusiones aparece poco relacionada la IED como determinante del crecimiento endógeno. Los autores recomiendan llevar a cabo una mayor investigación, tanto empírica como teórica, relacionada con el efecto de las EMN sobre el crecimiento endógeno.

Hanson (2002) examina las políticas para promover la IED y su impacto desde el punto de vista económico. Su estudio se sustenta en el hecho de que las barreras a la entrada de la IED de muchos países han sido disminuidas por los beneficios que representa

este tipo de inversión. Analiza los supuestos bajo los cuales la literatura especifica las externalidades y las expectativas que esto crea en las economías. En su trabajo desarrolla un modelo teórico, el cual utiliza para identificar la existencia de las derramas. Tomando en consideración el análisis de tres estudios de caso llega a la conclusión que los resultados muestran que existe una débil evidencia de que la IED genere derramas para la economía receptora. Señala la posibilidad de que la IED pueda llegar a tener una pequeña influencia en las empresas locales para incrementar la productividad. Pero también señala que la evidencia empírica proporciona un débil soporte sobre la idea de que la IED es un garante del bienestar de los países en desarrollo.

Sinani y Meyer (2002) investigan derramas provenientes de transferencias de tecnologías a empresas domésticas en una economía en transición. Los autores se cuestionan acerca de si las derramas son positivas y cual es su magnitud, así como sobre la variación de estas derramas de acuerdo a las características de la empresa doméstica, como son la capacidad de absorción, el tamaño de la empresa, la orientación comercial y la estructura de la propiedad. Su estudio lo basan en un conjunto de datos de empresas de Estonia para el periodo de 1995-1999, utilizando como marco una función de producción para estimar el impacto de la transferencia de tecnología de la IED sobre la productividad de empresas locales. Estas empresas domésticas están conformadas por empresas de propiedad estatal, de capital extranjero y de capital privado. A pesar de que identifica una serie de esfuerzos y de inversiones en activos intangibles, se encuentra que no todas las empresas se benefician de la tecnología avanzada. Las empresas de propiedad extranjera y de propiedad estatal se benefician de las derramas de transferencia tecnológica, pero no las de capital privado domésticas. Sin embargo destaca que solo las empresas de capital extranjero tienen mayores recursos y capacidades administrativas, mejores accesos a financiamientos o mayores y profundos cambios para converger con los competidores extranjeros.

Los estudios econométricos que contradicen la hipótesis de las externalidades, se basan en un análisis de la participación extranjera en los países receptores, buscando

una relación significativa con el incremento de la productividad de las empresas locales. Sin embargo estos estudios consideran que la evidencia de beneficios de derramas es débil. Por lo que no consideran que la IED sea suficiente para incrementar del bienestar de los países en desarrollo. En esta revisión se destaca el enfoque de otros autores quienes cuestionan los factores que explican el incremento de la productividad, tomando en cuenta la posición de la IED para insertarse en sectores más dinámicos, o bien para generar proyectos conjuntos. El estudio de Marín y Bell (2006) plantea un nuevo enfoque respecto a la generación de las externalidades, ya que sustenta que las filiales acumulan capacidades tecnológicas y es de ahí donde se generan las derramas a la economía local, sin embargo no se cuenta con la evidencia suficiente.

Mientras tanto los posibles determinantes que causan la movilidad de los empleados de las EMN, así como la naturaleza del conocimiento que adquieren, no se considera en los estudios revisados, por lo que estos puntos son parte central de esta tesis.

2.2.2.3 Estudios econométricos que diferencian el nivel tecnológico

Con el propósito de encontrar evidencias más contundentes acerca de las externalidades generadas por la IED, se han publicado trabajos que han diferenciado el origen de las posibles derramas de acuerdo al tipo de industria. En ellos se separan las muestras entre grupos de alta y baja tecnología y se re-estiman las ecuaciones. Cantwell (1989) analizando ocho países en el período de 1955-1975 encuentra que la tasa de crecimiento de la producción de las empresas domésticas fue mayor en los países y en las industrias donde las empresas domésticas ya contaban con altos niveles tecnológicos, por lo que considera que las derramas tecnológicas toman lugar principalmente en empresas que inicialmente ya son fuertes tecnológicamente.

Kokko (1994) lleva a cabo un estudio en México con el propósito de investigar de qué forma diferencias en la brecha tecnológica entre empresas afiliadas y domésticas, o bien diferencias en el nivel de complejidad tecnológica, tienen un impacto sobre las derramas observadas, utilizando datos de corte transversal. (Kokko, 1994:291) Los datos son recabados de la dirección de estadísticas de la Secretaría de Industria y

Comercio de México para el año de 1970. Divide la muestra en grupos clasificándolos por el tipo de propiedad, asimismo utiliza tres aproximaciones para cada grupo. Primero considera los derechos de patentes promedio por empleado en cada industria como una aproximación del nivel tecnológico de las afiliadas. Segundo, usa la razón capital/trabajo también como variable aproximada de la tecnología, y tercero, emplea la razón de valor agregado por empleado de las plantas afiliadas y las empresas domésticas, como una aproximación de la brecha tecnológica laboral. La autora concluye que los factores relacionados solo a la tecnología no pareciera que inhiban las derramas. Pero las grandes brechas tecnológicas y las grandes participaciones del mercado si parecieran ser obstáculos para la generación de derramas, dado que se producen desplazamientos de las empresas domésticas, creando grandes enclaves de las afiliadas, donde las tecnologías, los productos y los tamaños de planta son considerablemente diferentes de los utilizados por las empresas domésticas. (Blomström y Kokko, 2003:290-91)

Görg y Ruane (1998) realizan un estudio sobre eslabonamientos entre grandes EMN y pequeñas empresas locales en Irlanda en el sector de la electrónica. Los autores utilizan un modelo en el cual la variable dependiente está definida como la razón de compras de materia prima local entre el total de compras de materia prima al año. Utilizan variables como la nacionalidad, tamaño de la empresa, tiempo, razón de exportación, crecimiento de los insumos totales y una variable ficticia del subsector, como características de la empresa. Asimismo toman como variables independientes, en la estimación, la tasa de crecimiento anual del empleo y el promedio del empleo como aproximación al tamaño de la empresa. Esperan que estas dos últimas variables estén relacionadas negativamente a la cantidad de eslabonamientos al mercado doméstico. Usan los siguientes supuestos: (i) que la gran empresa tenga menos eslabonamientos debido a sus economías de escala, pues esto las hace más autosuficientes que las pequeñas empresas; (ii) el tamaño de la gran empresa puede ser resultado de una integración vertical; y (iii) las tendencias en las grandes empresas a tener un suministro externo de actividades, acompañadas de una disminución en la

producción, hacen probable que las pequeñas empresas tengan mayores eslabonamientos que las grandes empresas. Sus hallazgos reflejan lo esperado, que las grandes empresas tengan menos eslabonamientos que las empresas locales, así como la existencia de diferencias sectoriales en el número de eslabonamientos creados; también concluyen que los eslabonamientos están relacionados positivamente a la edad de las empresas. A pesar de que no llegan a relacionar su estudio con la generación de derramas tecnológicas, estos autores señalan la importancia de avanzar para identificarlas y poder cuantificar cuál es el beneficio que las empresas extranjeras han creado en la economía irlandesa.

Romo (2003) considera que existe un vacío en la literatura. Al analizar los estudios empíricos, estima que han seguido una metodología que, por la naturaleza de los datos, no proporciona información acerca de la forma en que las empresas extranjeras afectan a las empresas locales. El estudio de Romo se basa en el caso de México, y su objetivo es explorar si el flujo de capital extranjero en la década de 1990 tiene el potencial para contribuir al desarrollo de capacidades tecnológicas (Romo, 2003; 231). Utiliza un enfoque metodológico macroscópico-indirecto⁹, bajo el supuesto de que las empresas toman ciertas decisiones de producción con el objetivo de maximizar sus utilidades. Plantea una ecuación para cada uno de los efectos de derrama (efectos de eslabonamiento, efectos de colaboración, efectos de demostración y efectos de entrenamiento) y toma como variables explicativas en términos generales los costos de producción (precio de los factores), la medida de la presencia extranjera dentro de la industria y los costos asociados al suministro de insumos por otras vías. Bajo la hipótesis de que los costos asociados en cada uno de los efectos son función decreciente de la presencia extranjera en la industria, aplica su modelo a tres industrias: fibras químicas, equipo de oficina y productos farmacéuticos. Utiliza datos al nivel de 4 dígitos, tomados de la Encuesta Nacional de Empleos, Salarios, Tecnología y Capacitación en el sector manufacturero (ENESTyC) de 1992 y 1995. A partir de una

⁹ El enfoque macroscópico- microscópico Romo lo toma de Westphal (1990) para evaluar las capacidades tecnológicas, y la distinción en el enfoque directo-indirecto se toma de Blomström et al (2000).

clasificación de los procesos de derramas considera un modelo econométrico para cada una de ellas, no se limita a encontrar la posible existencia de la evidencia por medio de un solo modelo econométrico. Romo (2002:162) concluye en su trabajo de tesis que a pesar de los resultados en los que se encuentra evidencia de derramas, "...no es posible afirmar que la presencia extranjera en una industria tenga relación inequívocamente positiva o negativa con el desarrollo de los canales para transmitir derramas tecnológicas...". A partir de esto, en el análisis de sus recomendaciones de política sugiere apoyar a las empresas nacionales a fin de que puedan adquirir la capacidad de absorber las derramas tecnológicas,

Acerca de los estudios econométricos en los cuales se pretende diferenciar el nivel tecnológico, se observa que el nivel tecnológico de las empresas es determinante tanto para desplazar a las PyME y formar enclaves de grandes empresas. Así como para evidenciar que las derramas de eficiencia se dan más en empresas tecnológicamente más fuertes. Asimismo se manifiesta que el tamaño de empresa y los eslabonamientos no muestran evidencia de derramas tecnológicas. También, algunos autores señalan que existe un vacío dentro de la literatura al no contar con información suficiente para identificar la forma en que las EMN afectan a las empresas locales.

2.3 Evaluación crítica de la literatura sobre la IED y la generación de derramas tecnológicas

En la revisión antes expuesta los estudios teóricos plantean que las derramas tecnológicas se generan por la IED, debido a que es más una producción internacional que solo un intercambio de capital (Hymer, 1976). Asimismo dentro de la nueva teoría del crecimiento endógeno Romer (1986) se plantea que el crecimiento tecnológico es resultado de las inversiones de empresas competitivas en la generación de conocimiento, con la posibilidad de que se generen derramas a las empresas locales. Por esto la literatura sobre las IED y la generación de derramas tecnológicas ofrece un marco analítico para comprender los canales a través de los cuales se espera se transmita la tecnología propiedad de las EMN a las empresas domesticas, incrementando la productividad de estas. A continuación se resumen las principales contribuciones.

- La literatura sobre IED y la generación de derramas tecnológicas considera que las EMN cuentan con ventajas específicas relacionadas a los activos intangibles como: tecnología superior, patentes, secretos comerciales, técnicas administrativas y de mercadeo, que al instalar una filial en otro país, algunas de estas ventajas no se aprovechan por completo generándose externalidades indirectas (derramas) hacia la economía local.
- La literatura sobre IED y la generación de derramas tecnológicas ha hecho una gran contribución al identificar los diferentes canales de difusión ha través de los cuales las empresas domesticas pueden beneficiarse de las derramas generadas por la IED.
- La literatura sobre la IED y la generación de derramas tecnológicas, considera en general que existen dos etapas para que estas sucedan, en la primera se realiza una transferencia tecnológica de la matriz a la filial, y en la segunda etapa se considera que la tecnología se derrama hacia las empresas locales. Marín y Bell

(2006) difieren del esquema anterior ya que señalan que la derrama hacia las empresas locales no se genera a partir de la transferencia internacional de tecnología, sino a partir de la acumulación de capacidades tecnológicas de las filiales.

- La evidencia empírica sobre la IED y la generación de derramas destaca la búsqueda de evidencia de derramas tecnológicas hacia empresas locales, identificando los diversos canales por los cuales las empresas locales se pueden beneficiar. La evidencia, sin embargo, no permite conclusiones debido a la multiplicidad de factores involucrados, aun cuando existe el consenso en la necesidad de incrementar las capacidades de absorción de las empresas locales para capturar los beneficios indirectos provenientes de la IED.

En la revisión llevada a cabo en la sección anterior se destaca la diversidad de metodologías utilizadas para identificar las derramas tecnológicas: estudios de caso con sus variantes en el concepto mismo de las derramas, así como la evidencia en México. También los estudios econométricos que diferencian entre la existencia o no de las derramas tecnológicas así como aquellos modelos econométricos que diferencian acerca de la complejidad de la tecnología.

Dentro de los estudios de caso se considera primordialmente la formación de capital humano como uno de los factores que más ayudan a difundir la tecnología extranjera (Altenburg, 2001; Ritchie, 2002; Fosfuri Motta y Ronde, 2001; Görg y Strobl, 2002). Otros autores en sus estudios no consideran el concepto mismo de derrama tecnológica pero intrínsecamente lo utilizan (Lim y Fong, 1982; Gershenberg, 1987; Hobday, 1995), en estos estudios también se consideran los efectos demostración y los eslabonamientos entre las EMN y las empresas locales. El estudio de Hobday es el estudio más exitoso y el más acabado, al mostrar la forma en la que se desarrolla una economía local.

Los estudios que muestran la evidencia en México, revelan una tendencia por buscar dicha evidencia en la formación del capital humano (Hualde, 2001), en sus

características, en la formación de empresas exitosas por exempleados de las EMN (Woo, 2001; Carrillo, 2001), en la formación de eslabonamientos hacia atrás de la cadena entre las EMN y empresas locales formadas por exempleados de las EMN (Vera-Cruz, Dutrénit y Gil, 2003) así como en la formación de capacidades tecnológicas y empresariales diferenciando por la experiencia laboral dentro o fuera de las EMN (Vera-Cruz y Dutrénit, 2005)

A diferencia de los estudios de caso los estudios econométricos tanto los que contradicen o sustentan la hipótesis de derramas, se dirigen a encontrar si existe un efecto en el incremento de la productividad de las empresas locales por la presencia de las EMN, destacándose que con este tipo de información es difícil poder evidenciar el tipo de derramas, pues solo es posible resaltar la existencia de una relación positiva. Los estudios enmarcados en esta revisión, resaltan la estrategia de capacitación que siguen las EMN a través del tiempo y su importancia en el flujo de conocimientos a la economía local vía la movilidad de los empleados a empresas locales, o bien vía la formación de empresas, en nuevos nichos de negocios o en nichos de proveeduría a las mismas EMN, así como de las motivaciones que llevan al desplazamiento de los empleados de las filiales al mercado local. Sin embargo dicha evidencia no muestra la formación de este capital humano. Dentro de los estudios econométricos se resaltan aquellos estudios que apoyan la hipótesis de las externalidades (Blomström y Persson, 1983; Markusen y Venables, 1997; Branstetter, 2000; Barrios, 2002; Marín y Bell, 2003 y 2006; Bitzer, Geishecker y Görg, 2007), de aquellos estudios que contradicen la hipótesis de externalidades (Haddad y Harrison, 1991; Aitken y Harrison, 1999; Sinani y Meyer, 2002). Por último se tienen aquellos estudios que resaltan las derramas tecnológicas donde el nivel tecnológico es importante (Kokko, 1994; Görg y Ruane, Romo, 2003).

De lo anteriormente expuesto se tiene que existe una mezcla de resultados donde no es posible encontrar una relación universal como lo señalan Lipsey y Sjöholm (2005), quienes consideran que el tipo de datos no hace la diferencia para encontrar la evidencia. También se debe resaltar que las diferencias existentes en los

eslabonamientos verticales, se atribuyen a las diferencias en las capacidades de absorción de las empresas locales, destacándose la existencia de mayores eslabonamientos hacia atrás de la cadena de valor entre las EMN y las empresas locales (Bitzer, Geishecker y Görg, 2007).

El presente trabajo de tesis se basa en las contribuciones mencionadas. Sin embargo aún cuando la literatura ha contribuido significativamente a la comprensión de la IED y la generación de derramas, todavía hay una serie de temas que han recibido poca atención y requieren mayor investigación, ya que las derramas tecnológicas siguen tratándose como una caja negra, debido a que no se conocen a detalle los determinantes de su generación, argumentándose la falta de datos apropiados. Dentro de las carencias en estos estudios es que suponen:

- Que la tecnología de las EMN es una tecnología superior, sin embargo los estudios no identifican ni la estrategia de capacitación en el tiempo ni la naturaleza del conocimiento asociada a dicha capacitación.
- No se identifican otros determinantes asociados a la movilidad de los empleados de las EMN llevándose todo o parte del conocimiento adquirido a la economía local.

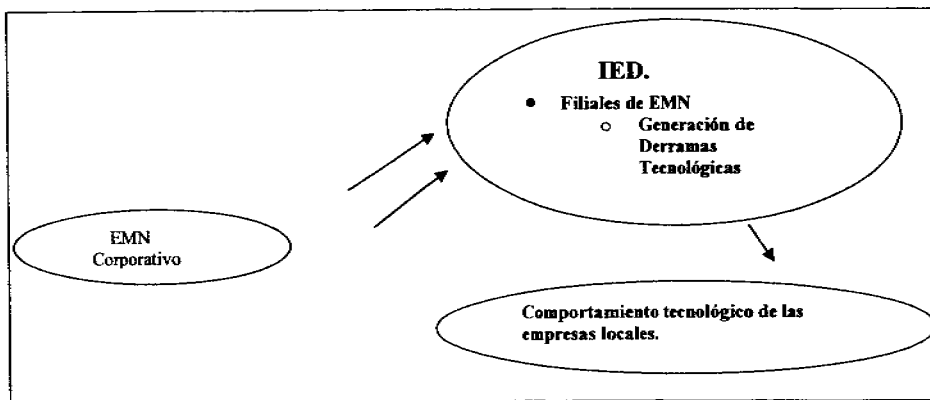
Es por eso que este es el tema de este trabajo de tesis, mostrar cual es el tipo de estrategia en la capacitación de los empleados de filiales de EMN a través del tiempo, identificar la naturaleza del conocimiento dentro de esta estrategia, así como identificar y evidenciar las motivaciones que dan lugar a esta movilidad, en una región al norte de México, un país en desarrollo.

A diferencia del modelo planteado por Fosfuri, Motta y Ronde (2001) donde plantea la existencia de derramas pecuniarias que inhiben la movilidad de los empleados de las EMN, en este trabajo de tesis se pretende identificar otras motivaciones de los empleados de las filiales, asimismo se identifica y discute la naturaleza de la capacitación proporcionada por las EMN, aspectos que han sido poco tratados dentro

de la literatura, ya que dada la naturaleza de la información, estos aspectos no han sido estudiados ampliamente.

En esta investigación se discuten estos temas y se busca analizar las características intrínsecas de las derramas tecnológicas originadas por la presencia de la IED, tomando en consideración las estrategias de capacitación a través del tiempo, la naturaleza del conocimiento adquirido así como las motivaciones para desplazarse fuera de las filiales de las EMN. El énfasis que pone la literatura sobre la IED en la generación de derramas tecnológicas se resume en la figura 2.1.

Figura 2.1 Diseño Conceptual subyacente a la literatura sobre IED y la generación de derramas tecnológicas.



En esta investigación se discuten estos temas y se busca analizar las características intrínsecas de las derramas tecnológicas originadas por la presencia de la IED, tomando en consideración las estrategias de capacitación a través del tiempo, la naturaleza del conocimiento adquirido así como las motivaciones para desplazarse fuera de las filiales de las EMN. El énfasis que pone la literatura sobre la IED en la generación de derramas tecnológicas se resume en la figura 2.1.

Este trabajo de tesis se basa en el modelo subyacente en esta literatura para construir un marco conceptual que permita explicar la variabilidad en la generación de las

derramas tecnológicas debidas a la movilidad del personal de las EMN, el marco conceptual utilizado en este trabajo se presenta en el capítulo 3.

CAPITULO III

Procesos de aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas: una revisión de la literatura.

Este trabajo de tesis tiene como objetivo el estudio de las derramas tecnológicas generadas por la IED, específicamente representada en la IME, y su relación con la construcción de capacidades tecnológicas en empresas locales, específicamente las empresas de maquinados de precisión de Ciudad Juárez.. A partir de este objetivo, en este capítulo se lleva a cabo una revisión de los estudios que señalan los aspectos más importantes en la construcción y acumulación de capacidades tecnológicas en los países en desarrollo, con la finalidad de discutir las contribuciones a este cuerpo de literatura en los últimos 35 años.

El capítulo se estructura de la siguiente forma, en el apartado 3.1 se discute el cuerpo analítico sobre la construcción y acumulación de capacidades tecnológicas. En la sección 3.1.1 se destacan los orígenes del cuerpo analítico, el cual se inicia a finales de la década de 1970 y principios de los 1980, como consecuencia del desarrollo tecnológico observado en diversos estudios llevados a cabo en países en vías de desarrollo. A partir de estos estudios surgen nuevas direcciones que cambian la perspectiva en el estudio de la tecnología del enfoque neoclásico, que es esencialmente un enfoque estático. En este periodo se observa una nueva orientación hacia un enfoque dinámico, "...sobre como las tecnologías cambian en el tiempo.." (Stewart y James, 1982; 1). En el apartado 3.1.2 se discuten las taxonomías orientadas a clasificar las funciones técnicas y el nivel de las diferentes capacidades tecnológicas. En el apartado 3.1.3 se consideran otras contribuciones, entre éstas destacan la perspectiva de la organización de la producción, la sección 3.1.3.2 considera los estudios que se han orientado hacia la búsqueda de la relación entre las capacidades tecnológicas y el desempeño en las empresas, la sección 3.1.3.3 analiza los estudios

orientados al aprendizaje organizacional y a la cultura organizacional por último, en la sección 3.1.3.4 se evalúa de manera crítica la literatura sobre el aprendizaje y la acumulación de capacidades tecnológicas en las grandes empresas.

En el apartado 3.2 se discuten los trabajos orientados al estudio de la acumulación de capacidades tecnológicas en las PyME y las aglomeraciones industriales. Si bien parte de la literatura surge en la década de 1980, es hasta la década de 1990 que los estudios consideran a las aglomeraciones industriales de las PyME, como una posibilidad de acumular capital y habilidades por medio de la eficiencia colectiva. En la sección 3.3 se continúa con la revisión de los trabajos que han identificado diferentes grados de construcción de capacidades tecnológicas tanto al nivel de la empresa como al nivel de la industria, utilizando diversos indicadores y diferentes técnicas estadísticas, destacándose los estudios que han intentado buscar la existencia de relaciones entre la construcción de estas capacidades tecnológicas y las derramas tecnológicas. Por último en la sección 3.4 se presentan las conclusiones del capítulo.

3.1 Construcción y acumulación de capacidades tecnológicas

En este apartado se discuten algunos estudios empíricos sobre los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en las empresas tardías¹⁰, que dan lugar a un cuerpo analítico. Se inicia con los orígenes del cuerpo analítico, finalizando con la construcción de indicadores para medir los diferentes niveles de capacidades tecnológicas.

3.1.1 Los orígenes del cuerpo analítico

A finales de la década de 1970 se inicia un nuevo enfoque de la investigación sobre la tecnología en los países en desarrollo. En este nuevo enfoque se observan los cambios tecnológicos en el tiempo, desplazando la investigación de lo estático (enfoque neoclásico) a lo dinámico (Katz, 1976; 59; Stewart y James, 1982; 1-3; Herbert-Copley,

¹⁰ la palabra "Latecomer firm", se traduce en el texto como "empresa tardía".

1990). Se observa que este cambio tecnológico se sustentó en inversiones conscientes que permitieron el desarrollo de procesos de aprendizaje dentro de las empresas.

Los estudios desarrollados en este período brindan una gran evidencia empírica acerca de los procesos de aprendizaje al nivel de la empresa, y dan origen a la literatura sobre el aprendizaje y la acumulación de capacidades tecnológicas (Vera- Cruz, 2000; 8). Un grupo de estudios de caso llevados a cabo en Latinoamérica de 1976 a 1982, fueron patrocinados por la CEPAL/BID/IDRC/UNDP¹¹. Bajo este programa de investigación sobre ciencia y tecnología, se examina el cambio técnico en plantas acereras de Argentina, Brasil y México, así como en industrias del tabaco, del cemento, de la construcción y una planta de Rayón en Argentina. Katz (1987) resume parcialmente los resultados de algunas de las investigaciones llevadas a cabo bajo el auspicio de este programa. Estos estudios tratan la relación entre los esfuerzos para la generación de tecnología en los países menos desarrollados y nuevas capacidades de exportación tecnológica, debidas a esfuerzos tecnológicos desarrollados por las empresas domésticas, al adaptar las tecnologías extranjeras a las condiciones del mercado local.

En estos estudios también se resalta que la " *nueva tecnología*" desarrollada en algunos países en vías de desarrollo es aceptada en mercados externos, obteniendo rentas por medio de mecanismos, como por ejemplo la exportación de productos o servicios, los cuales ya incorporan las nuevas características del conocimiento técnico. Uno de los muchos aspectos de interés en los estudios presentados por Katz, muestra que dentro de las PyME, las actividades generadoras de conocimientos son implementadas por los propietarios. Esto se asocia a que en las etapas tempranas de su desarrollo las PyME carecen de una estructura organizacional formal, que se debe principalmente a la falta de recursos para formalizar esta estructura. Esto demuestra la importancia de la experiencia y el conocimiento tecnológico del propietario en este tipo de empresas. (Katz, 1987; 32-47)

¹¹ Comisión Económica para América Latina (CEPAL), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (UNDP), Centro de Investigación y Desarrollo Internacional (IDRC). Varios de estos estudios se publicaron en documentos de trabajo de la CEPAL. En Katz (1987), en el apéndice, aparecen las fechas de publicación de los documentos de trabajo

Otra serie de estudios fueron patrocinados por el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo¹² los cuales se orientaron al estudio de la adquisición de capacidades tecnológicas en países semiindustrializados como Brasil, México, India, Corea y Taiwán (Dahlman, Ross-Larson y Westphal, 1987; Lall, 1987; Amsden, 1989). Estos estudios también mostraron que los países en desarrollo no eran recipientes pasivos de la tecnología, sino que su papel era más activo en relación a la tecnología importada, ya que se involucraban en su asimilación, dominio, adaptación y creación sustentada en procesos de aprendizaje. (Herbert-Copley, 1990; 1458), aspecto que Lall (1982) ya había detectado.

A partir de los estudios llevados a cabo en los setentas en empresas acereras latinoamericanas, se mostró la existencia de incrementos sistemáticos en la producción con respecto a la capacidad instalada. El caso más sobresaliente fue el estudio llevado a cabo por Dahlman y Fonseca (1987) en la acerera USIMINAS en Brasil. Esta empresa logró niveles de "agrandamiento" de la producción con la misma capacidad instalada de hasta el 200%, por medio de esfuerzos locales orientados al diseño y la construcción de equipamiento. Estos niveles de producción se lograron en respuesta a situaciones de crisis tanto internas (financieras) como externas (de políticas) a esta compañía (Dahlman y Fonseca, 1987; 163; Maxwell y Teubal, 1980; Maxwell, 1981).

A partir del estudio de la Acerera USIMINAS se identificó que las capacidades necesarias para adquirir, asimilar, usar, cambiar, adaptar o crear tecnología se centraban en tres categorías: capacidades de inversión, capacidades de producción y capacidades de innovación (Dahlman, Ross-Larson, Westphal, 1985; 5). Asimismo, se mostró que la acumulación de dichas capacidades eran explicadas parcialmente por la experiencia productiva (aprendizaje haciendo) y por inversiones conscientes, debido a que la participación de la administración en la toma de decisiones tanto en recursos como en el entrenamiento del personal, en cambios organizacionales y en la asistencia técnica permitían incrementar el nivel de la producción, sustentada en estos procesos

¹² Algunos de estos trabajos fueron publicados en la revista *World Development* edición especial mayo/junio 1984.

de aprendizaje.(Dahlman y Fonseca, 1987; Dahlman, Ross-Larson y Westphal, 1987; Vera-Cruz, 2000: 9)

Dahlman y Fonseca (1987) resaltaron también el surgimiento de "presiones internas" en la empresa, debido a que al realizar mejoras en una parte del proceso, a fin de lograr incrementos en la productividad, se creaban necesidades o ajustes en otra parte del mismo proceso. Estas presiones se consideraron como consecuencia de los procesos de aprendizaje. (Herbert-Copley, 1990; 1460). Asimismo, al igual que Katz (1984:26-33), Dahlman y Fonseca (1987) destacaron las diferencias existentes en los modos de organizar la producción, entre la producción con procesos continuos y la producción sustentada en lotes (como en el sector de la metalmecánica). Subrayaron que en la producción en lotes debido a lo heterogéneo del proceso, los esfuerzos se orientan hacia las innovaciones en los productos, con el fin de diversificar la mezcla de productos y de mejorar la calidad de los mismos. Mientras que en los procesos de producción continuos los productos se encuentran estandarizados por lo que los esfuerzos técnicos se orientan más hacia la innovación del proceso. (Dahlman y Fonseca, 1987:165-172; Herbert-Copley, 1990; 1460-62).

Respecto a los procesos de aprendizaje asociados a la acumulación de capacidades tecnológicas, Bell (1984) identificó en que medida el aprender-haciendo contribuye a incrementar la capacidad tecnológica comparada con otros mecanismos. Bell (1984) señaló la importancia de la experiencia del personal en algunas de las fases de los procesos de maduración de las empresas, pero también muestra que el "aprender-haciendo" no puede ser el único mecanismo para aumentar los cambios en la capacidad de las empresas. Para sustentar sus observaciones analiza los estudios desarrollados en las acereras de Acindar en Rosario Argentina, la de USIMINAS en Brasil, los estudios de Amsden (1977) en la industria taiwanesa de máquinas herramientas, y el estudio de Fransman (1981) en Hong Kong. Su análisis le permite señalar que con el aprendizaje-haciendo es posible alcanzar ciertos niveles de producción. Pero para lograr alcanzar niveles más importantes y una mayor evolución de la misma industria, es necesario adquirir nuevos conocimientos por fuera de la

industria. El autor menciona que es necesario realizar un esfuerzo para adquirir esa capacidad tecnológica adicional (esfuerzo explícito de aprendizaje), el cual es en parte inducido por la necesidad de responder a los estímulos por cambio técnico. Bell (1984) considera que los procesos que tienen como consecuencia un aprendizaje son aquellos derivados del entrenamiento, de la contratación de expertos, de los cambios y adaptaciones de la tecnología importada, así como de la búsqueda de soluciones tecnológicas en el mercado. Debido a lo anterior plantea la necesidad de llevar a cabo inversiones explícitas en procesos de aprendizaje, para acumular capacidades tecnológicas.

Estos estudios permitían inferir la construcción y acumulación de capacidades tecnológicas, en diferentes sectores productivos en países en desarrollo. Estos estudios estuvieron más orientados hacia la identificación de los factores que favorecieran la acumulación tecnológica, las habilidades de los recursos humanos, y la consideración de las crisis internas de la empresa como posibles fuentes para el desarrollo de los esfuerzos. Sin embargo, al basarse en estudios de caso, no permitían realizar generalizaciones, debido a la falta de elementos que permitieran comparaciones adecuadas con la misma metodología y el mismo marco. Pero permitían profundizar en el conocimiento de algunos de los factores que estimulaban la creación de procesos de aprendizaje y la acumulación de capacidades tecnológicas en los países en desarrollo (Figuereido, 1999). La literatura sobre el aprendizaje y la acumulación tecnológica había concentrado su atención en demostrar la existencia de un proceso secuencial evolutivo de acumulación de capacidades tecnológicas en el tiempo, procurando identificar generalidades en patrones de comportamiento. Vera-Cruz (2000:10)

A partir del conjunto de los estudios antes señalados se inicia una serie de definiciones del concepto de capacidades tecnológicas, Westphal, Kim y Dahlman (1985:171) definen las capacidades tecnológicas como "... *la habilidad de hacer uso efectivo del conocimiento tecnológico...*" Habiendo utilizado con antelación el concepto de *esfuerzo tecnológico* (Dahlman y Westphal, 1982; Lall, 1987) o el de *capacidad tecnológica* utilizado por Bell (1984), Scott-Kemmis y Bell (1985) y (Katz, 1987). Posteriormente el

concepto evolucionó para incluir de manera explícita la generación y administración de cambio tecnológico; en este sentido Bell y Pavitt (1995: 71) definen las capacidades tecnológicas como *"... las capacidades para generar y administrar cambio en las tecnologías utilizadas en la producción, y estas capacidades están basadas mayormente sobre recursos especializados,...(los cuales) necesitan ser acumulados por medio de inversiones deliberadas -un problema de administración-.* Asimismo, a partir de una serie de procesos de "alcance" de algunas empresas asiáticas, Kim (1997: 4) resaltó la habilidad para crear un nuevo conocimiento al definir a las capacidades tecnológicas como *"... la habilidad de hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico a fin de asimilar, usar, adaptar y cambiar las tecnologías existentes. Permitiendo crear nuevas tecnologías y desarrollar nuevos productos y procesos en respuesta a cambios en el ambiente económico..."*. Kim indica que esto denota un dominio operacional del conocimiento, por lo que señala que el término "capacidad tecnológica" se utiliza también como "capacidad de absorción", en el sentido establecido por Cohen y Levinthal (1990). La característica que marca a estos estudios es que muestran toda una secuencia evolutiva de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas, en los países en desarrollo.

3.1.2 La construcción de taxonomías

En este apartado se discuten algunos estudios en los que se plantean taxonomías para diferenciar las diversas categorías de capacidades tecnológicas. Lall (1992) revisa la naturaleza de la actividad tecnológica en los países en desarrollo, y toma en consideración las intervenciones gubernamentales orientadas a fortalecer el desarrollo tecnológico e industrial, y al mismo tiempo las teorías evolutivas de Nelson y Winter (1982), para señalar que el conocimiento tecnológico no es compartido igualmente por las empresas, ya que éstas no operan en una misma función de producción. Lall llega a la conclusión de que la imitación y la transferencia no son tareas fáciles puesto que también se requiere de un aprendizaje debido a lo tácito de la tecnología. Pues para que la empresa receptora logre dominio sobre una nueva tecnología, se requieren habilidades, esfuerzos e inversiones. Lall considera que las empresas actúan solo sobre

un punto específico y no en una función de producción, por consiguiente su progreso técnico está localizado alrededor de este punto además de estar sustentado sobre sus propios esfuerzos, sus habilidades y experiencias (Atkinson y Stiglitz, 1969). Así, para Lall (1992:166), "las diferencias en esfuerzos y dominio tecnológicos al nivel de la empresa varían de acuerdo al mercado, la industria, el tamaño de la empresa y el nivel de desarrollo o de las estrategias seguidas. El autor define al cambio tecnológico (al nivel de la empresa) como un proceso continuo para crear o absorber conocimiento técnico, parcialmente determinado por insumos externos y parcialmente por acumulación de habilidades y conocimientos. Asimismo considera que la innovación se define de manera más amplia a fin de cubrir todos los tipos de esfuerzos de búsqueda y mejora. En su discusión Lall (1992) reflexiona que, desde el punto de vista de la empresa, existe poca diferencia en los esfuerzos para mejorar el dominio tecnológico, adaptar la tecnología a nuevas condiciones, mejorarla ligeramente o mejorarla muy significativamente". Lall (1992) desarrolló una taxonomía a partir de los trabajos de Katz (1984, 1987), Dahlman, Ross-Larson y Westphal (1987) y Lall (1987). Esta taxonomía es una matriz de las funciones técnicas. En las columnas se involucran las funciones técnicas de inversión y de producción. En los renglones se clasifica el grado de complejidad o dificultad del tipo de actividad de la cual surge la capacidad (Lall, 1992:167-168). Entre las funciones técnicas se encuentran las capacidades de inversión, a las cuales define como las habilidades necesarias para identificar, preparar, obtener tecnología para, diseño, construcción, equipo, personal, el establecimiento de una facilidad (o también una ampliación). Estas capacidades determinan el costo del capital para el proyecto, la escala, la mezcla de productos, el equipo y tecnología seleccionada, así como la comprensión de las tecnologías básicas implicadas, afectando la eficiencia de operación futura de la planta. (Lall, 1992:168; 1996:306). Lall (1992) divide las capacidades de producción en tres categorías: básicas (control de calidad, operación y mantenimiento), avanzadas (adaptación, mejora o agrandamiento del equipo), demandantes (investigación, el diseño e innovación), estas se aplican tanto a las tecnologías de proceso como a las tecnologías de producto. Las capacidades de eslabonamiento las define como las habilidades necesarias para

transmitir información, habilidades y tecnología para y de proveedores de componentes y de materia prima, subcontratistas, consultores, empresas de servicio e instituciones de tecnología. Asimismo señala que la competencia internacional puede ser el más potente inductor de habilidades y actualización de tecnologías. En sus conclusiones destaca la importancia de la inversión extranjera en proveer tecnología y habilidades a las empresas locales, resaltando también que las filiales son receptoras de los resultados de la innovación, y no son parte del proceso innovativo.

Hobday (1995) describe la trayectoria seguida por las empresas del sudeste asiático (República de Corea, Taiwán, Singapur y Hong Kong), principalmente en el sector electrónico, para lo cual se apoya en el modelo de Wortzel y Wortzel (1981)¹³. En su estudio analiza la evolución de estas empresas desde su etapa inicial, como proveedores y fabricantes de partes originales (OEM), pasando por el aprendizaje necesario para crear sus diseños propios (ODM), hasta tener su propia marca comercial (OBM). Hobday, a partir del concepto de empresa tardía, ilustra cómo y porqué las empresas locales del sudeste asiático forjan relaciones con empresas foráneas, tanto fabricantes como compradoras de bienes, en su búsqueda por acceder a la tecnología y a los mercados de exportación. Asimismo, Hobday muestra evidencia de lo importante que ha sido la influencia tecnológica del Japón y de los Estados Unidos de Norteamérica, en la región del sudeste asiático. Japón ejerció una influencia significativa en el desarrollo económico de la región, y ambos países fueron fuentes tecnológicas así como grandes mercados para los productos manufacturados en la región. Hobday también destaca diferentes arreglos organizacionales que permitieron a las empresas asiáticas adquirir dicho conocimiento como la subcontratación, los joint-ventures, los licenciamientos tecnológicos y el entrenamiento fuera de la región.

Bell y Pavitt (1995) realizan mejoras a la taxonomía de capacidades tecnológicas al nivel de la empresa por función técnica, para lo cual se apoyaron en los estudios

¹³ El modelo planteado por Wortzel y Wortzel (1981): Es un modelo simple de mercadotecnia, el cual muestra las etapas de las nuevas economías exportadoras, desde proporcionar servicios de ensamble intensivos en mano de obra evolucionando hasta la exportación de bienes avanzados.

desarrollados por Dahlman y Westphal (1982; 117) Westphal, Kim y Dahlman (1985); Dahlman, Ross-Larsen y Westphal (1987), Katz (1984) y en la taxonomía de capacidades tecnológicas desarrollado por Lall (1987,1992). Bell y Pavitt (1995) clasificaron a las empresas de acuerdo a sus capacidades tecnológicas. Para llevar a cabo dicha clasificación elaboraron una tabla, en las columnas ubican cuatro funciones técnicas como las actividades de inversión, las actividades de producción, y las de soporte¹⁴. Bell y Pavitt (1995:83) definen a las actividades que se incluyen en las dos primeras columnas de su tabla *"... como funciones primarias: generando cambio técnico y administrando su implementación durante proyectos de inversión relativamente grandes, para crear nuevos sistemas de producción, tales como nuevas plantas o líneas de producción, adiciones a la capacidad de plantas existente, y generando y administrando cambio técnico durante las actividades de producción llevadas a cabo en la vida de post-inversión de las facilidades de producción..."*. En la tercera columna se consideran a las actividades de soporte, las cuales se dividen en actividades relacionadas con la vinculación e interacción con otras firmas e instituciones, y la producción de bienes de capital y elementos que evidencien la nueva tecnología creada localmente. Bell y Pavitt ubican los niveles tecnológicos de las empresas en los renglones de su tabla, un nivel básico de capacidades permite únicamente contribuciones menores e incrementales al cambio tecnológico, pero a niveles intermedios y avanzados, las capacidades tecnológicas resultan ser sustanciales, y con ambiciosas contribuciones al cambio.

Para Albu (1997), la taxonomía de Bell y Pavitt (1995) se enfoca al ciclo de aprendizaje como un aspecto lineal. Albu considera que el ciclo de aprendizaje involucra un movimiento hacia adelante y hacia atrás entre el hacer (acción) y el pensar (teoría). Albu (1997) también considera que se requiere de un cierto grado de retroalimentación sistemática de este ciclo, el cual se aplica a las organizaciones que analizan sus fortalezas y debilidades, planean estratégicamente, y por consiguiente son más

¹⁴ Vease Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2003) para un análisis crítico de esta taxonomía y su aplicación a tres casos en México.

propensas a aprender y mejorar una vez que se encuentran como solucionadores de problemas, reaccionando constantemente a eventos externos.

Dutrénit (2000), apoyada en el enfoque de Kim (1997) sobre los aspectos positivos de los procesos de aprendizaje dentro de la empresa, se enfoca a estudiar Vitro, la empresa mexicana fabricante de vidrio, con el objetivo de analizar lo que identifica como "características del proceso de transición", una etapa medular del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas. Pretende identificar las barreras a las que se enfrenta la empresa para completar el proceso, que comprende desde la etapa de construcción de una base mínima esencial de conocimiento hasta la construcción de capacidades estratégicas. En su estudio describe procesos de aprendizaje desiguales, influenciados por diferentes factores, entre los que se encuentran los esfuerzos limitados para convertir el conocimiento individual a organizacional, diferencias entre las estrategias de aprendizaje, la falta de coordinación, así como una limitación en la integración del conocimiento a través de las fronteras organizacionales y en la inestabilidad en los procesos de creación de conocimiento.

Figura 3. 1 Matriz de capacidades tecnológicas: un marco teórico ilustrativo

Niveles de Capacidades	Funciones Técnicas Primarias				Funciones Técnicas de Soporte	
	Inversión		Producción		Vinculación externa	
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Centrada en los procesos y organización de la producción	Centrada en el producto	Vinculación externa	Producción de bienes de capital
Capacidades Operativas Básicas	Estimación de desembolsos	Planación del protocolo de preparación del protocolo	Operación rutinaria y mantenimiento básico de instalaciones. Mejora de la eficiencia a partir de la experiencia en tareas existentes	Replica de especificaciones y diseños hijos. 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	Replica simple de especificaciones de planta y maquinaria
Capacidades tecnológicas innovativas: capacidades para generar y administrar el cambio técnico						
Capacidades Innovativas básicas	Monitoreo activo y control de: -selección de factibilidad tecnológica/ 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	Copia de nuevos tipos de planta y maquinaria adaptación simple de diseños y especificaciones ya existentes
Capacidades innovativas Intermedias	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 estramiento 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, calidad y abastecimiento local	Mejoras menores a partir de ingeniería inversa. Diseño original de planta y maquinaria

Niveles de Capacidades	Funciones Técnicas Primarias			Funciones Técnicas de Soporte		
	Inversión	Producción	Producción	Vinculación externa	Producción de bienes de capital	
Capacidades innovativas avanzadas	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Centrada en los procesos y organización de la producción	Centrada en el producto	Vinculación en desarrollos tecnológicos con proveedores, clientes y socios	I+D orientada a establecer especificaciones y diseño de nuevas plantas y maquinaria
	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 relacionadas		

Fuente: Bell y Pavitt (1995) adaptada de Lall (1992)

3.1.3 Otras contribuciones

3.1.3.1 La perspectiva de la organización de la producción

En la década de los 80s cambia el entorno económico de las empresas latinoamericanas, por la apertura de mercados locales antes protegidos y por el término de las políticas de sustitución de importaciones. Estos cambios originan que los competidores foráneos ejerzan otro tipo de presiones sobre las empresas locales, como consecuencia, las empresas locales llevan a cabo cambios en la organización de la producción. Diversos autores estudian este proceso de reestructuración (Humphrey, 1993; Kaplinski, 1994; Humphrey, 1995; Bessant and Kaplinski, 1995; Fleury, 1995; Meyer-Stamer, 1995; Carrillo, 1995) y exploran como las técnicas japonesas de administración, incorporadas en diferentes técnicas de producción, como los principios de justo a tiempo, control total de la calidad y administración total de la calidad, se pueden incorporar en las compañías locales. Estos estudios consideran que las diferencias en el desempeño de las empresas occidentales, comparado con el desempeño de las empresas japonesas, se atribuyen más a las diferencias existentes en los sistemas organizacionales.

Durante esta época de transición, también surgen algunas técnicas para el mejoramiento de la producción y para el diseño del producto, como son la planeación del requerimiento de materiales, la manufactura asistida por computadora (CAM) y el diseño asistido por computadora (CAD). El conjunto de estas técnicas forzó a las empresas de los países en desarrollo a ser eficientes y conscientes de la calidad de sus procesos de manufactura, así como de la calidad de sus productos, ya que bajo estas técnicas la producción requiere que se lleve a cabo con un mínimo de inventarios (Amsden, 1989). Posteriormente, a finales de la década de los 90s, otros autores señalan que las técnicas orientadas a la implementación de la calidad, permiten identificar aspectos clave de la organización de la producción, que contribuyen a la socialización y a la codificación del conocimiento. (Figuereido, 1999; Villavicencio y Salinas, 2002).

Hasta mediados de la década de los 1990 la literatura sobre las capacidades tecnológicas descartaba la importancia de las diferencias organizacionales, que permanecían sin ser exploradas, las cuales se atribuían como un factor en las diferencias en el desempeño entre empresas del mismo sector. (Tremblay, 1994:2). Una de las limitaciones de los estudios en donde se destacan los sistemas organizacionales se centra en el hecho de que se trata a las prácticas organizacionales como meras técnicas, y no como sistemas que involucran al “conocimiento” a las formas del aprendizaje. Pero estos estudios estimularon a indagar sobre los aspectos organizacionales involucrados en la acumulación de las capacidades tecnológicas, así como al análisis de los factores involucrados en la implementación de dichas técnicas. (Dutrénit, 1998; Figuereido, 1999)

Humphrey (1995a:1-7) señaló la existencia de cambios organizacionales debidos a que las industrias de manufactura se enfrentaban al reto de la competitividad, provocado por la apertura de los mercados protegidos. Por lo que avizoró que los cambios en la organización de la producción, así como en las nuevas formas de cooperación entre empresas, eran la vía para enfrentar estos retos. Humphrey (1995b) mostró las evidencias de lo anterior en una serie de estudios en empresas en países en desarrollo acerca del uso de técnicas y principios de organización. Estas transformaciones en las organizaciones obedecieron a la implementación de los modelos industriales, como el Italiano¹⁵ planteado por Piore y Sabel (1984), el modelo japonés, conocido como el modelo Toyota, planteado por Womack, Jones y Ross (1990), en los cuales se toma en consideración la producción esbelta, la cual tiene como elementos clave: el justo a tiempo (JIT) y la administración total de calidad (TQM) en la estrategia de manufactura.

Para Humphrey (1995b:150) la producción esbelta involucra tres transformaciones relacionadas entre sí, la primera considera la reorganización de la producción con la aplicación de líneas JIT/TQM, la segunda considera al diseño y la tercera toma en

¹⁵ Conocido como el modelo de Emilia, el cual considera las aglomeraciones industriales y es tratado posteriormente.

cuenta nuevas relaciones con proveedores. Estas transformaciones dentro de la organización de la producción son las que mantienen un nuevo sistema de producción, poniendo énfasis en el papel proactivo de la administración de las grandes empresas, quienes deben reorganizar su producción, el diseño y el desarrollo de cadenas de proveeduría a menudo, incluso con empresas con las que han mantenido relaciones de largo plazo. Sin embargo, basado en el análisis de Fleury (1995), (Humphrey, 1995b:150) considera que con respecto a la difusión y adopción del JIT/TQM las empresas solo pueden competir con base en la calidad, flexibilidad, y tiempos de entrega, si tienen la organización de la producción básica así como un control de costos en operación. Asimismo, las empresas con un largo historial de análisis y control de costos, estarán en una fuerte posición para implementar ciertos aspectos del JIT/TQM. (Humphrey, 1995b:156)

Kaplinsky (1995) hace una distinción entre la adopción aislada de las técnicas de administración japonesas, o bien su adopción en un paquete integrado como parte de un sistema de producción, además analiza la existencia de obstáculos específicos para adoptar estas técnicas en los países en desarrollo, así como en su aplicación sistemática. Para ello analiza diferentes estudios de caso llevados a cabo en América Latina, India y Zimbabwe. A partir de estos estudios de caso considera de suma importancia tres factores específicos para la adopción sistemática de estas técnicas: los recursos humanos, la cooperación inter firma y la administración. Asimismo Kaplinsky (1995) identifica algunos factores que promueven o catalizan la adopción de técnicas japonesas de administración (JMT) en los países en desarrollo. Primero, el liderazgo de los altos ejecutivos, quienes luchan dentro de las empresas por la introducción de nuevas formas de organización; segundo, el medio competitivo, debido a los cambios generados en las políticas comerciales. Debido a estas modificaciones, varias empresas entran en mercados de exportación alterando los patrones de organización de su producción para alcanzar altos niveles de calidad. Un tercer factor esta orientado a los requerimientos de calidad de los clientes, pues se observó que las grandes empresas demandan de sus proveedores locales altos niveles de calidad, forzándolos

en ocasiones a la implementación de los procedimientos de ISO 9000. Un cuarto factor es el efecto demostración, donde se considera el aprendizaje generado por las visitas a otras plantas, lo que se ha denominado como Benchmarking. Un último factor implica las tasas de interés, las cuales son ligeramente elevadas en los países en desarrollo, lo cual ha sido un incentivo para minimizar los inventarios, abriendo la posibilidad para una mayor extensión de la utilización de las técnicas JMT. Por otro lado, Kaplinsky (1995:64) enumera las especificidades que restringen la adopción de las técnicas de administración japonesa en los países en desarrollo, por ejemplo los recursos humanos, los cuales son considerados como escasos y de bajo nivel educativo. Pero menciona que existen excepciones, por ejemplo la planta de la Ford en Hermosillo, México, la cual se instala en un área en la que existe una multiplicidad de instituciones de educación y capacitación. Debido a ello se reconoce que la fuerza laboral tiene relativamente una alta educación. Kaplinsky (1995) considera que de acuerdo a la evidencia empírica en la adopción de las técnicas japonesas, el factor educativo es un factor que puede considerarse despreciable. Otro factor señalado que puede restringir la difusión y adopción de las técnicas JMT es el entrenamiento intrafirma, observándose que es un factor incluso más importante que la educación formal en la implementación exitosa de estas técnicas. En el análisis de Kaplinsky (1995) sin embargo el estudio se circunscribe a ejemplos de grandes empresas filiales como por ejemplo Ford, Xerox y Hewlett Packard, establecidas en países en desarrollo, en las cuales se resalta la brecha existente entre las empresas asiáticas y las occidentales respecto a la eficiencia en la adopción de las técnicas japonesas de administración, mientras que en las PyME el atraso en la adopción y difusión de estas técnicas es aun mayor.

Las observaciones anteriores se refuerzan en el estudio de Bessant y Kaplinsky (1995) en la República Dominicana, quienes destacaron la problemática que enfrentan las PyME domésticas ante la apertura del mercado, donde el gobierno llevó a cabo un programa para promover un proceso de cambio organizacional en la industria, este programa se implementó a partir de la identificación de las estrategias industriales seguidas en este país con el fin de enfrentar el reto de la especialización flexible. Con

este programa se pretendió ayudar a las empresas por medio de cursos de capacitación, con la finalidad de que los emprendedores tuvieran la capacidad de enfrentar con éxito los nuevos retos debidos a la apertura del mercado. Los autores observaron que a pesar de la educación y la experiencia de los administradores, el conocimiento que ellos poseían sobre el manejo de los negocios y las estrategias de manufactura era bajo. Por lo cual se diseñó una serie de programas de capacitación, basado en técnicas organizacionales, el cual fue implementado incluso en la Gran Bretaña. Dentro de los programas se consideraba una serie de técnicas organizacionales, guiadas por asesores ingleses, que les permitían a las empresas conocer e identificar las ventajas en la mejora del desempeño de la empresa, cubriendo aspectos que sus clientes consideraban importantes para la calidad de sus servicios. Los autores refieren que no pudieron valorar el alcance de este programa debido a que se encontraba en una etapa primaria.

Tomando en consideración los pocos casos de éxito en la adopción de las JMT, Carrillo (1995), aborda el estudio de la implementación de sistemas de producción flexible “a la americana” en plantas automotrices filiales de Ford en México. Define la variante americana de la producción flexible, la cual consiste en los principios organizacionales del modelo Toyota y en el sistema de relaciones laborales “californiano”¹⁶. El objetivo del estudio es definir en que medida la implementación de la producción flexible favorece la adquisición de conocimiento técnico y de habilidades específicas para la producción, y si es posible alcanzar la producción flexible sin actualizar las habilidades del capital humano. Al mismo tiempo que trata de encontrar de qué forma las relaciones sindicales afectan el desarrollo de las multi-habilidades de los trabajadores y su impacto en las características del mercado laboral en la frontera de México con los Estados Unidos de Norteamérica. Carrillo realiza 401 entrevistas a trabajadores de tres plantas manufactureras ubicadas en diferentes entidades del país. Lo que muestra el estudio son diferentes estrategias en la implantación de los sistemas organizacionales, debido a que las plantas cuentan con diferentes historiales de fundación, donde el sindicato

¹⁶ Este sistema involucra una mano de obra barata, a menudo migrante, sin experiencia sindical o laboral previa y un control individualizado basado en la evaluación y el desempeño.(Carrillo,1995:88)

juega un papel importante en la implementación de los sistemas de producción flexible. La conclusión a la que llega el autor es que las habilidades se incrementan cuando en la producción se implican tecnologías automatizadas. Asimismo se observó que la adopción del modelo de producción flexible se debía adaptar a diferentes contextos tanto social como de trabajo, mostrándose en las tres plantas diferentes niveles de avance en los sistemas de JIT/TQC, en un rango que iba de lo mínimo hasta la más completa adopción del sistema, como sucedió en la planta de Hermosillo (Carrillo,1995:99) En este trabajo, Carrillo (1995) destacó las diferentes estrategias seguidas por las tres plantas para llevar a cabo el entrenamiento y la capacitación de los empleados, enfatizando el problema que enfrenta la maquiladora de Ciudad Juárez por la baja permanencia de los trabajadores dentro de la planta. Un aspecto no señalado en el estudio de Carrillo (1995) son las características de operación de la planta de Saltillo. Al respecto Kaplinski (1995:65) cita en su estudio a Shaiken y Brown (1991), quienes señalaron la importancia del papel que desempeñó Mazda en el diseño y operación de la planta de Ford en Hermosillo, así como las elaboradas medidas tomadas para promover la operación del sistema JIT, ya que al inicio de las operaciones de la planta el 65% del valor de los componentes se importaba de Japón. Estas importaciones se facilitaron por la instalación deliberada de la planta cerca del puerto, lo que involucraba un traslado de 21 días de viaje del Japón. Esto solo fue posible por medio de un estricto plan de entregas calendarizadas por horas.

En los trabajos antes citados, se menciona que a mediados de la década de los 80s, surge una preocupación por parte de las empresas locales para enfrentar la apertura de los mercados, antes protegidos. Además de que las empresas filiales también tenían la consigna de incorporar en la organización de su producción los sistemas de administración japoneses. Sin embargo es hasta mediados de la década de los 90s, según los trabajos de diferentes autores, que los casos exitosos distaban de serlo al cien por ciento en las filiales además de que en las empresas locales la brecha era mucho mayor. Sin embargo en esta nueva etapa de estudios no se trata a las prácticas organizacionales como sistemas, involucrando nuevas formas de aprendizaje. También

se aprecia un aparente estímulo por parte de las grandes empresas filiales hacia los proveedores locales para adoptar al menos los sistemas de calidad ISO, sin embargo la evidencia no muestra el nivel de adelanto en estas empresas locales.

En el estudio de Carrillo (1995) se destaca el nivel de calidad del entrenamiento dentro de diferentes plantas manufactureras, de acuerdo al nivel tecnológico existente en la producción. La calidad del entrenamiento laboral para alcanzar la implementación exitosa de las técnicas JIT/TQC puede considerarse que está condicionado al nivel tecnológico, al apoyo sindical y a la baja rotación del personal. Los estudios que abordan esta temática muestran la importancia que prestan algunas empresas occidentales por alcanzar los niveles de productividad que poseen algunas empresas japonesas, por medio de la implantación de los sistemas de administración japoneses. Sin embargo, si bien la literatura destaca que la apertura de los mercados es un reto para las empresas de los países en desarrollo, y que una alternativa es la adquisición de sistemas organizacionales como los JMT, muestra que todavía existe una brecha muy importante. Asimismo, estos estudios enfatizan que las empresas grandes están tratando de implementar este tipo de técnicas en sus filiales en los países en desarrollo, sin lograr alcanzar todavía el nivel de productividad de las empresas japonesas debido a diferentes circunstancias. Se debe destacar que en los estudios antes mencionados no se ha analizado el papel del propietario en las PyME domésticas para la implementación de estos sistemas organizacionales.

3.1.3.2 Capacidades tecnológicas y desempeño

Tremblay (1994) lleva a cabo un estudio en el que plantea la necesidad de explorar la relación entre las capacidades tecnológicas y el crecimiento de la productividad. Estudia el vínculo entre las capacidades tecnológicas, a las que considera como variables causales, y el crecimiento de la productividad, a la que considera como una variable de resultado final. Tremblay (1994:18) considera que el cambio técnico constituye un eslabonamiento funcional entre las capacidades tecnológicas de la empresa y diversos aspectos del desempeño económico, por lo que se enfoca directamente en el estudio

en la relación existente entre las capacidades tecnológicas de la empresa y el crecimiento de la productividad. Considera que los estudios relacionados en su momento con el crecimiento de la productividad, el cambio técnico y las capacidades tecnológicas en empresas industriales en países en desarrollo, fallan al no explorar los elementos de las capacidades tecnológicas que están incorporados en los "sistemas organizacionales". Lleva a cabo su estudio en la industria de la pulpa y el papel, en dos empresas de países industrialmente disímiles como son la India y Canadá. Considera en sus conclusiones que existe una relación entre, las capacidades tecnológicas incorporadas a los sistemas organizacionales y el crecimiento de la productividad. También señala que no existe vínculo entre las capacidades tecnológicas enmarcadas en los recursos humanos (medidas por las calificaciones académicas) y el crecimiento de la productividad. De igual forma, concluye que no existe una clara evidencia respecto al crecimiento de la productividad y a las capacidades tecnológicas incorporadas en los sistemas organizacionales, si se consideran las diferencias industriales del entorno de las empresas.

Figueiredo (1999) también lleva a cabo un estudio comparativo entre dos grandes empresas acereras de Brasil, en el contexto de empresas tardías. Se enfoca a conocer las diferencias existentes en la forma y la tasa a la cual las empresas tardías acumulan sus capacidades tecnológicas en el tiempo y su mejora en el desempeño operacional. Identifica de qué manera algunas características clave de los procesos de aprendizaje, influyen en las trayectorias de acumulación de capacidades tecnológicas, y consecuentemente cuales son las mejoras en el desempeño operacional. Para ello en su análisis describe los procesos de aprendizaje que dan lugar a la acumulación de capacidades tecnológicas en las dos empresas acereras brasileñas. Enfoca su estudio desde la perspectiva cualitativa-cuantitativa y descubre que, a pesar de que ambas empresas se involucran en procesos de aprendizaje, sus características medulares difieren en el tiempo y consecuentemente, tienen una repercusión importante en las trayectorias de acumulación de capacidades tecnológicas. Esto se observa en una mejora diferenciada del desempeño operacional de las empresas (Figueiredo, 1999:

249). El estudio muestra lo complejo que es para las empresas tardías, moverse hacia la frontera tecnológica. Figueiredo (1999:287) llega a la conclusión de que si las características medulares de los procesos de aprendizaje son manipulados deliberadamente en el tiempo, tienen efectivamente implicaciones positivas para las trayectorias de acumulación tecnológica, lo que se refleja de manera positiva en la tasa de desempeño operacional y por consiguiente repercutiendo en la mejora del desempeño financiero de las empresas.

Jonker, Romijn y Szirmai (2006) consideran que aun no existe una clara relación entre los esfuerzos tecnológicos, las capacidades tecnológicas y el desempeño económico al nivel micro, señalan que son escasos los estudios para analizar estas relaciones. Por lo que llevan a cabo un estudio en el que se plantearon como objetivo desarrollar medidas cuantitativas adecuadas de esfuerzos tecnológicos al nivel de maquinaria, capacidades tecnológicas y desempeño económico en la industria del papel en Java, Indonesia. Usan una muestra de 29 máquinas para la fabricación de papel (MFP) entre 6 compañías. Como unidad de análisis toman en consideración a los operadores y la MFP. Las MFP consideradas en el estudio, cuentan con las mismas características tecnológicas, además de que son de las mismas generaciones. Por medio de entrevistas obtienen información sobre las capacidades de la maquinaria, y sobre los esfuerzos tecnológicos a fin de poder construir sus indicadores, los que son utilizados en un análisis de correlación. Los autores reconocen que es difícil cuantificar algunas de las dimensiones de las capacidades productivas entre diferentes empresas.

En la literatura se señala que los esfuerzos tecnológicos contribuyen a la construcción de capacidades tecnológicas, en el estudio, al utilizar indicadores de esfuerzos tecnológicos asociados a las MFP, los autores encuentran que los esfuerzos medidos bajo la relación maquina-operario no muestran que exista una contribución al crecimiento de las capacidades tecnológicas. Lo cual, para los autores, va en la línea de argumentación de otros estudios sobre Indonesia, los cuales señalan que el sector de la pulpa y del papel, ha tenido un crecimiento debido a inversiones de tecnologías incorporadas, que por avance en los esfuerzos tecnológicos o en la construcción de

capacidades. Respecto a los hallazgos sobre la relación entre capacidades y desempeño, la información sugiere que las mejoras a las capacidades tecnológicas y al nivel de la maquinaria, contribuyen sustantivamente al desempeño económico de estas empresas.

Los estudios antes citados, muestran la importancia de conocer la forma en que a través de los esfuerzos realizados por las empresas en la construcción de capacidades tecnológicas, se influye en el crecimiento de la productividad. Sin embargo, los diferentes estudios se orientan más a industrias de proceso, donde predominan empresas grandes, por lo cual el propietario y su experiencia laboral previa juegan un papel secundario.

3.1.3.3 Aprendizaje organizacional y cultura organizacional

Kim (1995) estudia la Hyundai Motor Co., para conceptualizar un modelo de aprendizaje organizacional en un país de rápido crecimiento tecnológico (catching-up) como es Corea del Sur. Parte de considerar el tipo de aprendizaje y el tipo de innovación, los cuales tienen lugar ante la respuesta a las crisis, las cuales pueden ser reales o evocadas deliberadamente. Por lo que su estudio desarrolla un modelo de aprendizaje organizacional en Corea, y al mismo tiempo un modelo de construcción de crisis y aprendizaje organizacional al nivel del fabricante de automóviles. Señala que el proceso de construcción de "crisis" dentro de la empresa automotriz incrementó tanto el consenso de las metas y su aceptación por parte de los miembros de la organización, así como la intensidad de los esfuerzos tanto a nivel individual como al nivel de la organización, para la búsqueda del conocimiento.

Kim (1995) señaló que el aprendizaje organizacional es una función de la capacidad de absorción de la empresa, que a su vez refleja la naturaleza de su capacidad tecnológica. Para Kim (1995:4) la capacidad de absorción de la empresa está formada por dos elementos: una base de conocimiento anterior (primario) básico y una intensidad de esfuerzo (Cohen y Levinthal, 1990), donde el conocimiento primario o

anterior es un prerrequisito para las capacidades tecnológicas, que les puede permitir incrementar su habilidad para identificar, usar y asimilar nueva tecnología.

Considera que, para los países en desarrollo, la base de conocimiento anterior incluye las habilidades básicas y un conocimiento general. Por otro lado, el autor considera la intensidad de esfuerzos como la cantidad de energía que los miembros de la organización utilizan en la resolución de los problemas, ya que no es suficiente exponer a las empresas al conocimiento externo sino que es necesario desplegar esfuerzos para internalizarlo. Plantea que la base de conocimiento existente y la intensidad de esfuerzos desarrollados por la empresa son las coordenadas para señalar la dinámica en la construcción de capacidades tecnológicas.

Kim (1997) al llevar a cabo estudios de caso en la industria automotriz, la electrónica, los semiconductores y otros sectores industriales, destaca las etapas por las que han transitado las empresas de estas industrias en la adquisición de sus capacidades tecnológicas. En su análisis resalta el apoyo gubernamental como facilitador del aprendizaje tecnológico en el desarrollo de estas capacidades, da más importancia a la influencia de factores externos a la empresa, asimismo resalta la relevancia de convertir el aprendizaje individual en aprendizaje organizacional. Señala que el ambiente de "crisis" es un valioso instrumento para fomentar los procesos de aprendizaje. Asimismo, el trabajo de Kim (1997:188) describe la forma en que concibe la transformación del conocimiento, explícito-tácito-explícito.

Vera-Cruz (2004) lleva a cabo un estudio a dos empresas cerveceras mexicanas, con el fin de identificar el "comportamiento tecnológico"¹⁷ de dichas empresas, como respuesta a grandes cambios en el entorno. Examina la cultura de la empresa, definida por supuestos creados en las etapas tempranas de las mismas que van conformando y también limitando, en ocasiones, su comportamiento tecnológico en el tiempo. El

¹⁷ Vera-Cruz (2000) define el comportamiento tecnológico como las acciones llevadas a cabo por las empresas para aprender y construir sus capacidades tecnológicas a causa de grandes cambios en el entorno.

estudio de Vera- Cruz (2000) examina en qué medida la cultura¹⁸ de la empresa explica las diferencias en el comportamiento tecnológico. El estudio lo lleva a cabo considerando dos periodos de industrialización en México. Sustenta su análisis en un marco analítico apoyado en la literatura sobre el aprendizaje y la acumulación tecnológica, sobre la administración estratégica y sobre la cultura de la empresa. Vera-Cruz (2000) muestra que existe una respuesta tecnológica diferenciada en las empresas ante los grandes cambios del entorno, asimismo, señala cómo este comportamiento tecnológico diferenciado está marcado principalmente por las experiencias tempranas de las dos cerveceras, por lo que concluye que la cultura de la empresa es un factor importante que explica las diferencias en el comportamiento tecnológico ante cambios drásticos generados en su entorno.

3.1.4 Evaluación crítica de la literatura sobre el aprendizaje y la acumulación de capacidades tecnológicas en las empresas grandes.

De acuerdo a la revisión de la literatura sobre el aprendizaje y la acumulación de capacidades tecnológicas se observa que ofrece un valioso marco analítico para comprender la construcción de capacidades tecnológicas al nivel de la empresa. Este marco está respaldado por una fuerte base empírica, considerando las siguientes contribuciones:

- Se identifican los patrones generales de comportamiento de las empresas, aportando evidencias de la asimilación de tecnologías extranjeras por medio de procesos de aprendizaje. Así como de la implementación de técnicas administrativas japonesas por medio de la organización de la producción, considerando tanto los mecanismos de aprendizaje como las características corporativas y sus implicaciones en el desempeño de empresas del mismo sector.
- La literatura se ha concentrado en demostrar la existencia de un proceso evolutivo y secuencial de acumulación de capacidades tecnológicas en empresas

¹⁸ La definición de cultura la toma de Schein (1984 y 1991), y está basada en supuestos que crea la empresa a partir de experiencias de éxito, los cuales son creados en la etapa temprana de la vida de la empresa, y que prevalecen en el tiempo.

de países en desarrollo, identificando mecanismos y procesos comunes de desarrollo tecnológico. Se ha buscado generalizar, identificar y hacer generalizaciones sobre los diversos patrones de comportamiento en distintas categorías de empresas.

- La literatura identifica que el aprendizaje es un proceso que requiere de esfuerzos deliberados o explícitos, reconociéndose la existencia de diferencias en el esfuerzo tecnológico, encontrándose diferencias también en el dominio tecnológico de acuerdo a la industria y al tamaño de la empresa, así como al nivel de desarrollo y de las estrategias practicadas.
- La literatura sobre aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas señala que la transferencia de tecnología requiere de procesos de aprendizaje y desarrollo de capacidades internas a la empresa.
- La literatura sobre aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas considera la existencia de mecanismos de aprendizaje tanto formales como informales, que cambian en el tiempo conforme se construyen las capacidades tecnológicas en la empresa.
- Diversos autores señalan la importancia de la competitividad para la transformación de empresas locales, las cuales modifican los patrones de organización de la producción, involucrando sistemas de calidad. Reconociéndose que dichos sistemas son de vital importancia en la socialización del conocimiento, así como en la transformación de las relaciones entre las empresas.
- Varios autores reconocen la importancia de la capacitación y la adquisición de un conocimiento tácito, en los procesos inherentes a la empresa, sin embargo no se ha estudiado a profundidad el impacto de este conocimiento adquirido, en la formación de nuevas empresas y el proceso de construcción de capacidades tecnológicas.

El presente trabajo se basa en las contribuciones antes señaladas, sin embargo a pesar de la contribución de la literatura en los procesos de aprendizaje y acumulación de

capacidades tecnológicas en los países en desarrollo, existen algunos temas a los que se ha prestado poca atención y requieren de mayor investigación.

- Diversos estudios señalan la existencia de diferentes factores a considerar en la construcción de capacidades tecnológicas, enfocándose a estudios de caso en grandes empresas (acereras, de pulpa y papel, de hierro y lamina, fabricantes de productos electrónicos, etc.), sin embargo no se consideran las PyME.
- Pocos estudios toman en cuenta el papel del propietario o emprendedor y su experiencia profesional previa dentro de empresas de capital extranjero, como parte de la adquisición de un conocimiento base, y el impacto en la formación de nuevas PyME y en el aprendizaje y la construcción de capacidades tecnológicas.

Autores como Katz (1987) y Kim (1997) destacan la importancia de los estudios de caso en PyME, a fin de identificar los esfuerzos realizados por los propietarios para construir en sus empresas estas capacidades tecnológicas. A continuación se discuten diferentes trabajos donde se aborda el tema de las PyME y la acumulación de capacidades tecnológicas.

3.2 Las capacidades tecnológicas en aglomeraciones de pequeñas y medianas empresas.

Al inicio de los estudios sobre la dinámica del cambio técnico, se prestó poca atención a la construcción o acumulación de capacidades tecnológicas de las pequeñas y medianas empresas (PyME). Varios de los análisis realizados en PyME mostraban que estas se encontraban aisladas, también encontraron que muchas de las PyME no contaban con incentivos para involucrarse en la adquisición de capacidades tecnológicas. Pero se llegó a considerar que esto no necesariamente pudiera sucederle a las empresas que se mantienen en una aglomeración industrial, por la existencia de diferentes formas de colaboración que surgen en este entorno. A mediados de la década de 1990, surge el estudio de PyME bajo el amparo de las aglomeraciones industriales (Romijn, 1996:36). Este interés surge porque en las décadas de los años sesenta y setenta se observó un crecimiento importante de las empresas

pertenecientes a los sectores de ropa, zapatos, cerámica y muebles tanto en la Emilia Romagna, como en otras regiones de la denominada tercera Italia. (Albu, 1997).

A partir del estudio de las capacidades tecnológicas en las PyME pertenecientes a las aglomeraciones industriales, se observó el surgimiento de una forma de crear posibilidades para acumular capital y habilidades por medio de lo que Schmitz (1994) denominó eficiencia colectiva (Schmitz, 1995; Schmitz y Nadvi, 1999). Sin embargo la evidencia mostrada por diferentes estudios no ha sido contundente en este sentido. A continuación se discuten algunos de los trabajos realizados hasta el momento sobre las PyME pertenecientes a aglomeraciones industriales.

Albu (1997) analiza cinco estudios de caso llevados a cabo en tesis doctorales¹⁹. Su estudio tiene como objetivo investigar las ventajas de la competitividad en el largo plazo así como indagar acerca de las capacidades tecnológicas de las empresas aglomeradas y que experimentaban cambio técnico. El estudio considera un marco analítico que combina la literatura del aprendizaje tecnológico y el enfoque de aglomeraciones industriales. Albu (1997) extrae de estos estudios de caso la evidencia sobre las capacidades tecnológicas y los procesos de aprendizaje dentro de dichas aglomeraciones. El autor señala que existen evidencias que sugieren las ventajas de las aglomeraciones para generar oportunidades para los agentes participantes. Sin embargo, también señala lo controversial de la visión desarrollada en los últimos años de que las aglomeraciones sean conducto para que las PyME lleguen a innovar, cambiar y sostener su crecimiento (Albu, 1997:22). Sustentado en las taxonomías planteadas por Lall (1992) y Bell y Pavitt (1993), Albu diferencia el tipo de actividades

¹⁹ Las tesis doctorales analizadas son: Khalid Nadvi (1996) explora las bases económicas de competitividad en una aglomeración industrial metalmecánica en la provincia de Punjab, Pakistán. Menu Tewari (1996) investiga las bases del éxito alcanzado en las pequeñas y medianas empresas en el estado de Punjab distrito de Ludhiana, India. Henry Sandee (1995) explora los procesos de cambio técnico en mini aglomeraciones de fabricantes de recubrimientos en Java, Indonesia. Pamela Cawthorne (1990) describe y explica los patrones de expansión y éxito en la industria de la ropa de algodón en Tirippur, India. Roberta Rabbellotti (1995) analiza los efectos económicos surgidos o no de la aglomeración, en particular de los eslabonamientos existentes entre los agentes económicos dentro de la aglomeración de fabricantes de calzado en dos estados del Bajío de México.

involucradas en las diferentes capacidades de los pequeños productores, tanto las de producción, definidas "como aquellas capacidades estáticas o recursos que permiten a la empresa producir a determinados niveles de eficiencia con una combinación de insumos" y las capacidades dinámicas o recursos, (capacidades tecnológicas), definidas "como aquellas que permiten a la empresa inducir y dirigir cambios técnicos, así como adaptar o promover la capacidad productiva" (Albu,1997:4). Conjunta a este el ciclo de aprendizaje, aplicándolo al modelo desarrollado por Bell y Pavitt (1995). De esta manera, identifica dos ciclos de aprendizaje tecnológico: a uno lo denomina ciclo inferior (ciclo de cambio técnico), y al ciclo superior (el real proceso de aprendizaje tecnológico). En el ciclo inferior ubica en la parte más baja las capacidades de producción de las cuales se deriva una retroalimentación al proceso de cambio técnico el cual se ve afectado por las "capacidades tecnológicas" (ubicadas en el ciclo superior), que son las que generan y administran el proceso de cambio técnico (Albu, 1997:9-112)

Albu utiliza este modelo como marco de análisis para discutir las características de estas cinco tesis sobre aglomeraciones. Los resultados muestran algunos signos de la existencia de capacidades tecnológicas y de mecanismos potenciales de aprendizaje. El autor resalta los problemas para diferenciar entre las capacidades de producción y las capacidades tecnológicas. Destaca que los estudios fallan en demostrar que los conglomerados elegidos tengan capacidades tecnológicas significativas o que hubiera procesos de aprendizaje dinámicos en camino, subrayando la necesidad de continuar realizando estudios bajo este enfoque (Albu, 1997:44).

Para Bell y Albu (1999), el principal foco analítico de esta línea de estudios ha sido a nivel meso, derivado del enfoque mismo de la aglomeración, pero bajo esta perspectiva, las funciones internas de las empresas permanecen ocultos. El análisis de Albu (1997) señala, esquemáticamente, la forma en la cual los estímulos del exterior a la empresa impulsan los esfuerzos en los procesos de aprendizaje, para incrementar la acumulación de capacidades tecnológicas en el ciclo superior. Mientras que en el ciclo inferior, se muestra como a partir de los procesos de producción se obtiene también un

pequeño conocimiento, que conjuntamente con las capacidades tecnológicas ayudan al proceso de cambio técnico.

Siguiendo la línea de utilizar dos tradiciones teóricas, Caniels y Romijn (2002) se plantean como objetivo desarrollar un marco analítico para las PyME. Utilizan herramientas conceptuales para identificar y clasificar los principales mecanismos por medio de los cuales las aglomeraciones industriales pueden ayudar a provocar o estimular la acumulación de capacidades al nivel de la empresa. También explican las razones de por qué la proximidad entre las empresas ofrece ventajas en este aspecto. Los autores aplican dos enfoques, el de aglomeraciones industriales y el de capacidades tecnológicas a un estudio de caso de la región de Punjab en Pakistán, donde se concentran de 50 a 60 empresas de pequeña escala. El objetivo de este estudio es contribuir al debate de la promoción del crecimiento de regiones económicas y PyME, al tratar "... de abrir la caja negra de la empresa bajo el enfoque de eficiencia colectiva...", es decir continúan en la misma línea de pensamiento de Bell y Albu (1999). Para Caniels y Romijn (2002) el desarrollo de competencias tecnológicas en las PyME es crucial para permitirles ser capaces de mantenerse competitivos, pues señalan que "... un cambio rápido y flexible y una adaptación requiere de habilidades técnicas, conocimiento y capacidad organizacional -en corto- capacidades tecnológicas-". Plantean una taxonomía sustentada en los efectos directos de las ventajas de aglomeración sobre los esfuerzos tecnológicos de las empresas. Caniels y Romijn (2002) agrupan en 4 renglones las ventajas de aglomeración:

- Economías de escala, alcance y transacción en la producción
- Economías de escala, alcance y transacción en acumulación de conocimiento
- Derramas de conocimiento: Cambios en la motivación y en las actitudes
- Derramas de conocimiento: Transferencia de tecnología

Mientras que lo que se considera como esfuerzos tecnológicos de las empresas los ubican en cuatro columnas:

- Contratación de personal

- Entrenamiento
- Búsqueda de información
- Investigación y desarrollo

Los autores encuentran evidencia del desarrollo de capacidades tecnológicas, aunque no muy consistentes. Asimismo destacan la importancia y la necesidad de considerar una serie de políticas gubernamentales más efectivas, que contemplen mecanismos de difusión y los costos de transacción en las aglomeraciones, los cuales pueden ser aprovechados por medio de consultoría de extensión técnica y programas de entrenamiento, como mecanismos más efectivos de asistencia.

Otro estudio en la línea de la eficiencia colectiva es el de Albaladejo (2001), en el cual pretende identificar los determinantes clave para la competitividad de las PyME, especialmente en empresas latinoamericanas. En su estudio lleva a cabo un análisis de varias aglomeraciones industriales considerando los siguientes países e industrias: fabricantes de calzado en Sinus Valley, en Brasil; fabricantes de calzado de vestir en León y en Guadalajara, México; fabricantes de Ropa en el complejo Gamarra en Perú; el cluster peruano de fabricantes de calzado en Trujillo, Perú; la industria de Ornamentos de granito en Cachoeiro de Itaperimim, en Brasil. En este estudio el autor considera tres conjuntos de determinantes de competitividad; el nivel del país, el nivel del conglomerado, y el nivel de la empresa (Albaladejo, 2001:3). Señala que los estudios llevados a cabo desde el punto de vista de las aglomeraciones se han enfocado básicamente al contexto socioeconómico en el cual operan las empresas, pero muy poco a su contexto dinámico. Destaca que el eslabonamiento entre los factores intrafirma y el desempeño de la aglomeración en su conjunto aun no ha sido empíricamente explorado. También indica que se han realizado comparaciones dentro del marco de eficiencia colectiva en los países en desarrollo, comparando con el modelo ideal "del libro de texto". Para este autor las empresas que poseen capacidades tecnológicas fuertes son la que generan redes de aprendizaje de calidad, lo cual provoca que las aglomeraciones entren en un dinamismo tecnológico. Por el contrario, si las capacidades tecnológicas de las empresas son débiles, los beneficios de acciones

conjuntas serán limitados, debido a fuertes restricciones de los conocimientos sobre tecnología. En consecuencia los flujos de información serán "pobres" en calidad, teniendo poco impacto en la construcción de capacidades tecnológicas. Aglomeraciones de este tipo adolecen de dinamismo tecnológico y a menudo permanecen estáticos en la producción, por lo que buscarán actividades de bajo valor agregado, donde la mano de obra abundante y barata prevalece como el factor competitivo. (Albaladejo, 2001:6)

Vera-Cruz y Gil (2003)²⁰ llevan a cabo un estudio de caso con el objetivo de analizar el surgimiento y desarrollo de una red de PyME, como son los talleres de maquinados de precisión en la región fronteriza de Ciudad Juárez, México. La información utilizada se recopiló por medio de entrevistas con los miembros de la red. El estudio pretende identificar las características, trayectorias así como los procesos de creación de capacidades tecnológicas del conjunto de empresas que conforman la red, desarrollada alrededor de un proyecto de ingeniería en reversa para la fabricación de una máquina para el encintado (forrado) de arneses eléctricos automotrices en línea. El trabajo describe entre otros aspectos el surgimiento del sector de maquinados, su posterior crecimiento al amparo de la demanda generada por EMN y por medio de exempleados de la maquila. Los autores establecen el perfil del sector y detallan las ventajas de la misma red. Entre estas últimas se encuentra tener una cartera de alrededor de 50 plantas maquiladoras, así como la oportunidad de poder instalar algunos talleres en El Paso, Texas, lo que les permite a los talleres de maquinados acceder a otros beneficios en el extranjero. El proyecto de la máquina encintadora de arneses permite observar los esfuerzos de los talleres de maquinados por ganar la confianza de sus clientes, así como la necesidad de incrementar su capacidad de producción permitiéndoles establecer alianzas. Los autores concluyen en este trabajo que, a pesar de haber transcurrido una década desde el surgimiento de esta red de talleres de maquinados, todavía es incipiente. Asimismo destacan que la red se inserta en un mercado con altas

²⁰ Este trabajo forma parte del proyecto de investigación "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: Generación de capacidades de innovación en la industria maquiladora de México", UAM/COLEF/FLACSO, (Proyecto CONACYT num. 35947-s)

exigencias de calidad ISO y QS. Sin embargo la visión de la red de propietarios no es clara, y sus capacidades empresariales son incipientes, por lo que las dificultades que confrontan, se derivan más de la falta de capacidad de organización y administración del negocio y de su vinculación con el medio externo, que de capacidades tecnológicas. (Vera-Cruz y Gil, 2003:184)

Kim (1997:171-189) lleva a cabo varios estudios de caso de PyME exitosas en Corea, orientadas a la fabricación de papel, de tubos de acero, de roladores de acero, de scanner ultrasónicos y de construcción de barcos. Destaca las condiciones del entorno de las PyME coreanas prevalecientes en la década de 1960-1970, en general a estas empresas se les considera como empresas tradicionales. Describe la forma en que, a pesar de las condiciones adversas para estas empresas, los propietarios desarrollan constantemente y con tenacidad tareas de aprendizaje para incrementar sus capacidades tecnológicas de forma independiente, provocando situaciones de "crisis" en sus empresas. Una característica de estas empresas es que desarrollan sus capacidades tecnológicas por medio de ingeniería en reversa, la cual se encuentra sustentada en un gran empuje empresarial. Aunque estos empresarios no contaban con el conocimiento suficiente en cada área, tuvieron la capacidad para trasladar el conocimiento explícito (de la literatura y el incorporado en equipos) hacia conocimiento tácito, aun cuando Kim no señala una evaluación de la base de conocimiento primario existente en estas empresas, ni tampoco el nivel de capacidad de absorción, pero sí destaca el esfuerzo desarrollado por los propietarios, orientado a conocer y dominar cierto nivel tecnológico.

De los trabajos desarrollados dentro del enfoque de aglomeraciones se desprende que es necesario incrementar los estudios desde la perspectiva de la empresa, para poder identificar si las condiciones de la eficiencia colectiva son determinantes para incrementar la construcción de las capacidades tecnológicas en las PyME. Asimismo la evidencia presentada hasta el momento, por los diferentes autores, no es concluyente acerca de la existencia de una mejora tecnológica de las PyME que forman parte de las aglomeraciones industriales.

El estudio de Vera- Cruz y Gil (2003) muestra las ventajas potenciales en la conformación de redes para el desarrollo de proyectos más ambiciosos y destaca aspectos de capacidades tecnológicas y empresariales así como de los esfuerzos de los exempleados de plantas maquiladoras por acceder a otros mercados diferentes a los de maquinados de piezas de precisión. Enfatiza los esfuerzos de los propietarios de estas PyME por saltar las barreras impuestas por las grandes empresas maquiladoras en términos de calidad, precio y entrega.

3.3 La construcción de indicadores para la medición de las capacidades tecnológicas.

Otros estudios incluidos en esta parte de la revisión de la literatura, exploran la construcción de indicadores para identificar y cuantificar las capacidades tecnológicas, mostrando la existencia de dichas capacidades en las empresas a diferentes niveles.

Yan Aw y Batra (1998) llevan a cabo un análisis donde señalan la importancia de las inversiones en capacidades tecnológicas por parte de las empresas. Destacan la importancia de no considerar a las capacidades tecnológicas como un subproducto de alguna otra actividad, sino considerarlas *per se* como una actividad. Su investigación distingue los esfuerzos al nivel de la empresa y su problemática para obtener conocimiento internacional, el cual puede tener un valor asociado adicional cuando esta acompañado por inversiones complementarias en el desarrollo de sus capacidades tecnológicas. El estudio de Yan Aw y Batra (1998) utiliza datos micro censales de 1986 empresas Taiwanesas, y específicamente variables que incluyen inversiones en investigación y desarrollo y entrenamiento en el trabajo, para cuantificar los esfuerzos para asimilar la tecnología adquirida. Llevan a cabo su análisis con un modelo de producción estocástico, con el objetivo de obtener correlaciones entre la eficiencia de la empresa y las variables antes descritas, así como con otras variables de eslabonamiento con el mercado internacional. La conclusión del estudio muestra que la eficiencia y las inversiones están positivamente correlacionados en 9 de las 10 industrias consideradas, además de que la disponibilidad de mano de obra habilidosa y

un ambiente económico competitivo son factores clave que facilitan la introducción eficiente de nueva tecnología del exterior. Asimismo, señalan que la existencia de un grupo de administradores y técnicos altamente educados hace que el aprendizaje se haga fácil además que se favorezca la introducción eficiente de nuevas tecnologías.

Costa y Queiroz (2001) consideran que en la literatura no se tienen estudios suficientes sobre la generación de tecnología local en Brasil, y señalan que los diferentes estudios realizados se han enfocado al flujo de IED, en términos de la creación de nuevo conocimiento en ese país. Los autores argumentan que los estudios desarrollados acerca de la influencia que tienen las empresas multinacionales sobre el desarrollo tecnológico brasileño, asumen como progreso técnico a la adopción local y al uso de tecnología extranjera. Ellos intentan proporcionar mayor claridad desde la perspectiva de las capacidades tecnológicas. Los autores desarrollan un marco teórico sustentado en las diferentes características del aprendizaje tecnológico, y proponen los siguientes indicadores para tratar de cuantificar las capacidades tecnológicas:

- ❖ Índice organizacional
- ❖ Índice de automatización
- ❖ Índice de cambio incremental,
- ❖ Índice de cambio significativo
- ❖ Índice de Proceso de cambio
- ❖ Índice de esfuerzo sistemático
- ❖ Índice de eslabonamiento de producción
- ❖ Índice de eslabonamiento al sistema de Ciencia y Tecnología.

Los autores clasifican la información de 22 sectores industriales, diferenciando entre los menos intensivos en tecnología y los más intensivos en tecnología. Aplican la metodología a un muestreo de innovación llevado a cabo en la Ciudad de Sao Paulo, Brasil, realizado en 1996. La importancia del estudio radica en que se desea conocer el impacto de las EMN sobre la acumulación de capacidades tecnológicas en dos grupos de empresas, las de propiedad local y las de propiedad extranjera. Sus hallazgos muestran que en la mayoría de los índices de capacidades tecnológicas, los valores son

más grandes en las empresas multinacionales, tanto en grandes empresas como en PyME, sin embargo para las capacidades más complejas los valores aproximados son ligeramente bajos. Para los autores esto sugiere que las actividades llevadas a cabo por las EMN están más relacionadas con el aspecto operacional que con el aspecto de capacidades creativas, además de que los eslabonamientos tecnológicos con la economía local son bajos. Costa y Queiroz (2001:20) al considerar el contexto de los índices llegan a la conclusión de que a pesar del creciente flujo de IED a la industria brasileña, esto no significa "*per se*" que se profundicen las capacidades tecnológicas domésticas.

Wignaraja (2001) considera que el nivel de educación del empresario, la mano de obra técnica, la asistencia técnica y los accionistas extranjeros son los factores más importantes en la construcción de capacidades tecnológicas. A estas últimas las define como las habilidades, conocimiento y experiencia que las empresas necesitan, a fin de operar tecnologías importadas de manera eficiente. En su trabajo tiene como objetivo indagar más acerca del tamaño de la empresa, y sobre la adquisición de capacidades tecnológicas en Mauritius, África, destacando la atracción de IED y la liberalización del comercio en este país. Estudia 40 empresas de la industria del vestido utilizando como variables el tamaño de la empresa, el tipo de propiedad, la mano de obra técnica, así como las inversiones en entrenamiento y el uso de asistencia técnica externa. La información la analiza empleando un modelo econométrico. La evidencia sugiere que el mayor volumen de exportaciones proviene de las grandes empresas, mientras que las PyME han tenido un papel poco activo en este proceso. Esto demuestra que las grandes empresas han adquirido las capacidades competitivas para producir con los estándares de precio, calidad y entrega solicitados por sus clientes extranjeros, mientras que las PyME se han rezagado, pues los sistemas de control y de administración de la calidad son insuficientes.

Vera-Cruz, Dutrénit y Gil (2003) llevan a cabo un estudio en el que plantean como objetivo analizar dos tipos de derramas tecnológicas de la IME, en la frontera norte de México, como son el encadenamiento de proveedores y la derrama de capital humano

asociada a la creación de nuevas empresas proveedoras. A partir de este enfoque, discuten y evalúan las capacidades tecnológicas de las PyME. Sustentan el estudio en un censo de empresas de maquinados de precisión (Dutrénit, Vera-Cruz y Gil, 2003)²¹ realizado en 2002, a talleres de maquinados de precisión ubicados en Ciudad Juárez, México. Entre las variables utilizadas se encuentran 3 variables numéricas: el número de empleados, la cantidad de equipo CNC (centros de tomos y maquinados) y, el porcentaje de avance en el proceso de certificación, y dos variables categóricas que reflejan la presencia de máquinas de electroerosión (EDM) y la presencia de ingenieros dentro de las empresas. Los autores utilizan el análisis estadístico de conglomerados a fin de tipificar las características de los diferentes grupos; de este análisis se obtienen 5 clasificaciones de conglomerados los cuales son indicadores de las diferentes variables involucradas, como son:

- Conglomerado de talleres Tradicionales
- Conglomerado de talleres Tradicionales con potencial
- Conglomerado de talleres En Transición
- Conglomerado de talleres Emergentes preocupados por la calidad
- Conglomerado de talleres Consolidadas

El estudio considera tres aspectos para diferenciar las capacidades tecnológicas: el número de ingenieros, la capacitación del personal y la realización de actividades de diseño y mejora. Las capacidades empresariales consideran el tiempo de vida de las empresas y la formación y capacitación del propietario. La conclusión del estudio refleja la existencia de diferencias en las capacidades de las empresas, por lo que tienen que enrolarse en procesos de aprendizaje a diferentes niveles para expandir sus propias capacidades.

²¹ Resultados parciales del proyecto UAM/ADIAT titulado "Diagnóstico de oportunidades de mejora e identificación de apoyos específicos para PYMEs un enfoque sectorial y local", asociado al proyecto de investigación "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: Generación de capacidades de innovación en la industria maquiladora de México", UAM/COLEF/FLACSO, (Proyecto CONACYT num. 35947-s)

Rasiah y Tamale (2004) examinan la productividad, intensidad de exportación y diferencias tecnológicas entre empresas locales y empresas de capital foráneo en los sectores de la ingeniería metálica, textil y de ropa, bebidas y alimentos y plásticos, en Uganda. Sustentan su estudio en un marco de capacidades tecnológicas, por lo que construyen y utilizan una serie de indicadores entre los que destacan:

- productividad laboral
- desempeño exportador
- capacidad de recursos humanos
- intensidad de habilidades
- capacidad de procesos tecnológicos
- capacidad de investigación y desarrollo
- salarios

Utilizan estos indicadores para identificar diferencias estadísticas significativas relacionadas a las empresas locales y extranjeras, ya que han observado un incremento tanto en los flujos de inversión extranjera directa en la segunda mitad de la década de 1990, y paralelamente un crecimiento en la manufactura. Consideran que este incremento de la inversión extranjera convierte a Uganda en un caso de estudio, para examinar su impacto potencial sobre el desarrollo económico y el desarrollo de capacidades tecnológicas. El estudio está basado en la hipótesis de que la intensidad de exportación (mercados) y las capacidades tecnológicas se impulsan mutuamente. Obtienen la información a partir de cuestionarios enviados por correo, adicionalmente los autores también llevaron a cabo estudios de caso de al menos 3 empresas de cada industria para considerar las características de la misma industria. La información recabada corresponde a 91 empresas, 48 foráneas y 43 locales. A partir de modelos econométricos, consideran diferencias estadísticas significativas, tomando en cuenta la productividad laboral, la intensidad de exportación y las capacidades tecnológicas. Examinan las diferencias en capacidades tecnológicas a partir de un agregado, compuesto por los indicadores de recursos humanos, tecnología de procesos y un indicador de investigación y desarrollo. Los autores concluyen que las empresas

extranjeras muestran una mayor capacidad tecnológica que las empresas locales, lo que para ellos significa que la sofisticada tecnología asociada a las EMN, no está lo suficientemente difundida en el área local.

Dutrénit y Martínez (2004) evalúan las capacidades de absorción de 139 empresas del sector de talleres de maquinados. Identifican los determinantes de estas capacidades que están más involucrados en el desempeño económico. Para ello eligen cuatro determinantes que son primeramente clasificados por medio del análisis factorial, para formar nuevas variables categóricas y posteriormente clasificar diferentes conglomerados. Los determinantes son caracterizados y evaluados empíricamente en el sector de maquinados de Ciudad Juárez, México. Obtienen la información a partir de un censo llevado a cabo en el 2002 (Dutrénit, Vera-Cruz y Gil, 2003) en la región de Ciudad Juárez, México. Los indicadores utilizados a partir de diferentes variables son:

- Entrenamiento y aprendizaje del personal
- Comportamiento organizacional y características
- Tecnología incorporada en bienes de capital
- Estructura de eslabonamientos

Los autores concluyen que las capacidades de absorción de los talleres de maquinados están más orientadas a la absorción del conocimiento técnico y a las formas de organización de la producción relacionada con la manufactura de piezas de precisión, que hacia la absorción de conocimiento en la frontera tecnológica. (Dutrénit y Martínez, 2004:38)

Domínguez y Brown (2004) llevan a cabo un estudio para medir las capacidades tecnológicas de empresas manufactureras de México. Sus objetivos son: determinar cuáles son las actividades de aprendizaje que más inciden en el desarrollo de las capacidades para administrar y generar cambio técnico; e identificar grupos de empresas por niveles de capacidad tecnológica, para analizar hasta que punto los niveles alcanzados con cada grupo están relacionados con diferencias significativas en el desempeño. Su metodología se basa en el análisis multivariado utilizando dos

técnicas, el análisis factorial y el análisis de conglomerados por medio de la k-medias, aplicada a una muestra de 1818 empresas medianas y grandes, tanto de capital nacional como extranjero. Utilizan la información del ENESTyC de 1993 y 1998; utilizando los siguientes factores o dimensiones: La inversión y aprendizaje, la producción y la vinculación. En el primer factor se consideran todas las inversiones relacionadas con la posible transferencia de tecnología y de inversiones en aprendizaje. Para el factor de la producción utilizan variables que denoten investigación y desarrollo, mejoras en la organización, certificaciones de calidad, prácticas y normas internas así como la introducción de nuevas tecnologías y la intensidad del personal. Dentro de las capacidades de vinculación toma en cuenta las ventas y compras, nuevamente la investigación, el desarrollo y la capacitación, el uso de la maquinaria y el equipo, así como las acciones de vinculación con universidades u otras instituciones, las capacidades tecnológicas las agrupan de acuerdo a cada agrupamiento clasificándolos como:

- Evolución tecnológica y organizativa
- Conservador en tecnología con capacitación
- Atraso tecnológico con documentación
- Rezago general

En sus conclusiones las autoras consideran que al utilizar esta herramienta estadística, por medio del análisis factorial se deja de lado la asignación de ponderaciones subjetivas, pues el análisis factorial determina el porcentaje de la varianza que se explica por cada factor, lo cual es considerado como una contribución del trabajo. Asimismo identifican 4 factores como fuentes principales de aprendizaje en la empresa manufacturera mexicana:

- política de formación de personal
- innovación de mejora continua
- sistemas de información y documentación
- inversión en nuevas tecnologías

Entre sus hallazgos, las autoras destacan que existe una relación entre el tamaño de las empresas y su nivel de capacidades tecnológicas, así como el impacto de este nivel en el desempeño de la productividad laboral. Sin embargo al no diferenciar la naturaleza del capital, se introduce un sesgo importante, ya que la literatura ha mostrado la existencia de diferencias significativas en los patrones de acumulación de capacidades tecnológicas en empresas nacionales y extranjeras, y el estudio no separa el tipo de empresas por origen del capital.

Vera-Cruz y Dutrénit (2005) analizan las derramas generadas por las empresas multinacionales a través de la movilidad de trabajadores, y la formación de capacidades tecnológicas y administrativas en las PyME, en México. El objetivo de su estudio es identificar si existen diferencias en las capacidades tecnológicas y administrativas de las empresas creadas por exempleados de la IME, con respecto a las empresas de propietarios que no tuvieron experiencia previa en la IME, según la hipótesis de que las primeras empresas deben tener mayores capacidades tecnológicas y administrativas. Consideran a 135 empresas de una población de 158, en el sector de los talleres de maquinados, ubicados en Ciudad Juárez Chihuahua. Sustentan su análisis en 11 variables categóricas, agrupadas en 3 rubros; capacidades tecnológicas, capacidades administrativas y derramas por la movilidad de los empleados fuera de las maquilas. Al igual que Testa (1996), realizan una primera clasificación por medio del análisis de correspondencia múltiple para identificar nuevas variables y posteriormente llevar a cabo una clasificación por conglomerados de acuerdo a estas nuevas variables. A partir de esta agrupación en conglomerados obtienen 5 clasificaciones de empresas. Los autores concluyen que la evidencia sugiere que los talleres de maquinados de Ciudad Juárez se han beneficiado de algunas derramas tecnológicas de la industria maquiladora. Lo que infieren a partir de encontrar una relación positiva entre la experiencia previa del propietario y el desarrollo de capacidades tecnológicas y administrativas. (Vera-Cruz y Dutrénit, 2005:290-292)

De Fuentes (2007) analiza la relación entre las derramas de conocimiento de empresas grandes y las capacidades de absorción de PyME, por medio de indicadores directos

en una localidad y en un sector específicos, (De Fuentes, 2007:4) Su estudio lo lleva a cabo en la región industrial del estado de Querétaro, considerando el sector de los maquinados industriales, donde trata de caracterizar el sistema regional de innovación. El estudio considera la información proveniente de una encuesta realizada ex profeso a 110 empresas de la región, complementándola con entrevistas a diversos actores de diversas instituciones públicas y privadas de la región. La metodología utilizada esta sustentada en el análisis multivariado, utiliza la formación de 4 indicadores por medio del análisis factorial, para las derramas de conocimiento y 5 indicadores para la capacidad de absorción. Los que agrupa por medio de la técnica de conglomerados para obtener diferentes grupos cada uno con características homogéneas, y por medio de ecuaciones estructurales identifica la relación entre las capacidades de absorción de las PyME y las derramas de conocimiento de las empresas grandes. En su estudio De Fuentes (2007) identifica derramas de conocimiento así como un bajo nivel de capacidades de absorción de las PyME estudiadas, encontrando una relación positiva entre los factores considerados, concluyendo que estas PyME, no pueden obtener mayores beneficios por estos bajos niveles en las capacidades de absorción (De Fuentes, 2007:205-207)

El trabajo de De Fuentes (2007) considera la necesidad de fortalecer las capacidades organizacionales de las PyME y sus actividades de innovación y aprendizaje. De Fuentes (2007) destaca la importancia de la infraestructura a nivel regional para crear las condiciones que ayuden a las PyME a fortalecer sus capacidades de absorción, sin embargo en su estudio no se identifican el nivel de conocimiento base entre los diferentes agentes, ni tampoco el tipo de conocimiento que se adquiere entre los exempleados de las empresas grandes.

3.4 Evaluación crítica de la literatura del aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en las PyME

La literatura sobre aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas en las PYME, tiene contribuciones muy importantes, entre estas están:

- La necesidad de incrementar los estudios desde la perspectiva de la empresa para identificar las condiciones de la eficiencia colectiva, y establecer el nivel de influencia en la construcción de capacidades tecnológicas de las PyME.
- Se observan ventajas potenciales para la conformación de redes para el desarrollo de nuevos proyectos.
- La importancia de que las empresas cuenten con personal capacitado y programas de entrenamiento, así como que las empresas lleven a cabo inversiones en la introducción de nuevas tecnológicas.
- La formación de indicadores organizacionales, de inversión, de esfuerzo y de eslabonamientos, que permiten aplicar técnicas estadísticas más elaboradas.
- considerar el nivel de educación del empresario, la mano de obra técnica, la asistencia técnica así como las inversiones en capacitación como factores de importancia en la construcción de capacidades tecnológicas.

Este trabajo de tesis se basa en las contribuciones señaladas anteriormente, sin embargo existen una serie de temas que han recibido una limitada atención y requieren de mayor investigación.

- La literatura se ha ocupado circunstancialmente de la experiencia laboral previa y del conocimiento adquirido en EMN, de los empresarios y su impacto en la construcción de capacidades tecnológicas. La literatura no considera a profundidad la naturaleza del conocimiento adquirido por el empresario y su impacto en la construcción de las capacidades tecnológicas. Kim (1997) llevó a cabo varios estudios de caso de PyME, destacando la tenacidad del empresario

para emprender procesos de aprendizaje orientados a incrementar sus capacidades tecnológicas.

- La literatura se ha ocupado de analizar y clasificar los diferentes niveles de profundidad de las funciones técnicas basados en los estudios de caso de grandes empresas, sin embargo no se considera el nivel de capacitación de los propietarios, de acuerdo a las estrategias de capacitación en las filiales para identificar la naturaleza del conocimiento adquirido.
- Asimismo no se identifican en estudios de PyME los diferentes niveles de capacidades tecnológicas, por función técnica, de empresas creadas por exempleados de EMN, lo que se considera fundamental dentro de la teoría a fin de identificar en términos de política las acciones específicas a realizar para estimular la acumulación de capacidades tecnológicas en las PyME.

En este trabajo de tesis se discuten estos temas y se busca identificar y analizar las diferencias en la construcción de capacidades tecnológicas por PyME, creadas por exempleados de EMN, derivadas de su experiencia laboral, al analizar la estrategia de capacitación que siguen estas multinacionales.

Resulta indispensable identificar el tipo de conocimiento que adquieren los exempleados de las EMN, como una forma del conocimiento básico de los futuros emprendedores, para identificar la relación existente entre el nivel de ese conocimiento *versus* el nivel de construcción de capacidades tecnológicas de las nuevas empresas creadas por estos emprendedores.

CAPÍTULO IV

Marco Conceptual y Metodología

4.1 Marco conceptual

Este capítulo se estructura en dos partes, en la primera se presenta el marco teórico a partir del cual se analiza la evidencia sobre las derramas tecnológicas por la movilidad de los empleados de EMN en la formación de nuevas PyME, así como su impacto en la construcción de capacidades tecnológicas. En la segunda parte se presenta la metodología utilizada para la obtención de los diferentes indicadores.

De acuerdo a la revisión de los cuerpos de literatura sobre la IED y la generación de derramas tecnológicas, y del aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas, en los capítulos 2 y 3, se resaltó el escaso tratamiento que se ha dado a estos estudios a pesar de la importancia que revisten, para la transferencia de conocimientos tecnológicos a las empresas locales. A partir de esta revisión de la literatura, en este capítulo se desarrolla el marco analítico y la metodología a seguir en esta tesis. Como se destacó en el capítulo 2, en la literatura sobre derramas tecnológicas, la naturaleza del conocimiento tecnológico adquirido por los trabajadores de las EMN es un aspecto escasamente estudiado. Asimismo en el capítulo 3 se subraya que la literatura sobre la construcción y acumulación de capacidades tecnológicas, tampoco considera estudios donde se identifique el conocimiento base de los propietarios en la construcción de capacidades tecnológicas, en nuevas empresas formadas por exempleados de las EMN. Estos dos aspectos son fundamentales en el desarrollo de esta investigación.

En este capítulo se discute el marco conceptual a utilizar en este trabajo de tesis. La sección 4.1.1 plantea primeramente las preguntas de investigación, la sección 4.1.2 plantea el diseño del marco conceptual utilizado para responder a las preguntas de investigación. La sección 4.1.3 define los principales conceptos utilizados en esta tesis los cuales se discuten brevemente. La segunda parte del capítulo se inicia en la sección

4.2 donde se plantea la metodología de la técnica estadística de análisis multivariado, seguida en este trabajo.

4.1.1 Preguntas de investigación

En este trabajo de investigación se analizan fundamentalmente, las estrategias de capacitación seguidas por las EMN, representadas por la IME, las derramas tecnológicas generadas por la movilidad de sus empleados y la formación de nuevas empresas, así como la naturaleza del conocimiento base y la construcción de capacidades tecnológicas. Por lo que se plantea responder a las siguientes preguntas de investigación.

- 1.- ¿En que medida las derramas tecnológicas generadas por la IME, por medio de la movilidad de los empleados al mercado local, contribuyen a la creación de PyME proveedoras de maquinados de precisión, considerando la capacitación recibida, así como la motivación para desplazarse.
- 2.- ¿Cual es el nivel de capacidades tecnológicas que las PyME proveedoras de maquinados de precisión han logrado desarrollar?
- 3.- ¿Qué relación existe entre el nivel de capacidades tecnológicas logrado por las PyME proveedoras de maquinados de precisión y la capacitación recibida por sus fundadores dentro de la IME?

Para responder a estas preguntas de investigación en la siguiente sección se plantea el diseño del marco conceptual a utilizar en esta investigación.

4.1.2 Diseño del marco conceptual

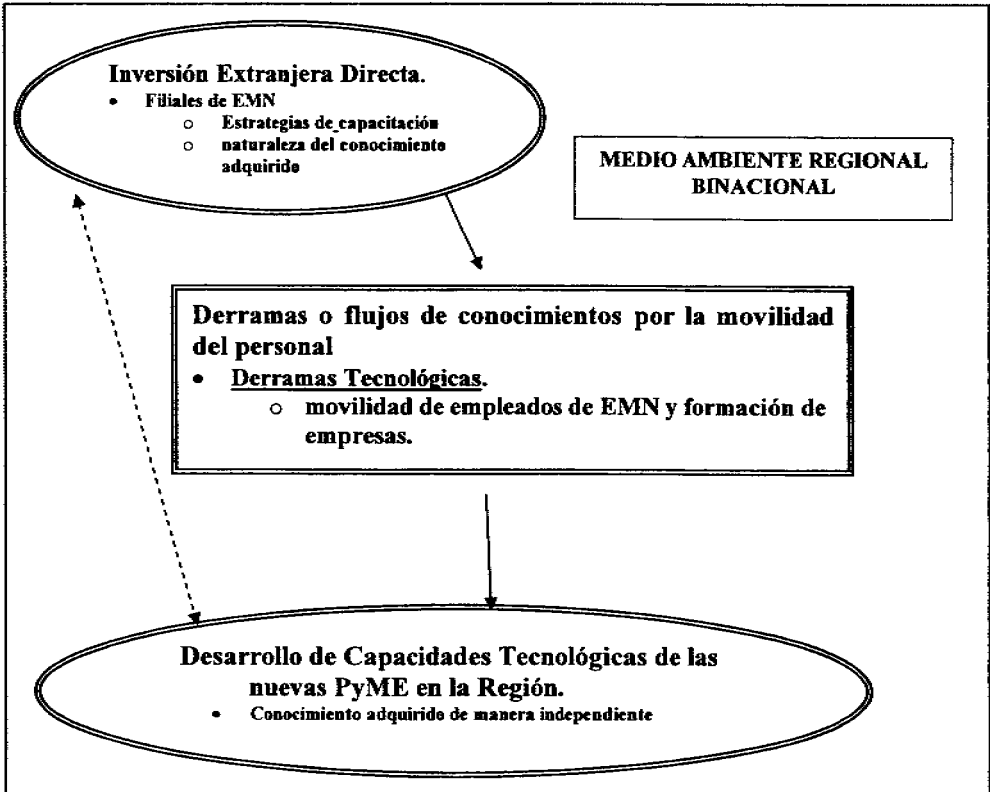
La revisión de los cuerpos de literatura sobre la generación de derramas tecnológicas por la IED y la construcción y acumulación de capacidades tecnológicas, en los capítulos 2 y 3, se mostró un conjunto de canales por los cuales se difunde la tecnología de las EMN, así como los diferentes niveles de capacidades tecnológicas para las funciones técnicas de las empresas. Sin embargo ninguno de dichos cuerpos

de literatura se ha interesado en la identificación de la naturaleza del conocimiento que fluye hacia las PyME, debido a la movilidad de los empleados de las EMN, quienes forman nuevas empresas. Asimismo dichos cuerpos de literatura tampoco se han interesado en el análisis de la relación entre la construcción de capacidades tecnológicas logrado por PyME proveedoras y dicho conocimiento base. Debido a que individualmente ninguna literatura ofrece un marco conceptual completo con el que se pueda examinar el tema de esta investigación.

Este trabajo de tesis se orienta a la identificación de las derramas tecnológicas generadas por la presencia de la IED y su relación con la construcción de capacidades tecnológicas, por la movilidad de los empleados fuera de las EMN y la formación de PyME. La figura 4.1, presenta un marco conceptual propio que servirá para dar respuesta a las preguntas de investigación antes planteadas. Los principales indicadores a considerar son: las estrategias de capacitación utilizadas por las filiales o subsidiarias de las EMN, la movilidad de los empleados y la formación de empresas considerando la naturaleza del conocimiento adquirido por los exempleados. En este marco conceptual se representa un modelo que incluye los elementos más relevantes para este trabajo, así como las principales relaciones entre estos. Primero, se considera la importancia de la IED en la generación de derramas tecnológicas, identificando las estrategias de capacitación que las EMN han establecido, para sus empleados en general, lo que da sustento al conocimiento base adquirido y desarrollado por los empleados de este tipo de empresas, así como la naturaleza de dicho conocimiento.

Segundo, se destaca la movilidad de estos empleados y la formación de nuevos talleres de maquinados de precisión, identificando a la derrama o flujo de conocimiento. El indicador de movilidad se espera tenga una influencia en la construcción de las capacidades tecnológicas de las nuevas PyME, lo cual se muestra en el modelo planteado en la figura 4.1. Se identifican también las motivaciones que dan lugar a la movilidad de los empleados de EMN y la formación de nuevas empresas. Tercero, se plantea la construcción de capacidades tecnológicas de las nuevas PyME, considerando el conocimiento base adquirido por los propietarios en las EMN.

Figura 4.1 Diseño del Marco teórico de la tesis



Fuente. Elaboración propia

En el desarrollo de los procesos de construcción de capacidades tecnológicas se considera la existencia de un ambiente regional binacional, debido a la ubicación geográfica de la zona industrial en la frontera con Estados Unidos de Norteamérica. Por último, el diseño también plantea que existe una retroalimentación entre IED y PyME debido a las relaciones de proveedor que han establecido con las EMN. En este trabajo de investigación se analizan, fundamentalmente, las estrategias de capacitación seguidas por las EMN, las derramas tecnológicas generadas por la movilidad de los empleados y la formación de nuevas empresas, así como la naturaleza del conocimiento base y la construcción de capacidades tecnológicas de las nuevos

talleres de maquinados de precisión. Este modelo se utiliza para responder a las siguientes preguntas de investigación.

4.1.3 Principales conceptos utilizados

4.1.3.1 Estrategias de capacitación

El diseño conceptual de la gráfica 4.1, señala que la IED a través de sus filiales o subsidiarias, cuentan con una estrategia de capacitación hacia el personal de la empresa, como se ha observado dentro de la literatura. Se destaca que las filiales de las EMN, consideran dentro de sus estrategias de capacitación algunos factores como la escolaridad del empleado, así como el tiempo de permanencia dentro de la empresa. Lo anterior permite considerar la forma en la cual se ha asimilado la tecnología extranjera. La investigación se interesa principalmente en la identificación de la naturaleza del conocimiento tecnológico, desarrollado dentro de la estrategia de capacitación de la multinacional. Esta estrategia de capacitación considera que el tipo de conocimiento tecnológico esta condicionado a la antigüedad o permanencia del empleado dentro de la IME, así como al nivel de escolaridad adquirido fuera de la empresa. La teoría establece que este conocimiento incluye habilidades técnicas y administrativas, tecnologías de proceso y de producto, redes de distribución, de mercadeo y la formación de capital humano (Caves, 1971; Hymer, 1976; Fosfuri, Motta y Ronde, 2001, Saggi, 2002, Görg y Strobl, 2003). Este conocimiento genera habilidades en el personal de las EMN que se pueden incorporar en las nuevas empresas establecidas por exempleados de dichas filiales. (Gershenberg, 1987; Katz, 1987; Altenburg, 2001)). Lo que puede servir a las nuevas PyME como palanca para superar las barreras del mercado (Hobday, 1995). Asimismo, se señala dentro de la teoría la influencia del medio ambiente del país receptor en el comportamiento tecnológico de las filiales de las EMN y por consiguiente en las estrategias de formación de capital humano (Blomström y Kokko, 1991).

En el caso de México, se ha identificado que en la formación de capital humano dentro de las filiales de EMN predomina la adquisición de códigos organizativos y

comunicativos, dejando de lado los códigos tecnológicos, ya que estas filiales no llevan a cabo innovación del producto, sino únicamente mejoras al proceso, por medio de innovaciones adaptativas en mecanismos de fijación (fixturas) y en mejoras a los equipos (Huaide, 2001). Lo que da cuenta de la importancia del conocimiento que estos empleados adquieren en el diseño y fabricación de fixturas que prevalece dentro de las filiales, para mejorar los procesos, así como del bajo nivel de investigación y desarrollo orientado a la innovación del producto.

Fosfuri, Motta y Ronde (2001) modelan teóricamente las derramas tecnológicas y asumen que el mecanismo de las derramas tecnológicas es una caja negra, ya que no se considera la naturaleza de éstas, debido a que no se cuenta con información suficiente para considerarlas. Este trabajo de tesis aporta evidencia acerca de la naturaleza del conocimiento adquirido por los empleados de las EMN en la formación de las derramas tecnológicas, asimismo muestra evidencia de las diferentes causas de la movilidad del expleado, al mostrarse los motivos para tomar esta decisión. Algunos estudios muestran que en países desarrollados, el nivel tecnológico de las empresas filiales es superior comparado con el de filiales de países en desarrollo, mostrando que las nuevas empresas formadas por ex empleados de EMN desarrollan una gran flexibilidad para adaptarse a un mercado turbulento y competitivo (Dahl, Pedersen y Dalum, 2003). Mientras que en países en desarrollo las empresas formadas por propietarios que tuvieron experiencia previa en EMN, muestran evidencia de un crecimiento de la productividad, a diferencia de las empresas locales formadas por propietarios sin experiencia previa en la EMN. (Görg y Strobl, 2003). Sin embargo esta inferencia no identifica ni considera la naturaleza del conocimiento adquirido previamente.

Katz (1987) destacó la importancia de la IED en el estímulo del espíritu empresarial de los exempleados y, en México, los estudios de Vera-Cruz y Dutrénit (2005), revelan la importancia de la experiencia previa del propietario en empresas filiales de EMN, al desarrollar nuevas empresas. Diversos estudios concuerdan en que la experiencia laboral previa de los nuevos emprendedores es fundamental para crear nuevas

empresas con mayor productividad y mayor fortaleza organizacional, para enfrentar las turbulencias del mercado, de aquí la importancia en identificar las estrategias de capacitación de la IME. (Dahl, Pedersen y Dalum, 2003; Vera-Cruz y Dutrénit, 2005)

Se ha señalado dentro de la literatura que los estudios revisados no muestran evidencia acerca de la naturaleza del conocimiento tecnológico acumulado por los exempleados en las filiales de las EMN, incluso algunos autores consideran que el ciclo de derramas tecnológicas es una caja negra, creando un vacío en la literatura, y solo infieren la existencia de dicha derrama. Debido a la falta de un ciclo para las PyME creadas por exempleados de las EMN, se podría proponer que dicho ciclo inicie con la estrategia que aplican las EMN para la formación de capital humano, asimismo se identifique la naturaleza del conocimiento adquirido por dichos exempleados, que les permita la formación de sus propias empresas.

Bajo esta noción se considera en esta investigación que la naturaleza de la capacitación solo toma en cuenta dos tipos de conocimiento, *general* y *específico*, el cual se ve afectado por:

- La permanencia del empleado dentro de las empresas filiales, lo cual le permite asimilar exitosamente la tecnología.
- El nivel de preparación escolarizada, lo que le brinda las herramientas para asimilar dicha tecnología.

En este trabajo de tesis se aporta evidencia de las estrategias de capacitación seguidas por las EMN, así como de la naturaleza del conocimiento adquirido por los empleados de las EMN, de los motivos que dan origen a la movilidad de esos empleados, de la formación de PyME en maquinados de precisión. Lo anterior se expresa en la tabla 4.1 la cual resume las posibles estrategias de capacitación en las EMN, considerando el nivel de escolaridad del empleado.

Tabla 4.1 Estrategia de capacitación en la EMN por nivel de escolaridad y características de las empresas formadas por los exempleados

Escolaridad	Capacitación en las empresas multinacionales		Características de la nueva empresa formada
Escolaridad	General	Específico	Empresa creada
Empírico (sin escolaridad técnica formal). Técnico Con Escolaridad Técnica en institución de nivel medio, y medio superior trunca. Profesionista (involucra ingenieros, administradores, economistas, etc.)	Utilizado con propósitos generales como pueden ser habilidades organizacionales, administrativas o de mercadeo. Que puede ser menos costoso utilizar en empresas locales y en otras industrias	Utilizado con propósitos específicos. La empresa local encuentra más costoso adaptar esta tecnología a su propio proceso de producción.	Tipo de empresa Tamaño Cantidad de Equipo Procesos que domina

Fuente: Adaptado de Fosfuri et al (2001)

La tabla 4.1 muestra que el tipo de conocimiento involucrado en la capacitación puede ser de tipo general y específico, lo que le brinda habilidades tecnológicas al empleado, repercutiendo en el ámbito de la nueva empresa, pues define en parte las características de esta en cuanto al tamaño, infraestructura y la complejidad de los procesos de producción involucrados.

4.1.3.2 Derramas tecnológicas por la movilidad del personal

Como se ha señalado en este trabajo, el propósito central de la investigación es identificar las derramas tecnológicas generadas por la movilidad del personal de las EMN, representadas por la IME. Se ha señalado en la revisión de la literatura que algunos estudios destacan la importancia de la adquisición de nuevas tecnologías por parte de los empleados de las EMN, lo que en su movilidad laboral hacia el mercado local origina beneficios indirectos a las empresas locales. En esta investigación se

utiliza la definición de derramas tecnológicas de Fosfuri, Motta y Ronde (2001:206), *“la derrama surge cuando las subsidiarias de empresas extranjeras capacitan a empleados locales, quienes posteriormente se adhieren a empresas domésticas o establecen su(s) propia(s) compañía(s) trayendo consigo todo o parte del conocimiento tecnológico, de mercadeo y administrativo que hayan adquirido”*. En esta investigación se considera que el conocimiento adquirido es un conocimiento base para la construcción de capacidades tecnológicas. Como se ha señalado en la revisión de la literatura los estudios a empresas creadas por exempleados de EMN han sido escasos. Pero aquellos que han analizado a las empresas creadas por exempleados han identificado también algunas características en el desempeño. Señalando que son empresas que desarrollan mayor competitividad con respecto a las empresas cuyos propietarios no tuvieron una relación laboral con EMN. (Görg y Strobl, 2002)

En empresas con alto nivel tecnológico y ubicadas en países desarrollados se ha encontrado que muestran una gran flexibilidad, lo que les permite enfrentar un ambiente turbulento (Dahl, Pedersen y Dalum, 2003). En México se ha identificado la generación de derramas tecnológicas asociadas con la formación de nuevas empresas, así como el encadenamiento de PyME proveedoras con filiales o subsidiarias de EMN. Se han encontrado diferencias en los niveles de desarrollo de las PyME creadas por estos exempleados (Woo, 2001; Vera-Cruz, Dutrénit, y Gil, 2003). El enfoque de esta tesis es analizar las derramas generadas por la movilidad de empleados de EMN, y su impacto en la creación de nuevas empresas por estos exempleados de las plantas maquiladoras de Ciudad Juárez, Chihuahua, así como identificar las principales características del entorno en que se generan dichas derramas.

4.1.3.3 Construcción de capacidades tecnológicas

El ciclo generador de la derrama tecnológica no se completa si únicamente se toman en cuenta la movilidad de los empleados de las EMN y la formación de empresas, pues dentro de la literatura los estudios realizados se han orientado a comprobar de manera indirecta la existencia de las derramas tecnológicas, ya sea por el incremento de la

productividad de las PyME locales o por medio de la comparación del desempeño entre empresas locales y empresas formadas por exempleados de EMN. Por lo que en este trabajo de tesis se considera que es necesario llevar a cabo un análisis de la construcción de capacidades tecnológicas en las nuevas empresas, por lo que se toma en cuenta la construcción y análisis de una taxonomía que involucre las diferentes funciones técnicas, donde se pueda observar si el pasado laboral de los propietarios tiene una influencia determinante en este proceso de construcción. Para apoyar estos supuestos, a continuación se consideran diversos elementos teóricos desarrollados por varios autores.

Esta tesis usa la definición de capacidades tecnológicas de Bell y Pavitt (1995; 71). *“Son las capacidades para generar y administrar cambio en las tecnologías utilizadas en la producción, y estas capacidades están basadas mayormente sobre recursos especializados, ... (los cuales) necesitan ser acumulados por medio de inversiones deliberadas”*. Esta investigación considera que la identificación del progreso técnico está localizada alrededor de un punto específico de la función de producción, este progreso se debe a los esfuerzos, habilidades y experiencias de las empresas (Atkinson y Stiglitz, 1969). También toma en cuenta la forma en que Bell (1984) define los esfuerzos explícitos de aprendizaje ya que están determinados por los estímulos de cambio técnico, estos procesos de aprendizaje se derivan de acciones como el entrenamiento del personal, la contratación de expertos, de los cambios y adaptaciones de la tecnología importada, y de búsquedas tecnológicas en el mercado, por lo que las empresas llevan a cabo inversiones conscientes en esas acciones.

Asimismo se toma en cuenta lo señalado por Katz (1987) de que *los propietarios de las PyME son los impulsores de las actividades generadoras de conocimiento*, ya que estas carecen de estructuras formales de organización. Destacando las diferencias en las formas de organizar la producción, ya que puede ser por lotes o producción continua, lo que a su vez determina la organización de la producción y los esfuerzos hacia la innovación. En el caso de la producción por lotes las innovaciones se enfocan a los productos. (Katz, 1984; Dahlman y Fonseca, 1987), mientras que en la producción

continua la innovación se orienta al proceso. (Dahlman y Fonseca, 1987; Herbert-Copley, 1990). En este trabajo de tesis centrado en los talleres de maquinados de precisión, se asume que la organización de la producción es por lotes y los esfuerzos de innovación se orientan al producto.

Se toma en consideración lo señalado por Lall (1992) acerca de las diferencias entre las empresas en cuanto a los esfuerzos y dominios tecnológicos, los cuales están en función del mercado, de la industria, del tamaño de la empresa y del nivel de desarrollo de las estrategias. Se considera lo señalado por Katz (1976, 1987); Dahlman y Westphal (1982:105-106); Lall (1982:1987; Bell, 1984); Scott-Kemmis y Bell, 1985; Westphal, Kim y Dahlman, 1984:5; Bell y Pavitt, 1993; 1995:71; Kim (1997:86; 1997:4) acerca de la existencia de un depósito de conocimiento tecnológico, constituido por recursos incorporados en los individuos como habilidades, conocimiento y experiencia, así como recursos incorporados en los sistemas organizacionales, este conocimiento se aplica a la producción.

En este trabajo de tesis se lleva a cabo una clasificación de las capacidades tecnológicas de los talleres de maquinados de precisión por función técnica, a fin de proponer una taxonomía de capacidades tecnológicas adaptada a los talleres de maquinados de precisión, tomada de la propuesta por Lall (1992), mejorada posteriormente por Bell y Pavitt (1995), tomando en cuenta los trabajos de Dahlman, Ross-Larson y Westphal (1985; 5) y otros autores. Las funciones técnicas se clasifican de acuerdo a su grado de complejidad o dificultad, y se consideran los esfuerzos de innovación, si se encuentran presentes, en las empresas en estudio. Esta taxonomía se adapta a las características de los talleres de maquinados de precisión, lo que permitirá una clasificación de aglomeraciones de PyME por función técnica. (Ver tabla 4.2) Asimismo dentro de esta clasificación se toman en cuenta las actividades orientadas al control de la calidad que, de acuerdo con Figuereido (1999) y Villavicencio y Salinas (2002), son actividades que contribuyen en la organización de la producción, favorecen la socialización y codificación del conocimiento, permiten identificar aquellos factores

Tabla 4.2 Matriz de capacidades tecnológicas, adaptada a los talleres de maquinados de precisión

Niveles de Capacidades	Funciones Técnicas Primarias		Funciones Técnicas de Soporte
	Inversión	Producción	
	Inversión y Ejecución de proyectos	Centrada en los procesos, organización de la producción y en modificaciones al producto	Vinculación
	Capacidades de producción rutinarias: capacidades para usar y operar la tecnología existente basadas en la experiencia		
Básicas	Muy bajos niveles de inversión. Inicio con maquinaria manual, poca o nula, maquinaria CNC, EDM y EDM/V, que involucran tecnología incorporada, sin acceso a financiamiento, con una edad de hasta 5 años.	Sin control de calidad en sus procesos de maquinados. Bajos niveles de maquinaria para llevar a cabo procesos de maquinados, no cuentan con técnicos ni ingenieros; bajo nivel en el planteamiento de estrategias, no las acompañan de las acciones y organización de la producción que les permita poner por escrito sus procesos, reproducción de piezas según muestra.	Las modificaciones al producto son nulas
Básicas intermedias	Bajos niveles de inversión, adquisición de maquinaria CNC, EDM/V involucrando tecnología incorporada. Bajos niveles de financiamiento por instituciones foraneas y nacionales, oficinas foraneas en el extranjero, diversas edades desde los 0 hasta mayores de 16 años.	Bajos niveles de calidad en sus procesos de maquinados, sin avance alguno en la certificación de la calidad. Calidad orientada por las ventas certificadas. Bajos niveles de infraestructura pero con diversos procesos de maquinados según muestra, diseño y fabricación en baja escala.	Reciben un porcentaje de pedidos que involucran diseño. Modifican las dimensiones y el diseño de los productos que fabrican. Sus modificaciones al producto están orientadas para mejorar la calidad.
Intermedias	Nivel de inversión media en maquinaria fresa CNC, rectificadora y EDM, bajos niveles de inversión en tornos CNC y EDM/V, lo que indica una especialización. Acceso moderado a financiamiento con instituciones nacionales, la mayoría cuentan con oficinas foraneas, con edades de 6 hasta 15 años.	Talleres que muestran avance en la certificación ISO, pueden contar también con ventas certificadas. Un nivel de infraestructura intermedio en maquinaria para contar con diversos procesos de maquinados, especialización en fresa y torno CNC, rectificado, EDM y poco EDM/V. Con un nivel arriba del promedio de técnicos e ingenieros, haciendo uso de paquetería computacional en baja y media escala (flow chart, solidworks, mastercam, camworks, cosmos/r, cosmos/work) para maquinados. Se inicia la fabricación de pequeña maquinaria y su comercialización en el mercado local. Son talleres que realizan diseño con análisis de esfuerzos	Reciben un porcentaje muy pequeño de pedidos que involucran diseño, modifican con bajos niveles de intensidad, modifican las características y el diseño del producto, por la reducción de costos, así como por falta de materia prima, y por mejorar el producto.
	Capacidades tecnológicas de innovación: capacidades para generar y administrar el cambio técnico		
			No pertenecen a cámaras de comercio, mantienen relación con otros talleres y comparten proyectos, también comparten capacitación en un alto nivel, ocurren a la capacitación con instituciones universitarias, requieren los servicios de consultores privados, y mantienen una interacción con maquinadores en el extranjero.

<p>Básicas</p>	<p>Altos niveles de inversión en torno y fresa CNC, nuevas medios de inversión en rectificadoras y EDM, bajos niveles en EDMV. Altos niveles de financiamiento por instituciones nacionales, y bajo nivel de financiamiento foráneo, todos cuentan con taller y oficina foránea, la mayoría son talleres con más de 16 años de edad. Estrategias de inversión de acuerdo a proyectos futuros con los clientes. 1</p>	<p>Talleres certificados en ISO-9000, con una mayor infraestructura en maquinaria, CNC, rectificado, EDM y EDMV, cubren todos los procesos de maquinados. Cuentan con un nivel incrementado de ingenieros y un alto nivel de técnicos. Su sistema de organización de la producción esta en líneas con ISO, hacen uso de la paquetería computacional (flow chart, solidworks, mastercam, camworks, cosmo3d/cosmoswork) en alta escala, diseñan e interpretan y fabrican. Fabricación de productos propios, por imitación, por diseños propios y por diseños del cliente, productos ya aceptados por el mercado. Llevan a cabo diseños y modificaciones con análisis de esfuerzos</p>	<p>Tomán la iniciativa de diseñar productos para el mercado de las maquiladoras de la región. Diseñan de acuerdo a un uso específico material directo o material indirecto de uso específico para la producción</p>	<p>Pertenece a cámaras de comercio locales, mantienen relación con otros talleres y comparten proyectos de manera independiente para nuevos productos, comparten capacitación entre talleres de manera exhaustiva, se capacita al personal en tecnológicos y universidades, y a un alto nivel capacitan a su personal con sus clientes maquiladores. Consultoría para desarrollo de nuevos proyectos</p>
<p>Básicas Intermedias</p>	<p>Inversiones en maquinaria con alta tecnología integrada. Procesos de aprendizaje para desarrollo de nuevos proyectos propios del taller integrando conocimiento del mercado. Capacitación y actualización del personal técnico.</p>	<p>Implementación de nuevos procesos de maquinados como prototipo rápido. Desarrollo de fabricación de moldes de mayor capacidad. Mejora continua de procesos de manufactura para nuevos productos propios de la empresa y de servicio a clientes en nuevas áreas de maquinados. Implementación de sistemas de calidad y mejora continua. Desarrollo y fabricación de bienes de capital con mayor intensidad a empresas locales y exportación.</p>	<p>Diseño de nuevos productos, nuevos a la empresa y competencia para el mercado.</p>	<p>Relaciones con instituciones crediticias nacionales y extranjeras. Con las cámaras de comercio local, aprovechando la capacitación al personal. Con instituciones técnicas para el desarrollo de técnicas de manufactura, desarrollo de personal técnico (Cenaltex, UACJ), CAST, CRECE, etc.</p>
<p>Complejidad avanzada Innovadoras de alto riesgo (basadas en la Investigación</p>				

importantes para la adopción de estas técnicas, como los recursos humanos, la cooperación inter firma y la administración.

Se considera la formación de indicadores basados en las actividades desarrolladas por las PyME de maquinados de precisión, tomando en consideración los estudios de Wignaraja (2001); Vera-Cruz y Gil (2003); Dutrénit y Martínez (2004); Domínguez y

Brown (2004), quienes han utilizado esta metodología para la construcción de indicadores y de esta forma clasificar los niveles de capacidades tecnológicas adquiridas.

En este trabajo de tesis se aporta evidencia sobre algunos aspectos poco estudiados por la literatura como son: la influencia del conocimiento y experiencia adquiridos dentro de la IME por los exempleados emprendedores, en la construcción de las capacidades tecnológicas de sus nuevas PyME, así como la importancia económica que representa la formación de nuevas empresas en la región. La taxonomía de las capacidades tecnológicas para los talleres de maquinados de precisión de Ciudad Juárez considera la clasificación de las funciones técnicas de acuerdo a un conjunto de variables-respuesta clasificadas por análisis multivariado, este aspecto se desarrolla en la metodología.

4.2 METODOLOGIA

Esta tesis se basa en una investigación al nivel del sector que involucra a las PyME de maquinados de precisión, de la zona industrial de Ciudad Juárez, Chihuahua. Por medio del análisis del sector se pretende identificar la naturaleza del conocimiento adquirido por los exempleados de las EMN, los motivos que tienen los exempleados movilizarse fuera de las EMN y crear sus propias empresas y, el nivel de capacidades tecnológicas alcanzado, clasificadas de acuerdo a las funciones técnicas de estas PyME. En la revisión de la literatura llevada a cabo en los capítulos 2 y 3, se observó

que los estudios se sustentan en censos, estudios de caso y aplicación de cuestionarios para inferir la presencia e influencia de las derramas tecnológicas en las empresas locales de alguna región o país. La literatura sobre capacidades tecnológicas considera estudios de caso y algunos muestreos para elaborar los indicadores necesarios a fin de llevar a cabo la clasificación de las capacidades tecnológicas.

En esta tesis se utiliza una perspectiva diferente para analizar las derramas tecnológicas generadas por la IME. En esta investigación se plantea que por medio del análisis de la información de corte transversal obtenida a través de un censo, aplicado a pequeñas y medianas empresas de maquinados de precisión, y entrevistas a propietarios de talleres de maquinados , así como a funcionarios de dependencia privadas y gubernamentales de la zona industrial de Ciudad Juárez, Chihuahua y de El Paso, Texas, se identifiquen las estrategias seguidas por las EMN para la formación de capital humano, se caracterice la naturaleza del conocimiento adquirido por estos empleados y los motivos que tienen para formar sus propias empresas, y asimismo se plantee la importancia del conocimiento base en la construcción de capacidades tecnológicas, las cuales se identifican por medio de una taxonomía que involucra las funciones técnicas de esas PyME.

El censo de los talleres de maquinados de precisión llevado a cabo en Ciudad Juárez, Chihuahua en el año 2002, es la principal fuente de información, la cual se complementó con entrevistas a algunos de los principales actores de esa región industrial, tanto de Ciudad Juárez como de El Paso, Texas. Para llevar a cabo el análisis y la clasificación de las variables, se utilizan dos técnicas estadísticas del análisis multivariado como son el análisis de conglomerados, complementando con un análisis de varianza múltiple (MANOVA) a fin de corroborar la validez de la selección de los diferentes conglomerados.

En el análisis de conglomerados se hace una clasificación de conglomerados considerando el método de Ward, esta clasificación se describe en la sección 4.2.3.

A continuación se destacan los aspectos considerados para la operacionalización de este trabajo de tesis.

4.2.1 Operacionalización de la estrategia de investigación

Esta tesis se basa en una investigación al nivel del sector, que involucra a las PyME de maquinados de precisión de la zona industrial de Ciudad Juárez, Chihuahua. Por medio del análisis del sector se pretende identificar la naturaleza del conocimiento adquirido por los exempleados de las EMN, los motivos que tienen los exempleados para crear sus propias empresas y el nivel de capacidades tecnológicas alcanzado, clasificadas de acuerdo a las funciones técnicas de estas PyME.

La estrategia de investigación seleccionada para llevar a cabo el estudio fue, primeramente, un estudio piloto para identificar las características más importantes de la población, a fin de elaborar un cuestionario para aplicarlo en un censo, con la finalidad de tipificar toda la población, esta información se complementó con entrevistas, visitas a los talleres de maquinados, consultas con expertos y asistencia a reuniones de trabajo, consultas en Internet, a periódicos, revistas internacionales, para identificar cualitativamente todos y cada uno de los factores involucrados en la formación de las diferentes variables, debido a que el estudio señala aspectos que no han sido completamente investigados (Leonard-Barton, 1995b:40).

El estudio no se considera retrospectivo a pesar de utilizar información proporcionada por los propietarios, referente a los inicios de los talleres, pues no existe suficiente información cronológica. El caso fue seleccionado debido a las características de la zona industrial, como son la alta presencia de la IME, ya que la zona representa un ambiente propicio para la formación de PyME por exempleados, así como por la cercanía con la ciudad de El Paso en Texas, la frontera de Estados Unidos de Norteamérica, lo cual le confiere características difíciles de encontrar en otras regiones del país.

4.2.2 Fuentes de información

La información utilizada en esta investigación se recabó tanto en el estudio piloto llevado a cabo en febrero del 2002 y en el estudio de campo efectuado durante el mes de agosto del mismo año en Ciudad. Juárez, que consistió en la aplicación de un censo a los talleres de maquinados de precisión. Las fuentes principales fueron:

- **Entrevistas**

Las entrevistas se llevaron a cabo, principalmente, con socios de la Asociación de Industrias de Maquinados (AIM), se realizaron preguntas abiertas –cerradas con la finalidad de conocer el sector, su desarrollo, estructura y tipo de empresas. Se les hizo una introducción del objetivo que se perseguía con la entrevista. Las entrevistas fueron concertadas vía la CANACINTRA local, lo que facilitó el contacto con los propietarios. Posteriormente se concertaron las citas directamente, con propietarios que no pertenecían a la asociación ni a la Cámara. Las entrevistas, en su mayoría, fueron grabadas con la finalidad de captar toda la esencia, fueron realizadas de tal manera que se creara una atmósfera de confianza e informalidad, sin embargo mantener una línea de entrevista muy rígida es difícil, por lo que la estrategia fue dejarles que describieran la parte que les era mas familiar, e ir guiando la entrevista de tal manera que se obtuviera el objetivo. Asimismo se llevaron a cabo entrevistas con representantes de instituciones promotoras del comercio en El Paso, Texas, como son la cámara de comercio hispánica, la cual esta asociada con la Administración de pequeños negocios de los Estados Unidos (SBA) y la cámara de comercio de El Paso, también con un funcionario de la Small Business Development Center (SBDC), oficina ligada al Community College de El Paso, TX., y a la SBA, con la finalidad de identificar la forma en que se lleva a cabo la capacitación y el apoyo a los talleres que cuentan con oficinas de representación y/o talleres en esa región fronteriza. (Ver anexo B).

- **Reuniones**

Se llevaron a cabo reuniones con miembros de la Asociación de Industrias de Maquinados en los años de 2002 y 2003. Asimismo se llevaron a cabo talleres organizados por la UAM-X – CANACINTRA, el 7 y 8 de enero del 2003 para presentar los avances de la investigación, contando con la participación de propietarios de talleres de maquinados, gerentes de plantas maquiladoras, representantes de la CANACINTRA, gobierno del estado, logrando reunir a los actores más importantes de la región, a quienes se les planteó la dinámica existente entre los talleres de maquinados y la IME. También se llevaron a cabo encuentros informales con algunos propietarios de talleres, ingenieros y técnicos.

- **Observación directa**

Visita a diversos talleres de maquinados para observar en forma directa los equipos y las líneas de producción así como los productos manufacturados.

- **Internet**

A fin de identificar las características del maquinado de fixturas, herramientas y escantillones a nivel mundial, y considerando la importancia en la producción de la fabricación de este tipo de piezas metálicas por medio del maquinado, se requirió de ubicar el nivel tecnológico del tipo de maquinados que llevan a cabo empresas internacionales y en la frontera tecnológica, en este sector, por medio del Internet. Se lograron identificar los adelantos en tecnologías de proceso y de producto utilizadas por diferentes empresas internacionales, así como del nivel de investigación que se lleva a cabo en laboratorios privados y en universidades, principalmente de los Estados Unidos, considerando como premisa que esta pudiera ser la tendencia en el futuro, al incrementar la competitividad de estos talleres y al ampliarse su mercado del ámbito nacional al internacional.

- **El censo**

El censo constituye la principal fuente de información de esta investigación. La empresa Asesoría y Marketing fue la encargada de aplicar el censo, esta empresa alcanzó una efectividad cercana al 100%, se considera que se obtuvo esta eficiencia tomando en cuenta únicamente los talleres que estaban activos al momento de llevarse a cabo dicho censo. Esto se logró gracias a que se utilizó una técnica de "bola de nieve", lo que permitió identificar este gran porcentaje, ya que el censo se guió por medio de indagatorias con los propietarios entrevistados a fin de identificar otros talleres aledaños o conocidos. Posterior al cierre del censo, todavía se logró identificar a 4 talleres más. Vale señalar que se conjuntaron los objetivos de ésta empresa para la venta de publicidad y los de este trabajo de tesis. Los objetivos de la empresa eran vender publicidad de los talleres de maquinados de precisión, orientada a la IME. Esto creó una expectativa de todos los talleres por anunciarse dentro de la revista, lo que aunado a la técnica utilizada para conocer al universo de los talleres dio como resultado este nivel de efectividad. La estadística descriptiva proveniente del análisis de la información del censo se publicó en febrero de 2003, con el título "Estadísticas del sector de maquinados industriales en Ciudad Juárez 2001-2002" (Dutrénit, Vera-Cruz, Gil, et-al, 2003).

El cuestionario diseñado para el censo de los talleres de maquinados, se elaboró con información proveniente del estudio piloto, y se complementó con preguntas de dos cuestionarios elaborados el año 2000²², para ser aplicados a empresas del mismo sector metalmecánica, en Michigan U. S. A. El cuestionario se elaboró con 57 preguntas (Anexo C) que considera los siguientes aspectos:

- Características generales, fiscales y de Operación.-** En este rubro se consideran los generales de la empresa y del propietario, así como una revisión

²² Estos censos fueron aplicados a empresas de maquinados de precisión en la región de Nueva Inglaterra, en los Estados Unidos de Norteamérica²², como apoyo para identificar la problemática de la extinción de empresas de maquinados en la región, famosa por ser la zona geográfica donde se concentran los fabricantes líderes de turbinas. (Vease tesis de Beth Almeida, 2001)

general a los aspectos fiscales de la empresa, certificación de calidad, materiales del producto y descripción del producto, y de la propiedad de las instalaciones.

- ii. **Personal.**- se consideran aspectos como número de empleados en las categorías de técnicos maquinado, empleados, profesionistas y ejecutivos, experiencia en años en cada una de sus áreas, de capacitación, de las instituciones que les proporciona la misma, y de las barreras que enfrentan para llevarla a cabo.
- iii. **Maquinaria y producción.**- tipo de maquinaria, adquisición, antigüedad de la misma, tipo de software y su uso en el diseño y la producción, tipo y especialidad de productos fabricados, uso y destino de los productos, consumo de materia prima utilizada, proveedores, ventas en 2000 y 2001, inventarios de producto terminado y % de la producción, así como la participación porcentual de maquila en el total de clientes.
- iv. **Redes existentes.**- Relaciones de trabajo con otros talleres y su importancia, participación en cámaras de comercio o especializadas.
- v. **Estrategias implementadas en el último año.**- Estrategias más importantes implementadas en 2001, oficinas de representación y/o talleres en El Paso, TX., beneficios obtenidos por mantener oficinas en El Paso.
- vi. **Sistemas de calidad implementados.**- Precisión de los maquinados, ventas controladas por el cliente, instituciones locales que aseguran la calidad del producto de la empresa, existencia de planes formales de calidad, montos invertidos en calidad, equipo utilizado específicamente para el control de la calidad del producto.
- vii. **Financiamiento.**- solicitudes llevadas a cabo en instituciones crediticias para proyectos de inversión, casos exitosos de las solicitudes, barreras principales a la adquisición de créditos.
- viii. **Mejoras a procesos y productos.**- Acciones y resultados en la mejora de la manufactura, acciones para mejorar los procesos, acciones para mejoras o implementación de diseños, nuevos proyectos, modificaciones a las características del producto y aceptación del cliente

- ix. **Características del propietario.** formación técnica y profesional, institución de la que egresó, años de trabajo en la maquila, áreas de desempeño, cargos desempeñados, cursos de capacitación tomados dentro de la maquila y su orientación o disciplina, impulsos para decidir e iniciar una nueva empresa de manera independiente, cursos de capacitación tomados de manera independiente.

Se seleccionaron estos rubros de tal forma que con las respuestas se pueda determinar las estrategias seguidas por las EMN para la formación de capital humano, se caracterice la naturaleza del conocimiento adquirido por estos empleados y los motivos que tienen exempleados de las EMN para formar sus propias empresas, y se identifique la importancia del conocimiento base en la construcción de capacidades tecnológicas. La construcción de capacidades tecnológicas se identifica por medio de una taxonomía que involucre las funciones técnicas de esas PyME.

4.2.3 El análisis multivariado

El análisis multivariado es un conjunto de métodos estadísticos que permiten analizar simultáneamente medidas múltiples de cada individuo u objeto sujeto a investigación, bajo los supuestos de que las variables deben ser aleatorias y estar interrelacionadas de tal forma que sus diferentes efectos no puedan ser interpretados separadamente con algún sentido. En casi todas las técnicas estadísticas multivariadas, se considera la inferencia estadística de una muestra aleatoria. Si se lleva a cabo un censo de la población, entonces la inferencia estadística no es necesaria, porque cualquier diferencia o relación por pequeña que sea, es <verdad> y existe. (Hair *et al*, 1999:8).

El análisis de conglomerados es una técnica analítica que no se basa en la inferencia estadística, y sirve para desarrollar subgrupos de individuos u objetos, en un número de grupos mutuamente excluyente y esta basado en las similitudes entre las entidades. Esta técnica a diferencia de otras se utiliza para identificar grupos homogéneos considerando varias variables, se basa en una medida de similitud entre cada par de observaciones, considerando la distancia entre pares de observaciones, en esta tesis se utiliza la distancia euclídea (en línea recta). Esta distancia indica que entre más

pequeña la distancia, nos advierte de mayor similitud entre los pares. (Hair *et al*, 1999:13,494)

Un objetivo de la técnica de conglomerados es considerar la disminución de dimensionalidad, la simplificación, complementando con otros análisis a fin de identificar tipologías y proponer hipótesis para explicar el comportamiento de las variables originales en las tipologías.

Existen dos técnicas, una de las cuales considera el agrupamiento jerárquico y la otra el agrupamiento no jerárquico. La primera técnica se utiliza en casos donde las muestras son menores a 300 observaciones, como es el caso de esta tesis. El paquete estadístico JMP versión 4.0, utilizado como herramienta para esta tesis, lleva a cabo la medición de las distancias con el método de Ward, el cual considera la varianza mínima en el agrupamiento jerárquico. El método de Ward forma conglomerados más o menos del mismo tamaño y de forma esférica, considerando la estandarización de las variables para llevar a cabo un análisis homogéneo entre las mismas. Posteriormente se grafican los perfiles para validar cada conglomerado utilizando el análisis de varianza múltiple (MANOVA), bajo el cual se diferencian los conglomerados formados previamente. De esta manera se conforman los diferentes conglomerados mostrando sus gráficas de perfiles y la gráfica biplot, la cual está ligada al análisis discriminante. La metodología del análisis multivariado llevada a cabo, consiste primeramente en seleccionar las variables a utilizarse, las cuales se estandarizan considerando lo siguiente:

- Las variables categóricas (0,1; si, no) se convierten en variables ficticias o (dummy), de tal forma que consideren un intervalo continuo entre 0 y 1; una vez realizado esto, se estandarizan con la formula $Z = (Y_i - \bar{Y}) / S$, donde "S" representa la desviación estándar de la muestra. Esto permite que no existan diferencias entre los valores estandarizados, cuando solo cambia la escala.
- Utilizando el paquete estadístico JMP, se seleccionan las variables para conformar los conglomerados, los cuales se validan primeramente considerando que no existan conglomerados con valores atípicos (menor a 5 observaciones).

- Posteriormente se completa la validación haciendo un análisis de Manova a los conglomerados, considerando las medias de los valores de las variables utilizadas, buscando que exista significancia entre los conglomerados y observando que no exista traslape entre los mismos.
- Se hace una gráfica donde se concentran los valores de cada variable correspondiente a cada conglomerado, esta gráfica muestra la media de todas las variables con sus correspondientes desviaciones estándar.
- Por último se caracterizan cada una de los conglomerados de acuerdo a la aportación de cada variable en el conglomerado.

4.2.4 Análisis de la evidencia.

El análisis de la información inició en el trabajo de campo. Un análisis preliminar se llevó a cabo en el sitio de trabajo después de analizar grabaciones y notas de algunas de las entrevistas; el objetivo fue identificar eventos importantes en las entrevistas que permitieran continuar con las preguntas y detectar omisiones en los datos o bien conflictos en la información, dando lugar a que se validara la misma por medio de cruces con diferentes entrevistados. Una vez llevado a cabo el trabajo de campo, se analizó la información a fin de conceptualizar y comparar de acuerdo a los diferentes enfoques de los entrevistados.

El análisis estadístico del censo permitió agrupar a los talleres de acuerdo a las características de los propietarios considerando su nivel de escolaridad, el tiempo de permanencia dentro de la maquila y el tipo de capacitación a la que accedieron. También permitió agrupar a los talleres de acuerdo a su nivel de construcción de capacidades tecnológicas, por función técnica, considerando las características de las variables involucradas.

Para caracterizar las diferencias en las capacidades de producción y las tecnológicas de innovación primeramente se hace una clasificación de talleres por medio del análisis de conglomerados para identificar cada una de las funciones técnicas de inversión, de

proceso y de eslabonamiento. Por medio de las diferencias en las categorías de cada conglomerado se identifica el nivel de acumulación, apoyándose en la taxonomía establecida primeramente por Lall (1992) y mejorada por Bell y Pavitt (1995).

Para caracterizar las capacidades de proceso de los talleres de maquinados se lleva a cabo una metodología utilizada por la U.S. Environmental Protection Agency, en la cual se crean variables por medio de una primera clasificación de conglomerados validados por el análisis de varianza multivariado (Manova). La segunda clasificación es considerar a todas las nuevas variables con diferentes atributos y llevar a cabo nuevamente una clasificación de conglomerados y de Manova a fin de determinar los grupos más homogéneos y así determinar los niveles en las capacidades de proceso. Las primeras variables obtenidas son las de calidad, procesos y las de estrategias y mejoras. El conglomerado de procesos se obtiene de estas variables en la sección 7.2.2.4

CAPÍTULO V

La Inversión extranjera directa en México: La industria maquiladora de exportación

Este trabajo de tesis tiene como objetivo el estudio de las derramas tecnológicas generadas por la IED y su relación en la construcción de capacidades tecnológicas. En este capítulo se lleva a cabo un análisis de la IED, su origen y evolución. Posteriormente se analiza el programa maquilador como una forma de IED, y su desarrollo en la región de Ciudad Juárez, Chihuahua, con la finalidad de entender el contexto en el que se generan las derramas tecnológicas, debidas principalmente a la movilidad de los empleados de las EMN. Para este trabajo de tesis la IED esta representada por las empresas maquiladoras, que son empresas filiales o subsidiarias de EMN. A fin de contextualizar la formación de empresas de maquilados, primeramente se analiza de manera general la historia de la empresa transnacional, a la que posteriormente se le denominó empresa global, desde la perspectiva de su evolución y su relación con la IME. Enseguida se aborda el tema de la IME en México, su evolución y desarrollo, enfocados a la región de Ciudad Juárez, Chihuahua.

5.1 La inversión extranjera directa

5.1.1 Origen y evolución

Dabat (2000) señala que una de las formas de IED, es la inversión manufacturera, la cual se inició desde 1950 por grandes empresas transnacionales principalmente de los Estados Unidos de Norteamérica. La hegemonía desarrollada por la gran empresa estadounidense inicia con el proceso de inversión manufacturera en Europa, Canadá y América Latina, dando lugar al proceso de inversión extranjera directa (IED). Este proceso, tiene su auge en los años de 1957-58, su debilitamiento inicia en 1965 y concluye en los años de 1974-75. La IED, surge por la expansión internacional de la gran empresa, la cual fue estratégicamente orientada a la penetración de mercados nacionales protegidos, a través de la creación de empresas filiales, con el fin de

aprovechar las ventajas oligopólicas derivadas del desigual desarrollo tecnológico y económico. A partir de 1980, las empresas estadounidenses dejan de ser la principal fuente de IED en el mundo, convirtiendo a los Estados Unidos de Norteamérica en el país importador de capitales más importante en el periodo de 1985-88. Las empresas japonesas se convertirán en exportadoras de capital a escala mundial, pues para la década de 1980, las empresas japonesas ya habían logrado desarrollar industrias de alta tecnología, en un proceso que iniciaron desde 1968. Esto abrió una competencia por el mercado estadounidense y otros mercados importantes en el mundo, competencia que Fajzylber (1988) denominó 'Competencia estructural o Competencia global, y que en 1996 Chesnais denominó 'Competencia sistémica. (Dabat, 2000; 21-27)

En una primera etapa, la empresa transnacional estuvo caracterizada por una estructura vertical como se mencionó anteriormente, lo que permitió el control del mercado, imponer precios y garantizar los flujos de materias primas²³. De tal manera que reproducían su estructura productiva en los países donde invertían, manteniendo control sobre sus filiales en el extranjero. Al iniciarse la competencia por los mercados más importantes, las posibilidades de la empresa integrada verticalmente y la explotación de las economías de escala se vieron limitadas, debido principalmente a la diversificación. En esta etapa el crecimiento económico de la empresa multinacional, dependerá más de la versatilidad de los obreros multicalificados, de la reducción de costos vía la disminución de desperdicios, la optimización de la producción y la implantación de sistemas de calidad.

Para Pozas(2000), las grandes corporaciones en lugar de disolverse debido a la crisis de los años setenta del siglo pasado, surgen transformadas en empresas red, esto es, desarrollan redes de subcontratación que funcionan vertical y horizontalmente como una red de cooperación. Los subcontratistas mantienen ahora una estrecha relación con sus clientes, estos últimos al otorgar contratos de largo plazo tienen la oportunidad de compartir los diseños de las partes y los componentes. Este proceso de producción también propició la concentración de capital y la creación de firmas globales, que por

²³ Williamson, 1985, citado por Maria De los Ángeles Pozas, pp194.

su poder económico adquieren el control sobre su mercado. Así, las grandes empresas de los países del primer mundo, transitan de una estrategia de inserción mundial sustentada en las exportaciones a una estrategia de producción internacional. Esto se explica porque en el primer estadio de la empresa transnacional, la instalación de empresas en el exterior responde a la búsqueda de mano de obra barata para los procesos intensivos en este recurso. Mientras que en el segundo estadio, las ventajas pasan a ser las características como la diferenciación del producto, las relaciones con el cliente y la propiedad tecnológica. [Pozas, 2000:194-197; Sklair, 2000] Debido al alto índice de diferenciación e innovación de los competidores, fue necesario que las EMN brindaran una respuesta rápida y flexible ante cambios en la demanda en un mercado específico. Pero ante la competencia, los mercados se multiplican, entonces se buscan socios locales maduros con una amplia participación de su mercado. Lo que excluye a la gran mayoría de las empresas de capital nacional en nuestro país. (Pozas 2000; 206-208)

Por los factores antes mencionados, diversos autores señalan que la crisis surgida por la terminación de la expansión internacional de la gran empresa estadounidense en el período de 1974-75, se transformaron sus estrategias transitando de una estrategia de inserción mundial, sustentada en las exportaciones, a una estrategia de producción internacional.

5.1.2 El programa maquilador en la frontera norte

Pozas (2000: 215) señala las 3 vías por las cuales entra la IED en nuestro país: a) por la instalación de subsidiarias, b) por medio del programa maquilador, y c) por la asociación con empresas locales. El programa maquilador²⁴, fue la vía que el gobierno mexicano utilizó a mediados de la década de 1960, para iniciar la entrada de la IED, principalmente de origen estadounidense, en una franja de 10 millas en la frontera norte del país. Este programa maquilador inició con el "Programa de Industrialización

²⁴ Fernández-Kelly (1987: 151). señala que el PIF, se introdujo al país después que el secretario de comercio viajó al Este-Asiático, ya que el modelo maquilador es el mismo modelo observado en el Este-Asiático.

Fronteriza (PIF)", conjuntamente con el "Programa Nacional Fronterizo" (Pronaf). Los cuales surgen ante la necesidad del gobierno mexicano por abatir los altos índices de desempleo existentes en la región, los cuales iniciaron desde principios de la década de 1960. (De la O, Maria Eugenia, 1994; 39) desempleo originado por la escasa industria local, y la terminación del programa "Bracero" en la región del norte del país. (Santiago, G., 2000). Al inicio del PIF, México se encontraba en el periodo de mayor auge del modelo de sustitución de importaciones (MSI), mientras que el proceso de IED de la gran empresa estadounidense en el mundo, iniciaba su debilitamiento, el cual concluyo con la crisis de 1974-75.²⁵

Dentro de esta franja fronteriza de 10 millas, se podían establecer plantas ensambladoras o empresas que utilizaran insumos importados, para su producción y ensamble, reexportando los bienes terminados a su planta matriz. Desde el decreto de origen, a estas plantas ensambladoras se les denominó maquilas. (Carrillo, 1998:62)²⁶ El aliciente para estas plantas ensambladoras, fue el estar exentas de los impuestos correspondientes a las importaciones y exportaciones, pagando únicamente los impuestos propios del valor agregado generado por la mano de obra utilizada en la producción de ensamble, dentro del territorio nacional (Lowe y Kenney, 1999:1433)(Vargas, 2000: 5) (Buitelaar y Padilla 2000:1629).

Por el lado de los Estados Unidos de Norteamérica, las corporaciones tomaron ventaja del programa tarifario 806.30/807 (ahora 9802.00.80/9802.00.60), establecido como parte de una estrategia del gobierno norteamericano para fortalecer la competitividad de las empresas norteamericanas,(Buitelaar y Padilla, 2000;1629) y aprovecharon el costo de la mano de obra para ensamblar bienes en el lado mexicano, sin pagar impuestos de exportación e importación, sino únicamente impuestos generados por la mano de obra. (Brooks y Keneth. 2001; De la O, Maria Eugenia, 1994; 38)

²⁵ Vease pie de pagina No 11 en Dabat (2000:25)

²⁶ Véase párrafo 3º. Del artículo 321 del Código aduanero de los E. U. M, donde se estipula como Fomento de la Industria Maquiladora. Vease (Taylor, 2000)

Este programa maquilador se fue transformando debido a que originalmente las plantas maquiladoras no estaban autorizadas a vender productos terminados en el mercado nacional, pero diferentes decretos emitidos en años posteriores permitieron la venta de sus productos. Asimismo se sucedieron cambios en el decreto original, ya que en 1971 se permitió a las plantas maquiladoras instalarse en ciudades y costas del interior de la república, y en 1972 a todo el territorio nacional, exceptuando zonas industrializadas. (Buitelaar, Padilla y Urrutia, 1999; 143) Posteriormente, en el año de 1994 se firmó el "Tratado de Libre Comercio de América del Norte" (TLCAN), en este mismo año, se extendió el programa maquilador a las empresas proveedoras de bienes y servicios a la actividad maquiladora, con el objetivo de lograr una mayor integración con la industria local. En términos generales dicha integración no ha sido exitosa, pues el nivel de insumos se ha mantenido sustancialmente bajo, ya que desde 1991 hasta el 2002, ha sido menor al 4%. Para el 2010, el TLCAN permitirá el acceso al mercado estadounidense de productos de origen mexicano, por lo que autores como Buitelaar y Padilla (2000; 1631) señalan que el programa maquilador dejará de ser operacional en la relación México- Estados Unidos²⁷.

Para algunos autores se identifican 3 periodos en la evolución del programa maquilador, desde sus inicios en 1965 hasta finales del siglo pasado²⁸. El primer período abarca de 1965 a 1983 y se caracteriza por una tasa de cambio sobrevaluada, una recesión en los Estados Unidos y en los últimos años de este período, con una recesión en la economía mexicana, así como por un predominio de la mano de obra femenina, debido a una mayor presencia de la industria textil. Algunos autores consideran que en esta primera etapa, en el programa maquilador no existió una visión de permanencia de la empresas estadounidenses, y tampoco existieron intenciones de penetrar en el mercado mexicano, porque éste se encontraba protegido. (Buitelaar, 2000; Lowe y Kenney, 1999; Morales, 2000; Vargas, 2000) Además durante el primer quinquenio, las plantas maquiladoras

²⁷ El 1º. de Noviembre de 2006, se modificó el decreto para el fomento y operación de la IME por el "Decreto para el fomento de la industria manufacturera, maquiladora y de servicios de exportación", abrogándose también el programa PITEEX.

²⁸ Vease Barajas et-al (2004)

mantuvieron una inestabilidad en algunas regiones de la frontera norte, lo que desanimó a los proveedores locales por buscar un contacto con estas plantas maquiladoras. A partir de la modificación del decreto maquilador en el año de 1971, se incrementó ligeramente la instalación de nuevas plantas, alcanzando un total de 454 plantas para el año de 1975, aunque desafortunadamente por la recesión estadounidense algunos establecimientos se vieron en la necesidad de cerrar. Fue hasta 1978 que se reinició la recuperación en el número de plantas instaladas, que posteriormente se vieron favorecidas por la crisis mexicana de 1982, ya en el año de 1983 el número de plantas instaladas alcanzaban las 600. A finales de esta década de 1970, se inicia la inserción de filiales de EMN del sector automotriz ya que se instalan plantas para el ensamble de vestiduras y arneses eléctricos automotrices, estos últimos integrados por conductores eléctricos y componentes para sistemas eléctricos.

La segunda etapa de la IME se ubica en los años de 1983 a 1992, durante el inicio de este período cambia la política industrial del país, la promoción de las actividades de exportación se consideran importantes. También se considera la venta en el país, de hasta un 20% de la producción maquiladora. En este período se implantan programas para la simplificación administrativa, así como programas para la integración de insumos nacionales en la producción maquiladora, para lo cual se crea el Programa de Desarrollo de Proveedores de Insumos Nacionales, o que llevo al planteamiento de metas y al desarrollo de esfuerzos, que desafortunadamente no dieron los frutos esperados. (Carrillo y Miker, 1998; 34-35)

Durante este período, dentro del sector maquilador disminuyó la presencia de la industria de la confección y por consiguiente también la presencia de la mujer, por lo que se incrementó la mano de obra masculina, y se registro un incremento en el numero de plantas maquiladoras filiales de grandes empresas transnacionales de autopartes y de ensamble de automóviles. En este período se registran importantes cambios tecnológicos dentro de estas plantas manufactureras, (Morales, 2000) debido a la adopción de nuevos sistemas de producción, iniciados por las empresas japonesas, que se convierten en una fuerte competencia para las empresas estadounidenses (Mefford y

Bruun, 1998:434). Algunos autores consideran que el proceso de apertura de la economía mexicana se acelera en la segunda mitad de la década de 1980, ya que se establecen regulaciones que favorecen la inversión extranjera y la transferencia de tecnología. (Buitelaar y Padilla, 2000)

El tercer período de la maquila se considera que inicia a partir de 1993, este período se caracteriza por un incremento gradual en el número de empresas instaladas, hasta llegar a su máximo en el año 2000. En 1994 se firmó el tratado de libre comercio con Canadá y los Estados Unidos de Norteamérica (TLCAN), observándose cambios importantes en los procesos de producción, incrementándose la capitalización de la industria maquiladora, y por consiguiente las características en la calificación de la mano de obra. (Vargas, 2000:7)

Para algunos autores, las características de operación de las plantas maquiladoras no se modificaron en cuanto a la importación de insumos, por lo que consideran que la maquila es un eslabón de la cadena industrial transnacional, que no puede considerarse como posible motor de la industrialización del país. (Morales, J., 2000:28-34; Sklair, 2000) En la gráfica 5.1, se aprecia la evolución en términos del número de plantas instaladas, asimismo se aprecian diferentes periodos de crecimiento. (Buitelaar y Padilla, 2000)

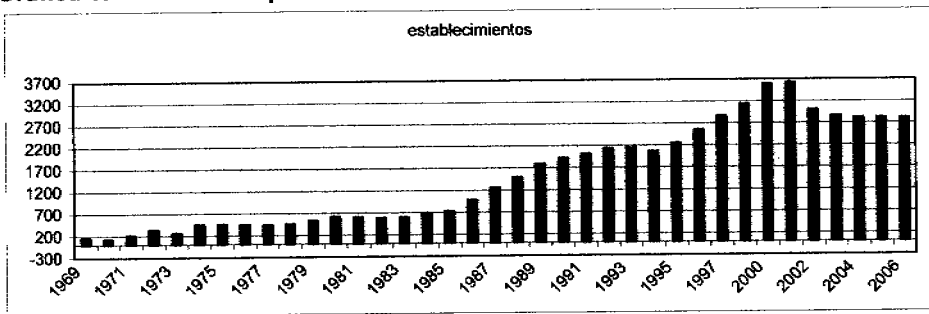
Se considera que el crecimiento en el número de establecimientos maquiladores, se debió a la cancelación en 1972, de la restricción para ubicar plantas fuera de la franja fronteriza, por lo que para el año de 1998 en 24 estados de la república se tenían instaladas plantas maquiladoras, incluido el Distrito federal (Vargas, 1998).

Para el año 2000 se había instalado al menos una planta maquiladora en cada uno de los 31 estados de la república. Dos tercios del total de las plantas instaladas, estaban en la frontera norte del país, siendo Chihuahua y Baja California los estados con el mayor número de establecimientos, y Tijuana y Ciudad Juárez eran las ciudades con mayor presencia de plantas maquiladoras, ya que en Tijuana se había instalado el 58% del total de los establecimientos existentes en el estado de Baja California Norte,

mientras que en Ciudad Juárez se ubicaban el 77% de los establecimientos existentes en el estado de Chihuahua.(Warden, 2000:9)

A partir del año 2000 y hasta mediados del 2003 se inició un descenso en el número de plantas por el cierre de actividades de algunas maquiladoras, y por consiguiente un descenso en la producción. Para el año 2005 se tenía registrado un déficit de 915 plantas, con respecto a las instaladas en junio del 2001, fecha en la que se detectó el máximo histórico de este siglo. Sin embargo para el 2008, se espera un decremento en la producción debido a la recesión económica estadounidense.

Gráfica 5.1 Plantas Maquiladoras Instaladas en México 1969-2006.



Fuente: INEGI. 2006.

En lo que se refiere a la distribución por actividad, autores como Warden, S. (2000) señalan que esta distribución se modificó sustancialmente desde 1979, incrementándose de manera importante el número de plantas en cada actividad. Por ejemplo en el año de 1979 predominaban las actividades que involucraban materiales eléctrico-electrónicos y de textiles y ropa con 124 y 122 establecimientos respectivamente. Para 1985 4 sectores, incluidos los antes mencionados, tenían más de 350 establecimientos cada uno. (Warden, 2000). Al analizar el tipo de actividad de las plantas maquiladoras en la frontera, autores como Warden (2000:11) y Vargas (2000) observan que existe una distribución geográfica, por ejemplo, en Tijuana se registra la mayor concentración en plantas maquiladoras de la electrónica, especialmente televisores, mientras que en Ciudad Juárez se concentran empresas del sector

automotor, debido a que la región agrupa el mayor número de plantas maquiladoras fabricantes de arneses eléctricos.

5.1.3 Estrategias seguidas por las plantas maquiladoras.

A mediados de la década de 1960, las compañías estadounidenses, principalmente las de componentes electrónicos, enfrentaron la competencia a escala internacional con compañías japonesas. Por lo que iniciaron el desplazamiento de su producción intensiva en mano de obra fuera de su país. Esta acción fue apoyada por el gobierno estadounidense al establecer la tarifa arancelaria 807²⁹, para permitirles cubrir únicamente el arancel correspondiente al valor agregado generado fuera de la unión americana.

La estrategia que siguieron los corporativos de las plantas maquiladoras, fue la de mantener en la matriz las etapas de la producción en las cuales mantuvieran una ventaja comparativa (I&D, trabajo técnico intensivo en capital), subcontratando aquellas etapas de la producción en las cuales no tenían esa ventaja comparativa (principalmente intensivas en mano de obra). Los salarios representaban una gran ventaja en este tipo de producción, por lo que México resultó atractivo en este rubro a comparación del mercado estadounidense. (Warden, 2000; Ampudia, 2000:228)

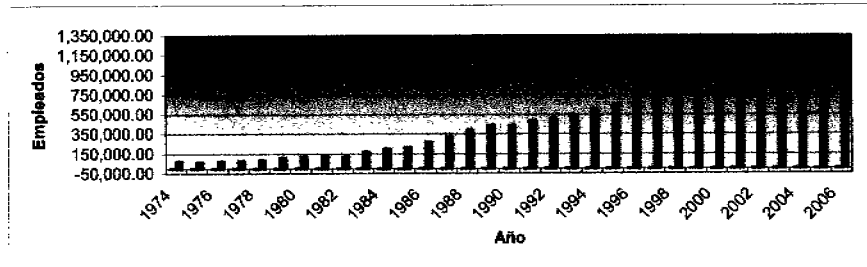
Este aspecto ha sido resaltado en varios estudios, se ha observado una disminución del salario real y, también, una disminución en la participación del valor agregado, lo que algunos investigadores han interpretado como una tendencia hacia técnicas de producción más intensivas en capital. (Buitelaar, Padilla, Urrutia, 1999) Lo cual pudiera contrastarse con lo señalado por Ampudia (2000), quien señala que hasta 1998, existió una mayor contratación de personal eventual y pocas excepciones de personal permanente.

²⁹ Posteriormente se introdujo la tarifa 806.30, las que actualmente se consideran dentro de las cláusulas 9802.00.60 y 9802.00.80, del Harmonized Trade System (HTS) de los USA.

En la gráfica 5.2 se puede apreciar la evolución del empleo en la maquila a partir de 1974, donde se observó que en los años de 1975 y 1982 hubo una ligera disminución del empleo, y todos los años posteriores a estas fechas y hasta 1992, han sido años de crecimiento constante y moderado. Pero a partir de 1994 el crecimiento fue mayor, alcanzando tasas de crecimiento superiores al 15% en cortos periodos como el de 1995 a 1997, este patrón concuerda con el incremento en el número de establecimientos a partir de 1994, lo que mantuvo esta tendencia en el empleo hasta el año 2000. (Ver gráfica 5.1). A pesar de este crecimiento en el empleo, autores como Carrillo y Miker (1997) y en entrevistas con propietarios de empresas de maquinados, resaltan la existencia de una de las mayores desventajas a las que se han enfrentando las plantas maquiladoras, como es la alta tasa de abstencionismo y los elevados índices de rotación de los obreros. (Entrevistas a propietarios de talleres de maquinados)

Para Warden (2000) la IME sopesa ventajas como la mano de obra barata contra posibles desventajas como distancias entre mercados, posibles proveedores, la ausencia de infraestructura, barreras culturales y la posibilidad de riesgos. Asimismo, esta autora considera que en México las plantas maquiladoras han encontrado otras ventajas de inversión, con una gran frontera para acceder al mercado estadounidense, ya que el 60% de la plantas maquiladoras pertenecen a corporativos de este país. Esta ventaja geográfica se pretendió aprovechar, generando la posibilidad de estar cerca de la planta gemela y así aumentar las eficiencias administrativas como las economías de escala.

Entonces de esta forma, se podría tener la capacidad de separar procesos de producción de acuerdo a los precios de los factores productivos, siendo esta una característica ideal de la planta gemela. Por lo que una buena infraestructura de comunicaciones, principalmente la facilidad del transporte a los Estados Unidos de Norteamérica, ayudaría a mejorar la comunicación entre las plantas ubicadas en la frontera y las plantas ubicadas en la parte central de la Unión americana, lo que nunca llegó a realizarse. (Warden, 2000)

Gráfica 5.2 Evolución del Empleo en la IME 1974-2006

Fuente. Con datos del INEGI. 2006 es dato preliminar

Para Mefford (1998:436] otra estrategia que siguen los corporativos, es integrar dentro de un sistema a las plantas manufactureras ubicadas en diferentes países, lo que permite la producción tanto para el mercado doméstico como para el de exportación. Esto obliga a los corporativos a exigir a las maquiladoras o filiales, instalar procesos de producción mucho más eficientes, de tal manera que se integre una producción global con las mismas características de calidad y ajustes de costos, esta es una práctica común en algunas plantas maquiladoras en el país, de esta manera las plantas integradas participan, en los diseños y en los procesos de producción, por lo que las operaciones de las plantas foráneas, no son vistas como un 'proceso mas', principalmente cuando se trata de las operaciones que llevan a cabo plantas estratégicas ubicadas en los países en desarrollo. Primeramente, las plantas maquiladoras ubicadas en los países en desarrollo, se integran a través de un proceso tecnológico, donde los sistemas de calidad son la base fundamental de la estrategia, así estas plantas foráneas se convierten en parte integral de la producción global, contando con características homogéneas y además tomando participación en las decisiones por su papel asignado dentro de la visión de la producción global. Diversos autores resaltan que en la parte de los procesos de producción de las empresas multinacionales, los profesionistas repatriados tendrán un valor muy importante en la adopción e implementación de estos procesos para crear una cultura organizacional.

Rivera (2000) señala que muchas empresas al concentrarse en el ensamble final a partir de la importación de partes y componentes, pierden una buena parte del campo de actividades tecnológicas, actividades como el mantenimiento, la adaptación de equipo, el diseño del producto, y la ampliación de las líneas de producción, son actividades importantes de las cuales depende el aprendizaje tecnológico.

Estas son solo algunas de las características con las cuales evolucionaron las plantas maquiladoras en la frontera norte de México, y Ciudad Juárez fue la región fronteriza en la que se inicio la instalación de este tipo de plantas maquiladoras y donde el número de plantas y empleo son representativos del estado.

En este siglo se ha mantenido un descenso en el comportamiento de la IME, debido principalmente a las variaciones económicas de la economía estadounidense, lo que marca una vez más que la IME esta atada al ciclo de demanda de la economía norteamericana. Lo anterior se refleja en la grafica 5.2 para los años 2000-2003, años en los cuales se observa un descenso en el empleo, el cual se recupera hasta el 2004, sin embargo también se observa que ni en el 2006 se alcanzan los mismos niveles del 2001, y para el 2008 la situación no parece mejorarse debido a la recesión económica estadounidense. A continuación se analiza la evolución de la IME, principalmente en la región de Ciudad Juárez. Este análisis toma en cuenta diferentes enfoques planteados dentro de la vasta literatura existente.

5.2 La Maquila en Ciudad Juárez.

5.2.1 El Periodo pre-maquilador y el inicio del Programa de Industrialización Fronteriza

Desde 1942, con la firma del programa Braceros³⁰ entre México y los Estados Unidos, se inicio un crecimiento poblacional en la frontera de Ciudad Juárez, debido principalmente a que la ciudad se convirtió en paso obligado de los migrantes a los Estados Unidos. Al término de este programa en 1964, en la región se genera un

³⁰ Este programa estaba orientado a contratar peones agricolas para los Estados Unidos durante la segunda guerra mundial[de la O, Maria Eugenia ,2000:159]

creciente desempleo por el retorno de los migrantes que participaron en este programa.³¹

Para la década de 1960, la configuración de la economía local se había modificado, en parte debido al rápido crecimiento de la población y al poco crecimiento industrial, lo que originó se incrementara el desempleo. En esta década se cerraron algunas empresas, como la empacadora de carne del municipio, la compañía de Fierro Comercial y la empresa textil de Río Bravo, permanecieron la siderúrgica, la fabricación de productos metálicos, la producción de cerveza y whisky, los molinos de trigo y la fabricación de ropa y calzado (de la O, María Eugenia 2000:153-16; entrevistas).

En un afán por incrementar la infraestructura comercial y las inversiones en la región y con la finalidad de acrecentar la oferta de productos nacionales entre los residentes fronterizos, en 1961 el gobierno federal realizó una inversión de 140 millones de pesos para atenuar la difícil situación económica, sin embargo esta acción no tuvo los resultados que el gobierno esperaba. Fue hasta 1965 cuando se inicia el programa maquilador, soportado en el 'Programa de Aprovechamiento de la Mano de Obra Sobrante a lo Largo de la Frontera con Estados Unidos', con el propósito de disminuir el desempleo de la región, este programa, se transformó en el Programa de Industrialización Fronteriza (PIF). (Santiago, 2002)

Al igual que otras ciudades fronterizas, Ciudad Juárez promovió este programa por medio de un grupo de inversionistas locales, quienes se apoyaron en los resultados de un estudio realizado en 1964 por Arthur D. Little, quien recomendó una estrategia de desarrollo sustentada en la creación de empleos de baja experiencia laboral y bajo costo, con el objetivo de servir al mercado estadounidense (Santiago, 2002).

A partir de este programa, en 1966 se instalan en Ciudad Juárez las primeras maquiladoras, entre estas primeras empresas maquiladoras destacaron cinco empresas de capital local que pretendieron aprovechar las ventajas arancelarias, sin embargo

³¹ Para referencias acerca del inicio de las zonas de libre comercio en la frontera, y el posterior desarrollo de la maquila ver, Leslie Sklair (1989).

este régimen fiscal estaba orientado más hacia las empresas extranjeras, por lo que al paso del tiempo fueron desplazadas del mercado. (De la O, María Eugenia, 2000: 166-181) Al inicio del programa maquilador y hasta la siguiente década, la instalación de plantas maquiladoras en la frontera fue lento, pero muy eficiente, Santiago (2002) refiere que en 1969 ya se habían instalado en la frontera 147 plantas dando empleo a 17 000 personas.

En 1964, inician las operaciones del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez (ITCJ), el cual originalmente era escuela técnica industrial desde 1935. Este instituto implementó varias licenciaturas en 1966, como las ingenierías en: mecánica, eléctrica, electrónica y producción, iniciando con 53 alumnos. (www.itcj.mx)

La instauración del programa maquilador dentro de un modelo de sustitución de importaciones prevaleciente en los 60's en México, fue un régimen fiscal que se estableció con la finalidad de primeramente disminuir el desempleo en la región fronteriza y además sirvió para atenuar las deficiencias de la región debidas a la falta de una infraestructura local suficiente para generar un dinamismo económico.

5.2.2 Período 1970-2000

5.2.2.1 Década de 1970

A principios de la década de 1970 ya se habían instalado en Ciudad Juárez 22 plantas maquiladoras de capital estadounidense. Aproximadamente la mitad de esas plantas estaba dedicado a la rama textil, entre las empresas más importantes a esa fecha se encontraban RCA, Coilcraft, Hatch, Vestamex y Acapulco fashion. A principios de 1971 se instalaron plantas como Convertors, Silvana, Centralab, AMF y Ampex, las cuales se dedicaban al ensamble de artículos eléctricos y electrónicos, para 1975 el número de plantas maquiladoras había crecido a 86, sin embargo por la recesión en los Estados Unidos, muchos establecimientos empezaron a cerrar (Santiago, 2002) A partir de 1977 reinició el establecimiento de nuevas plantas maquiladoras en la región, instalándose en la localidad un nuevo sector, el automotriz. La General Motors instaló plantas para

ensamblar cableados automotrices (arneses eléctricos), Ford instaló plantas para fabricar vestiduras para asientos, la compañía japonesa Yasaki instala una planta para arneses, y Chrysler en 1979 instala otra ensambladora de arneses (Santiago, 2002; Carrillo y Miker, 1997; 46).

A principios de los 70's egresan ya las primeras generaciones de la licenciatura del ITCJ, por lo que se presume que algunos de los ingenieros egresados se incorporaron a las plantas maquiladoras existentes en la región. En el año de 1973 se inaugura la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

5.2.2.2 Década de 1980

En la primera mitad de la década de 1980 se instalan nuevas plantas de la industria electrónica y de autopartes, a finales de esta década ya existían 145 plantas en electrónica y 45 en la actividad de autopartes. El sistema de producción continuaba utilizando procesos de conversión basada en operaciones de ensamble, utilizando equipo semiautomatizado y algunas plantas contaban con maquinaria microelectrónica.

Brown y Domínguez (1989) consideran en su estudio³² una muestra de 20 plantas maquiladoras, observaron procesos intensivos en mano de obra, así como equipo semiautomatizado. Algunas de las plantas maquiladoras contaban con maquinaria microelectrónica, así como con maquinaria manual (tradicional). Lo relevante del estudio fue el número de máquinas herramientas que observaron y su incremento durante el período de 1980-1987. Destacándose en la muestra de 56 compañías, maquinaria como el torno de control numérico computarizado (CNC), los centros de maquinados (también CNC) y las máquinas de electroerosión (EDM), las compañías del sector automotriz y de autopartes eran las que contaban con mayor cantidad de maquinaria. (Domínguez y Brown, 1998; 35-37), lo que manifiesta que aproximadamente fue hasta el año de 1980 que se inició la adquisición de máquinas herramientas de control numérico computarizado, por lo que las autoras denominan a este proceso como

³² Además de considerar a 56 compañías, adicionan una muestra de 20 plantas maquiladoras. (Brown y Domínguez (1989:35)

la difusión de tecnologías de *automatización flexible*³³. Después de 1983 se inició también el uso de la tecnología CAD/CAM.

De la O. (2000:187-188) señala que, para algunos autores, la actualización de maquinaria es una modalidad de adaptación tecnológica en la planta, mientras que para otros autores, es parte de una de modernización estructural'. La actualización del equipo por parte de algunas empresas obedeció a la demanda de altos estándares de calidad, requeridos para poder exportar, esto obligo a las plantas maquiladoras a capacitar a sus técnicos, supervisores y obreros en los sistemas de calidad, como también lo señalan Domínguez y Brown (1998:41), *"la empresa matriz pidió a sus proveedores la instalación de aulas y plantas para capacitar a sus obreros, e implementó visitas sorpresa para verificar la introducción efectiva de nuevos métodos para el control de la calidad"*. Algunos de los propietarios de talleres de maquinados entrevistados, resaltan el aspecto de la capacitación dentro la maquila, en el censo de talleres de maquinados. A la fecha siguen realizando esta metodología las plantas maquiladoras, para certificar, especialmente, los sistemas de calidad de los posibles proveedores. (Entrevistas a propietarios de talleres de maquinados)

Vargas (2000) destaca que a finales de 1989 el porcentaje del personal técnico contratado se incrementó representando el 12.6% de los nuevos empleos, característica que prevaleció hasta el año de 1999. Este tipo de contratación es congruente con la implementación de nuevos sistemas de calidad en el ensamble o la producción, conjuntamente con la introducción de una mayor difusión de tecnologías automatizadas, que iniciaron algunos corporativos a nivel global. Debe resaltarse que el proceso de organización sustentado en la implementación de sistemas de calidad, en las empresas automotrices inició a nivel mundial a principios de la década de 1980. Evans (1993:61-63) refiere que en 1981 la Ford Motor Co., inició los primeros contactos con Deming, con la finalidad de iniciar la implementación del uso de herramientas de calidad, y fue hasta 1982 que la empresa inició estos esfuerzos de manera formal. En consecuencia

³³ Término establecido por las autoras, para las automatización basada en equipo microelectrónico (Domínguez y Brown (1998:33-34)

al establecerse sistemas de calidad en las plantas estadounidenses, también se debían establecer en las plantas maquiladoras, ya que esta dinámica de calidad se tendría que difundir a las filiales y consecuentemente hacia los proveedores, ya que la producción se ubica en un contexto mundial, además se debe considerar que el mismo sistema de calidad así lo demanda. Lo anterior conlleva a que la empresa y todas las plantas filiales, tengan una visión y misión de un compromiso conjunto con la calidad, por lo anterior para la IME esta década también se convirtió en un proceso a seguir en lo referente a la calidad. En lo referente al número de plantas maquiladoras instaladas, en 1988 ya existían 48 plantas para la producción de arneses, y en la región también se producían vestiduras y cinturones de seguridad. Santiago (2002) refiere que a mediados de esta década se instalan empresas como Control Data, Data general, Digital, IBM, Packard Electric y Telecom, por lo que en este período casi se agota el desempleo en la región.

5.2.2.3 Década de 1990

Esta década se caracteriza por la instalación de plantas maquiladoras pertenecientes a empresas de los sectores eléctrico y electrónico, en los primeros 6 años se da un crecimiento en el empleo, mayor a dos dígitos. En 1994 se inicia el TLCAN, por lo que se transforma el programa maquilador, estableciéndose diferentes tasas de ventas de productos en el mercado doméstico, hasta alcanzar la venta del 100% de la producción, si así lo deciden las plantas maquiladoras. A mediados de esta década el país sufre una severa crisis financiera que afecta la paridad monetaria, lo que benefició a las empresas transnacionales. A finales de la década de 1990, nuevamente se tiene una disminución en la economía local pero prevalecen en la localidad empresas de la electrónica de consumo y de autopartes, sigue destacando, la fabricación de arneses eléctricos. De la O. (1994; 191-193) señala que el tipo de empresas que existen en esta década en Ciudad Juárez, son por una parte empresas de subcontratación orientadas a actividades textiles, de artículos deportivos y juguetes, así como plantas maquiladoras y filiales de EMN como Ford, Zenith, Chrysler, Thomson, General Electric, Honeywell, Delphi.

Después de un período de crecimiento en la primera mitad de esta década, en 1998 se inició una desaceleración que afecta a todos los sectores industriales y nuevamente se ve afectada la economía local. Esta desaceleración de la economía mundial, afecta principalmente a las PyME locales que prestan sus servicios a las grandes plantas maquiladoras, afectando al sector de los maquinados de precisión que depende, al igual que otras empresas, de la IME.

La evolución de la maquila en la zona, ha sido importante para el abatimiento del desempleo, fue y ha sido también una parte fundamental para el equilibrio laboral en las zonas donde se ha instalado. Diversos autores han resaltado las bondades de este tipo de producción, dado que en 1998, tan solo en Ciudad Juárez este tipo de plantas genero más del 57% del empleo en la región. (Vargas, L. 2005). Pero también se han resaltado los pocos esfuerzos de difusión de los procesos productivos, que involucren un mayor esfuerzo tecnológico y que permitan una mayor difusión tecnológica (Capdevielle, 2001; 200)

5.2.2.4 Periodo 2000-2008

Al inicio de este milenio se observó una disminución del número de plantas maquiladoras a nivel nacional, por el cierre de actividades de algunas de estas y por la reubicación de otras que trasladaron sus actividades a China, lo que se acentuó en el año 2004, ya que de 3630 plantas existentes en 2001 disminuyeron a 2813 en marzo del 2004. (INEGI). Asimismo a finales del año 2000, también se observó el inicio en la disminución de la demanda por productos nacionales de exportación, registrándose una contracción en el volumen de producción del 18.9 % en 2002. Después de tres años de contracción en la producción fue hasta 2004 que se registró nuevamente un incremento en el volumen de la producción de 7.63%.

En 2007 se tenía registrado el mismo número de plantas existentes en 2004, con un ligero incremento en la producción en relación al mismo año. Asimismo el empleo registró un incremento muy ligero. Esta "estabilidad" lograda desde el 2004 hasta finales del 2007, se vera afectada nuevamente por la recesión económica en los Estados

Unidos de Norteamérica, lo cual tiene repercusiones en el desempeño de los talleres de maquinados.

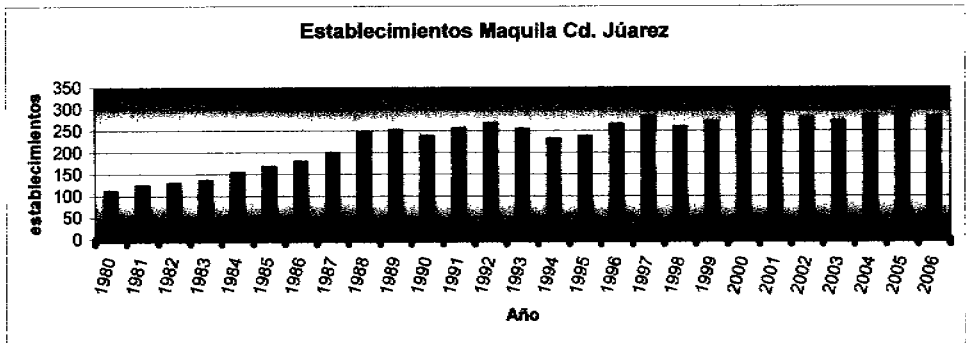
Haciendo un análisis de lo anteriormente expuesto, de acuerdo a los diferentes autores ya mencionados, al inicio del programa maquilador el tipo de producción en la región fue básicamente un proceso de ensamble de bajo contenido tecnológico, debido a la baja calidad de la mano de obra, el cual estaba considerado como manufactura de producción, con alto grado de automatización y bajos niveles de habilidad laboral, lo que lleva a que los costos unitarios sean también bajos (Evans, 1993:126-127). La implantación de sistemas de calidad en los corporativos de las empresas automotrices iniciado en la década de 1980, empiezan a dar frutos a partir de 1984.

A raíz de la instalación del centro de investigación y desarrollo de Delphi en la localidad, surgió un cambio en la perspectiva acerca de las posibles derramas tecnológicas que podrían aportar este tipo de centros de desarrollo, en términos de los flujos de conocimientos hacia las empresas locales y en la formación de capital humano. Debido a lo anterior se han iniciado una serie de estudios que han arrojado información acerca de los procesos de producción, con procesos de transformación diferentes al ensamble, lo que muestra también otro tipo de experiencias para la capacitación y la adquisición de nuevas habilidades por parte de los empleados. Entonces, desde esta perspectiva la maquila es un colegio invisible para la formación de capital humano, como lo han expresado diversos autores, este punto será tratado con mayor amplitud posteriormente para determinar como la formación de capital humano a través de la experiencia adquirida dentro de las plantas maquiladoras, y las relaciones interpersonales conquistadas, han sido algunos de los factores para la formación de un grupo muy importante de empresas de maquinados en la región. Sin embargo, como se ha señalado en este trabajo de tesis, pocos estudios dentro de la literatura sobre derramas, han determinado tanto la naturaleza de este conocimiento por medio de la capacitación y de la experiencia, así como de las estrategias de capacitación de las maquiladoras en el tiempo. Lo que Kim destaca como la adquisición de un conocimiento

base que les permita iniciar una nueva empresa, y además sirva como cimiento para desarrollar capacidades tecnológicas o sea la formación de derramas tecnológicas.

Lo anterior indica que la IME inicio como un modelo de producción complementario para paliar el desempleo en la región fronteriza, que posteriormente tuvo un crecimiento extraordinario desde finales de los 80's hasta finales del 2000.

Gráfica 5.3 Plantas maquiladoras en Ciudad Juárez



Fuente: INEGI

5.3 Conclusiones

En este capítulo se analizó el surgimiento y la evolución de la IME en Ciudad Juárez, Chihuahua. La información aportada por diferentes estudios, indica que la IME inicio como un modelo de producción complementario a las EMN, para paliar el desempleo en la región fronteriza. Posteriormente el número de plantas maquiladoras instaladas en la región, tuvo un crecimiento extraordinario desde finales de los 70's hasta finales del 2000, a partir de la instalación de las plantas del sector automotriz. Sin embargo a raíz de la crisis de principios de siglo, se observó que la economía de la región está fuertemente ligada a la economía estadounidense, lo que pone en riesgo la planta de PyME proveedoras de materiales indirectos de la región. Asimismo se observó que la infraestructura educativa se vio fortalecida a partir de la instalación de las plantas maquiladoras, egresando los primeros profesionistas a principios de la década de los 1970.

La IME se ha instalado en otras zonas geográficas del país, lo que ha generado un importante crecimiento en el empleo. Sin embargo uno de los problemas a los que se enfrenta la IME es la alta rotación del personal, lo que de alguna forma denota también la baja calidad del personal contratado, por último se debe destacar que el contenido de los insumos nacionales sigue siendo menor al 3%, a pesar de haber iniciado desde hace más de 40 años el programa maquilador en el país.

Otra característica de la IME ha sido su evolución a partir de la década de 1980 en los sistemas de calidad, lo que derivó en parte en una capacitación acelerada de este sistema en las filiales y subsidiarias, aprendizaje que ha repercutido en algunos de los propietarios de talleres de maquinados.

CAPÍTULO VI

Los talleres de maquinados de precisión en Ciudad Juárez: surgimiento, estrategias de capacitación de la IME y determinantes de la movilidad

En este capítulo se lleva a cabo un análisis de la formación de los talleres de maquinados de precisión. Una característica de estos talleres es que más del 50% de éstos fueron creados por exempleados de la IME, lo que en la teoría se considera como una derrama tecnológica.

En la literatura, las derramas tecnológicas ocasionadas por la movilidad del personal que laboró en EMN se sustentan en dos argumentos para que dichas derramas se generen. El primero es la existencia de derramas pecuniarias (Fosfuri, Motta y Ronde, 2001; Glass y Saggi, 2002; Görg y Strobl, 2002), es decir que exista un aliciente salarial a los empleados capacitados en las EMN, para evitar su movilidad a otras empresas y así evitar también que se lleven consigo el conocimiento tecnológico adquirido a través del entrenamiento proporcionado. El segundo argumento está sustentado en la formación de nuevas empresas, como es el caso de los talleres de maquinados en Ciudad Juárez, donde un alto porcentaje de los propietarios han tenido una experiencia laboral previa en plantas maquiladoras. El primer argumento es difícil que se haya dado, ya que aparentemente la alta rotación de personal existente en la región (aproximadamente de un 13% según Carrillo (2001) no permite inferirlo. Por lo que a continuación se analiza el segundo argumento, la evolución del surgimiento de los talleres de maquinados a partir de la década de 1970, 5 años después de haberse iniciado el programa maquilador.

Posteriormente en la sección 6.2, se describe el mercado de maquinados de precisión, donde se realiza un análisis de las estrategias de capacitación que se llevan a cabo dentro de las plantas maquiladoras a través de la formación técnica y administrativa de los propietarios de los talleres de maquinados de precisión y, por último, se analizan los factores que motivan la movilidad de los empleados fuera de la IME.

6.1 El surgimiento de los talleres de maquinados de precisión

Las empresas de maquinados en la región de Ciudad Juárez, surgieron a mediados de la década de 1940 y permanecieron con un bajo perfil hasta antes de la llegada de la IME. Estos talleres estaban dedicados primordialmente a atender el mercado de fabricación y reparación de piezas y partes para equipo agrícola, de equipo automotriz, así como de atender otras empresas que existían en la región como la cervecera Cruz Blanca, la fabrica de hielo Cruz Blanca, Aceros Comerciales de Juárez, la fabrica de Whisky, empresas fabricantes de harinas, la fabrica de hilados y tejidos, así como el maquinado de masas de aluminio para las mezcladoras de máquinas tortilladoras, que se exportaban a Sudamérica. (Entrevistas con propietarios de talleres de maquinados).

En la región también existía un mercado orientado al rectificado de motores de combustión interna, el cual era muy competido. El número de talleres de maquinados en la región no era mayor a 10, estaba orientado primordialmente a la fabricación de engranes o partes maquinadas para las empresas locales, y permaneció prácticamente sin cambio hasta la llegada de las plantas maquiladoras a la región. Entre esos 10 talleres 5 eran considerados como talleres "grandes", por la cantidad de maquinaria que poseían y la cantidad de personal que laboraba, entre 15 y 30 personas. (Entrevista con propietario)

La gráfica³⁴ 6.1 muestra la evolución de las empresas de maquinados de acuerdo al censo levantado ex profeso en el 2002 en la región. En la gráfica se observa que en 1961, se registra la fundación de un taller de maquinados antes de que se instalara la primera planta maquiladora. El primer taller fundado posterior a la llegada de las maquiladoras se tiene registrado 5 años después de haber iniciado el programa maquilador, en el año de 1970, y el segundo taller registrado se tiene hasta el año de 1973, estos dos talleres fueron fundados por exempleados de la maquila (periodo de inicio, grafica 6.1).

³⁴ El numero de empresas considerada es menor al numero de empresas detectadas, las que no se incluyen fue por causas que se explican en la aplicación del análisis multivariado.

De acuerdo a la evidencia del censo, por la definición de derrama planteada, a partir de estas fechas surgen las primeras derramas tecnológicas por la movilidad de ex-empleados de la maquila y la formación de talleres de maquinados. Ya que estos propietarios fueron capacitados y trajeron consigo todo o parte del conocimiento del proceso tecnológico, del mercadeo y el conocimiento administrativo adquirido dentro de la IME.

Han de transcurrir 5 años más para que se fortalezcan las derramas tecnológicas de manera consistente por el establecimiento de un mayor número de estos talleres. De 1979 a 1985, se puede considerar como el primer período en la formación de talleres de maquinados, con un promedio menor a dos talleres por año, ya que en dicho periodo se crean 13 talleres, de los cuales el 61% fueron fundados por exempleados de la IME. Un segundo período se da entre los años de 1987 a 1995, en este período se observa que el numero promedio de talleres de maquinados formados es menor a 6, ya que se crean 53 talleres, en este segundo período más del cincuenta por ciento, fueron fundados por exempleados. Sobresale el año de 1993 en el cual se llegan a formar 10 talleres.

El último período se considera de 1996 a 2001, en el que se fundan 75 talleres, con un promedio de más de 12.5 talleres por año, de los cuales más del 70% fueron creados por exempleados de la maquila. Para este período sobresalen los años de 1996 a 1998, en los que se fundan más de 15 talleres por año. En la gráfica 6.1 se observa que la formación de talleres inicia de manera consistente a finales de la década de 1970, coincidiendo con la llegada del sector maquilador de autopartes en la región. Desde 1999 la fundación de talleres empieza a decaer, a pesar de que la crisis estadounidense se refleja más fuertemente en los años 2000 a 2003, lo que llevó a una contracción muy severa de la producción, con una perdida considerable para los talleres de maquinados de la región. Lo anterior indica que la demanda de maquinados por parte de las plantas maquiladoras es determinante para la fundación de estos talleres, principalmente a partir de finales de la década de 1970.

producción funcionando constantemente. Las plantas maquiladoras identifican como materiales directos a los componentes o piezas integradas al producto final, y como materiales indirectos a los componentes, refacciones o equipo que se requiere para la manufactura (entrevistas).

Los trabajadores de las mismas plantas maquiladoras, observaron las necesidades y tomaron en consideración la posibilidad de explotar este pequeño nicho de negocios. De acuerdo a los datos del censo, fue a partir de los inicios de los años 70's, que se empiezan a establecer nuevos talleres, iniciando una etapa de proveeduría a un nuevo sector en la localidad como era la maquila, este proceso inicio muy lentamente, pues en casi toda la primera mitad de la década de los 70's, se registran pocas aperturas de nuevos talleres, pero a partir de 1979 la apertura de talleres fue continua.

Los primeros negocios ya orientados a proveer a la maquila, no contaban ni con la experiencia ni con la capacidad de producción en las piezas requeridas para material directo por lo que debían realizar un gran esfuerzo si deseaban competir como proveedores de material directo. De acuerdo a lo expresado por un propietario ex-empleado de la maquila quien señala en entrevista lo siguiente: *"estando en RCA, me encargaron la búsqueda de proveedores de tornillos aquí en México...contacte a varios fabricantes solicitando presupuestos para las cantidades que requeríamos...solo uno contestó con precios al doble de lo que se compraban en la compañía....No sabíamos porque la diferencia tan grande...Ya después cuando tuve mi propio negocio me di cuenta. Al tratar de competir, las cantidades son sumamente grandes, por lo que se requiere de equipo especializado y luego adquirir la experiencia y el conocimiento para fabricar...hay que aclarar que aunque yo me dedique a hacer tornillos, si voy a hacer un tornillo nuevo con ciertas características especiales, necesito un tiempo de aprendizaje para hacerlo con la calidad que se requiere...y la maquiladora no te espera a que aprendas...la maquiladora lo necesita, y si lo tienes me lo entregas si no lo tienes no me interesa si necesitas aprender.."* (Entrevista a propietario de taller de maquinados).

Bajo esta perspectiva, los nuevos talleres tenían que enfrentar un mercado en el cual necesariamente eran ineficientes, en parte por no conocerlo y también por no contar con la maquinaria adecuada. No obstante, ante la falta de maquinaria especializada y de la experiencia para fabricar y suministrar material directo a las plantas maquiladoras en grandes cantidades, surgió la posibilidad de introducirse en un mercado donde el volumen no fuera muy grande y que los requerimientos de aprendizaje fueran menores. Dado que ya se tenía un conocimiento previo, como ex-empleado, se conocía el nicho de la fixturas, de las navajas y de los accesorios para desferrar el cable (conductor eléctrico) así como de la fabricación de refacciones para reparar la maquinaria (lo referente a engranes, bujes, etc.). La fabricación de este tipo de artículos era un proceso conocido por la mayoría de los propietarios de talleres de maquinados que habían laborado dentro de la maquila. Iniciándose a finales de la década de los 70's, un proceso de inserción en la proveeduría de los maquinados de precisión a la IME.

Desde el inicio del programa maquilador y hasta la 2a mitad de la década de 1970, la IME estaba orientada a los sectores eléctrico y electrónico. Solo al final de esta década es cuando se inició el asentamiento del sector de autopartes, un sector compuesto principalmente por plantas maquiladoras fabricantes de arneses eléctricos. Este tipo de plantas maquiladoras mantienen un gran dinamismo en la producción, debido a que su producto es material directo para la fabricación de automóviles. La demanda de estas autopartes tiene ciclos estacionales de máxima demanda en el año, por lo que se incrementa también la demanda por refacciones de los herramientas que sufren un gran desgaste para desferrar y cortar el alambre de cobre principalmente y otros accesorios. La demanda de estas pequeñas herramientas es tan grande, por lo que las plantas maquiladoras solicitan a los talleres de maquinados de la localidad les suministren estos herramientas, ya que no pueden darse abasto por sí mismas (entrevistas con propietarios de talleres). El nicho de las navajas fue entonces uno de los primeros nichos de negocios a los que se trataron de introducir las nuevas empresas de maquinados de la localidad, aunque no todas los talleres de maquinados de

precisión han logrado cubrir con las especificaciones de calidad y tiempo de entregas requeridas.

Los nichos en los que se han insertando los nuevos talleres de maquinados, tanto los formados por exempleados de la maquila, como los que no tuvieron una relación laboral con la IME es la fabricación de:

- **Fixturas, escantillones y tableros**, que son pequeños herramientas que se requieren para agilizar parte del proceso de producción como soportes, ya que son accesorios que ayudan en los procesos de ensamble, de aquí la necesidad que las plantas maquiladoras tengan una rápida respuesta en la sustitución de partes, cuando estos herramientas se descomponen o se descalibran. Dado que los sistemas de calidad instaurados dentro de las plantas maquiladoras impide mantener un pequeño inventario de estas partes, ya que están sujetas a procesos de producción esbelta y el costo de parar la línea de producción es elevado, recurren a los talleres de la localidad para proveerse.
- **Prototipos**, ya que los prototipos sirven para hacer pruebas en la implementación de mejoras o de innovaciones en el proceso de producción, por lo que se requieren de los prototipos para realizar pruebas de eficiencia.
- **Material directo o componentes para bienes finales**, nicho en el que pocas empresas proveedoras han logrado alcanzar los requerimientos de calidad, de cantidad y de precio, ya que son pocos los talleres de maquinados que tienen como cliente a una planta maquiladora con la cual mantengan una relación contractual de largo plazo. Ya que en este tipo de relación contractual, involucra que los talleres de maquinados tengan estándares ISO de calidad certificados al menos, y cumplir con especificaciones de diseño en dimensiones, tolerancias, calidad y dureza del material, si es que lleva un tratamiento térmico, etc., así como de cumplir con tiempos de entrega y de precio competitivos.
- **Fabricación y reparación de moldes para inyección de plásticos**, este nicho de negocios requiere de cierto nivel de especialización y de infraestructura, por lo que son pocos los talleres de maquinados que cubren esta demanda, y la que

cubren es para inyecciones de baja presión. (Entrevista a propietario de taller de maquinados de precisión)

- Fabricación de partes para maquinaria, como engranes, bujes, y flechas, partes requeridas para la reparación de maquinaria.
- Fabricación de maquinaria semiautomatizada y automatizada, en las que se integran un alto porcentaje de partes maquinadas, así como tecnologías de computación, de control electrónico e hidroneumático. Este nicho de negocios es cubierto por muy pocas empresas pues se requiere de una alta especialización en ingeniería, con conocimientos de mecatrónica.

Por lo que se puede señalar que los talleres de maquinados surgen como un nicho de negocios ante la demanda, dentro de la región, de la industria maquiladora por maquinados de precisión en este tipo de componentes, tanto metálicos como de material plástico como el delring. Asimismo los propietarios ante los requerimientos de calidad, se han visto en la necesidad de llevar a cabo un aprendizaje en los nuevos talleres, para insertarse en un nicho de negocios en el que el nivel de calidad de los maquinados es imprescindible para ser aceptado como proveedor.

6.3 Estrategia de capacitación en la IME.

El objetivo de este apartado es llevar a cabo una aproximación a la estrategia de capacitación de la IME considerando las respuestas de los propietarios con experiencia previa en la maquila (CEM) al censo de maquinados de precisión. Para tal fin se presentan los resultados del uso de la técnica estadística de análisis de conglomerados aplicada a las variables señaladas en la tabla 6.1. La metodología utilizada considera variables dicotómicas³⁵, e involucran la capacitación que la IME proporciona a sus empleados, señalada dentro del censo de maquinados por los mismos ex-empleados, en manejo de personal, máquinas –herramientas, supervisión y control de calidad.

³⁵ Estas variables se estandarizan y se vuelven continuas por medio de una variable ficticia, como se establece en la metodología.

Además se toma en consideración la escolaridad del expleado para diferenciar las áreas que registran mayor intensidad. Asimismo se toma en cuenta el número de años de experiencia dentro de la IME como variable de "control" y de esta forma diferenciar el área de capacitación que prevalece mayormente en cada período considerado.

El censo levantado en el 2002, se aplicó a 158 talleres de maquinados de precisión, pero se consideran en esta primera clasificación a aquellos propietarios que tuvieron experiencia previa dentro de la IME (CEM), y que además respondieron al censo. Esto disminuye la muestra a 96 propietarios con experiencia previa en la IME (CEM). Primero se aplica la técnica de conglomerados a los talleres CEM para lograr identificar aquel grupo de talleres que mantienen similitudes, y como esta técnica no permite identificar si la clasificación de los diferentes grupos presenta normalidad multivariada, es decir que estos conglomerados sean estadísticamente diferentes, por lo que se lleva a cabo un análisis de varianza multivariado (MANOVA) para validar dichos conglomerados.

Como se mencionó, en la literatura sobre derramas tecnológicas derivadas de la IED, se observa que son pocos los estudios que se han enfocado a la formación de empresas por expleados de EMN considerándolas como derramas. Asimismo son pocos los estudios que muestran evidencia de los determinantes que llevaron a la formación de dichas derramas. También es de considerar la calidad de tales derramas, buscando el impacto que se tiene dentro de la economía en la región, esto, en términos del desarrollo de capacidades tecnológicas, considerando las funciones técnicas para determinarlas.

En este trabajo de tesis se identifican una serie de conglomerados los cuales forman variables categóricas con diferentes atributos, ya que las nuevas variables consideran porcentajes de cada una de las variables originales. Por lo que se inicia el análisis considerando la estrategia de capacitación de la IME a partir de las variables listadas en la tabla 6.1.

Tabla 6.1 Variables de capacitación, escolaridad y experiencia

Nombre	categorias	Variable estandarizada	Tipo de variable
Capacitación adquirida en la IME antes de iniciar su negocio	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de Personal • Máquinas Herramientas • Supervisión • Control de Calidad 	MPz MHz Supz QCtrlz	Categoría
Escolaridad del Propietario	<ul style="list-style-type: none"> • Empírico • Técnicoz • Profesionistaz 	empíricoz técnicoz profesionistaz	Categoría
Experiencia previa en la IME en años	<ul style="list-style-type: none"> • 1-5 años • 6-10 años • 11-15 años • Más de 15 años 	1a5z 6a10z 11a15z mas15z	Categoría

En la variable escolaridad del propietario se toma en cuenta a los profesionistas que tienen una carrera universitaria terminada; la variable de técnicos toma en cuenta dos tipos de propietario, aquellos que recibieron una capacitación técnica escolarizada en máquinas herramientas en instituciones como los CECATI, CONALEP, CBTIS o CENALTEC³⁶, y el segundo tipo de técnicos son aquellos que iniciaron una carrera universitaria pero no les fue posible terminarla (trunca). La variable empíricos considera a los empleados que técnicamente se formaron dentro de las maquiladoras o en el taller. Del mismo modo se toma en cuenta como variable de control la experiencia laboral, que denota el tiempo que los empleados permanecieron dentro de la IME antes de salir al mercado local y formar su propio negocio. En esta variable se forman 4 categorías; 1-5 años; 6-10 años; 11-15 años y más de 15 años. En la gráfica 6.2 se observa la formación de 4 conglomerados, considerando a 96 propietarios con experiencia previa en la IME (CEM), que dieron respuesta en el censo a las variables consideradas en la

³⁶ CECATI.- Centro de capacitación para el trabajo industrial
 CONALEP.- Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica
 CBTIS.- Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial
 CENALTEC.- Centro de Entrenamiento de Alta Tecnología

tabla 6.1. Cada uno de los conglomerados muestra los diferentes valores de la media en cada variable; esta gráfica es la referencia para identificar la posible estrategia que sigue la IME para la capacitación a sus empleados.

En la tabla 6.3 se resumen los valores de la media mostrados en la grafica 6.2, en las columnas se consideran las variables del tipo de capacitación recibida, el tipo de personal de acuerdo a su escolaridad y los valores de la media de la permanencia en la IME. En el análisis de los conglomerados mostrados, una característica sobresaliente de las variables es el tiempo de permanencia de los exempleados en las plantas maquiladoras; esta variable como se aprecia en la grafica 6.2, discrimina para cada uno de los conglomerados.

Gráfica 6.2 Conglomerados por experiencia, capacitación y escolaridad, propietarios CEM

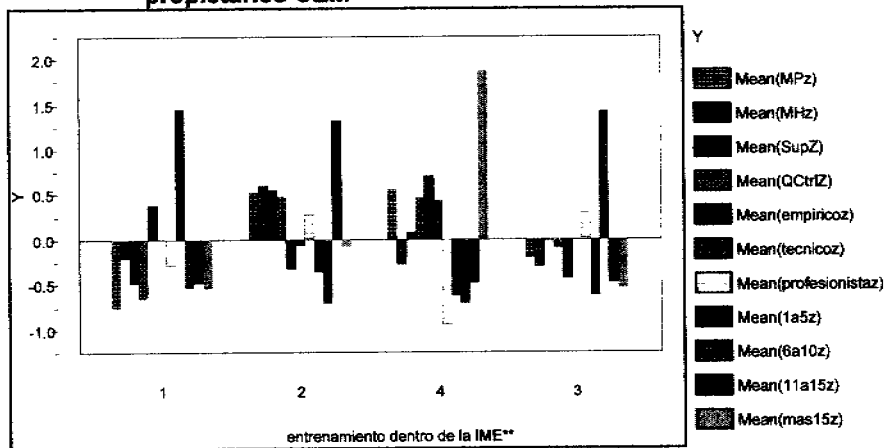


Tabla 6.2 Distribución de frecuencias de conglomerados de la grafica 6.2, propietarios CEM

Conglomerado	No. de propietarios	%
1	24	0.250
2	26	0.270
3	29	0.302
4	17	0.177
Total	96	1.0

Tabla 6.3 Resumen de los valores de la media, de las variables para estrategia de capacitación IME.

Conglomerado y nombre	Capacitación adquirida en la IME				Profesión			Años de experiencia previa en la IME			
	MPz	MHz	SupZ	QCtrZ	empíricoz	técnicoz	Profesionistaz	1a5z	6a10z	11a15z	mas15z
1 empíricos	-0.75	-0.19	-0.48	-0.64	0.39	0	-0.28	1.45	-0.52	-0.47	-0.53
2 Profesion1	0.53	0.81	0.56	0.48	-0.31	-0.06	0.28	-0.35	-0.7	1.33	-0.07
3 Profesion2	-0.19	-0.3	-0.01	-0.09	-0.42	0.01	0.29	-0.61	1.42	-0.47	-0.53
4 técnicos y empíricos	0.56	-0.27	0.08	0.47	0.72	0.44	-0.94	-0.61	-0.7	-0.47	1.87

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Ver tabla 6.1 para la definición de las variables.

Esto permite identificar cronológicamente la posible estrategia que siguen las plantas maquiladoras en la capacitación a su personal, así como la naturaleza del conocimiento integrado en cada etapa, obteniéndose información acerca del tipo de derramas tecnológicas a generarse.

En efecto, en la tabla 6.3 se observa en el conglomerado 1, denominado empíricos, que la variable de los años de experiencia previa en la IME, 1a5z, tiene un valor de media más alto (1.45), lo que indica que este conglomerado está caracterizado por propietarios empíricos que permanecieron este periodo dentro de la IME. También se observa que el valor de las medias para las variables de capacitación adquirida en la IME, en este conglomerado, son todas negativas, lo que permite inferir que el nivel de capacitación formal de los empleados en la maquila en este período es prácticamente nulo. En lo referente a la profesión, para este conglomerado, se observa que la variable de técnicos empíricos (empíricoz), tiene un valor de media mayor al de técnicos (técnicoz), lo que indica que este conglomerado está conformado mayormente por este tipo de personal. Esto refleja de acuerdo a la distribución de frecuencias de la tabla 6.2, que aproximadamente el 25% (ver tabla 6.2) de los propietarios de talleres de

maquinados con experiencia en la maquila (CEM) permanecieron entre 1 a 5 años dentro de la IME, lo que permite suponer de acuerdo a la evidencia antes señalada, que en este conglomerado de empíricos¹, el nivel de capacitación formal dentro de la IME a los propietarios de talleres de maquinados de precisión fue prácticamente nulo.

El conglomerado 2, (denominados como Profesion1) está conformado por los propietarios de talleres que permanecieron dentro de la maquila en un periodo de 11 a 15 años, muestra una mayor capacitación en todos los rubros, comparado con otros conglomerados. En orden de importancia sobresale el valor de las máquinas-herramientas (0.61), le sigue la supervisión (0.56) y el manejo de personal (0.53). El conglomerado lo integran mayormente profesionistas (0.28), mientras que el número de técnicos es bajo (-0.06). Esto lleva a considerar la importancia de los profesionistas así como de algunos técnicos dentro de la IME, tanto para el cumplimiento de la producción como en torno de la inversión en la formación de capital humano en el largo plazo. Asimismo se observa que el nivel de capacitación en este periodo es sustancial, pues se observan valores positivos en la media para cada variable, que no se observan en otros conglomerados.

El conglomerado 3, que incluye a exempleados de la IME con una permanencia de 6-10 años (denominado profesión 2), muestra un repunte en la capacitación con respecto al conglomerado 1, al tener un mayor valor de la media en máquinas –herramientas (-0.3), supervisión de (-0.01) y en control de la calidad (-0.09). En este conglomerado se aprecia ya la existencia de una "lealtad" a la empresa por parte del personal, sin embargo de acuerdo a los valores observados, la estrategia de capacitación para este periodo de tiempo de permanencia, se muestra todavía conservadora. En este conglomerado se aprecia que el nivel de capacitación en supervisión y control de la calidad, tanto para algunos técnicos (0.01) como para los profesionistas (0.29), empieza a tener importancia, pero sin embargo la intensidad de la capacitación es todavía baja.

El conglomerado 4, conformado por propietarios con más de 15 años de permanencia en la IME denominado (técnicos y empíricos), muestra una mayor

capacitación en el manejo de personal (0.56) y en control de la calidad (0.47), lo que subraya la importancia de desarrollar estas dos habilidades en este período, mientras que el valor de la supervisión se mantiene con un bajo nivel (0.08). El conglomerado 4 muestra que el desarrollo de habilidades en máquinas-herramientas prácticamente es nulo. En este conglomerado sobresalen dos tipos de personal, los empíricos (0.72) y los técnicos (0.44) ya que el número de profesionistas es prácticamente nulo.

Lo anteriormente descrito se resume en la tabla 6.4 de una manera cronológica la cual muestra la clasificación de cada conglomerado con las características antes señaladas, en la primer columna de esta tabla se muestran el número del conglomerado, el tiempo de permanencia de los exempleados en la IME, el porcentaje de participación en el total de la muestra, y en las otras columnas la caracterización del conglomerado.

De acuerdo a lo observado en esta clasificación de conglomerados, se aprecia que la estrategia de capacitación dentro de las plantas maquiladoras está orientada primordialmente a la organización de la producción y a un dominio del proceso productivo. Asimismo se puede observar que el nivel de capacitación formal es casi inexistente durante los primeros 5 años, ya que la evidencia así lo señala.

Esto refleja que para las plantas maquiladoras es importante no invertir en capacitación formal durante los primeros 5 años de permanencia, esto pudiera deberse en parte a la alta rotación que algunos estudios han detectado dentro de la región. Para el segundo quinquenio los valores de capacitación se ubican en un bajo nivel en supervisión y control de la calidad, orientado en primer lugar a los profesionistas y en segundo lugar a los técnicos. Para el tercer quinquenio la intensidad de la capacitación es mayor en todas las variables, sin llegar a niveles sobresalientes.

Esta capacitación se orienta principalmente a los profesionistas y en menor medida a los técnicos. En el último periodo considerado se observa una ligera disminución del

nivel de capacitación, además que la capacitación se orienta a los técnicos y los empíricos en supervisión y control de calidad.

Tabla 6.4 Conglomerados de propietarios CEM³⁷

Conglomerado. Años de permanencia en la IME (%)	Capacitación recibida	Integración del conglomerado	Características del conglomerado
1.- empíricos¹ 1 a 5 años (25%)	Se puede considerar que el nivel de capacitación formal es prácticamente nulo en este periodo.	Mayor número de empíricos, el número de técnicos escolarizados se mantiene con un nivel bajo y prácticamente sin profesionistas.	Representa el porcentaje de los propietarios que permanecieron menos de 5 años dentro de la maquila, los cuales prácticamente no recibieron capacitación formal. El grupo está conformado en su mayoría por empíricos y el resto por técnicos.
3.- profesion² 6 a 10 años (30%)	Capacitación con un bajo nivel en supervisión y control de calidad, mientras que los otros rubros con valores negativos. (-0.19 y -0.3)	Integrado con mayor número de profesionistas, mientras que el número de técnicos es bajo, con escasos empíricos.	Grupo de propietarios con permanencia máxima de 10 años de experiencia, en su mayoría son profesionistas complementando con técnicos. La capacitación en promedio está orientada a las áreas de supervisión y control de la calidad.
2.- profesion¹ 11 a 15 años (27%)	Capacitación con valores positivos de la media en todas las áreas, llegando a valores de 0.5, en casi todas las áreas. Sobresale de todos los conglomerados el rubro de máquinas herramientas.	Integrado mayormente por profesionistas, y con un valor bajo de técnicos.	Representan el porcentaje de profesionistas y técnicos con una relación laboral dentro de la IME de hasta 15 años. La capacitación sobresale a los profesionistas en primer lugar y en segundo a los técnicos al nivel de todas las áreas. Se puede considerar que el nivel de intensidad no es sobresaliente.
4.- técnicos y empíricos Más de 15 años (18%)	Capacitación en manejo de personal, en control de calidad y supervisión con bajos valores de la media, escasa capacitación en máquinas httas.	Integrado por un mayor número de empíricos y por algunos técnicos, el número de profesionistas en este periodo es nulo.	Representa el porcentaje de propietarios empíricos y técnicos, que tuvieron una experiencia laboral mayor a 15 años, con una capacitación en manejo de personal supervisión y control de calidad.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se hace un análisis de los factores que llevaron a los propietarios de los talleres de maquinados a desplazarse fuera de las plantas maquiladoras.

³⁷ CEM.- con experiencia en la maquila.

6.4 Factores para la movilidad de los empleados fuera de la IME.

Un aspecto que ha sido poco tratado en la literatura son los determinantes que llevan a los empleados de la IME a tomar las decisiones para desplazarse al mercado local y formar su propia empresa. Se ha expresado en la literatura que uno de los motivos para la separación de los empleados, es en parte, el tipo de entrenamiento (general vs. específico), ya que a mayor generalidad en la capacitación, mayor el nivel de la movilidad, así como la derrama salarial (Fosfuri, Motta y Ronde, 2001:207). En el censo a los talleres de maquinados llevado a cabo en 2002, a los propietarios de talleres de maquinados CEM, se les cuestionó acerca de los posibles motivos o razones que impulsaron a la movilidad fuera de las plantas maquiladoras, las respuestas proporcionadas se clasificaron de acuerdo a las siguientes variables categóricas la cuales sirven para llevar a cabo una clasificación, estas son:

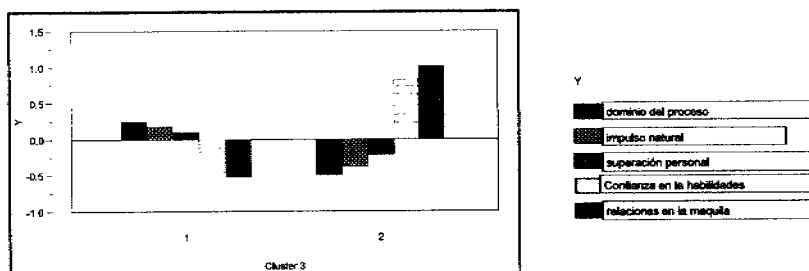
- Dominio del proceso
- Impulso natural a formar una empresa
- Deseos de superación
- Confianza en las habilidades personales
- relaciones personales creadas en las plantas maquiladoras.

Las respuestas proporcionadas se sometieron a un análisis de conglomerados, de este análisis se logra una clasificación en dos grupos de acuerdo a la gráfica 6.3, la tabla 6.5 muestra la distribución de frecuencias de los conglomerados.

En esta clasificación se observa que el primer grupo está formado por el 63% de la muestra considerada, son emprendedores que refieren contar con un mayor dominio del proceso de maquinados, así como de un impulso natural por emprender, también refieren el deseo de formar un taller de maquinados como una forma de superación personal.

Este podría ser un determinante pecuniario, que de acuerdo a lo observado en esta variable mantiene una baja intensidad. Contar con un dominio del proceso brinda la confianza a los nuevos propietarios para iniciar una empresa de este tipo, con la certeza de que el conocimiento adquirido dentro de la IME permitirá abrirse paso en el mercado de los maquinados de precisión.

Gráfica 6.3 Factores para movilidad fuera de la IME



Fuente: Elaboración propia con datos del censo de maquinados 2002.

Tabla 6.5 Distribución de frecuencias factores movilidad de propietarios CEM

Conglomerado	No. de talleres	%
1	62	0.62626
2	37	0.37374
Total	99	1.00000

En el segundo conglomerado se encuentra el restante 37% de los propietarios de la muestra, que sustentan su decisión por iniciar un nuevo negocio, basados en la certeza de que las relaciones que lograron establecer dentro de las plantas maquiladoras, cuando eran empleados de las mismas, les permitirá competir en el mercado de los maquinados. Esto aunado a la confianza de sus habilidades personales (administrativas, de relaciones humanas, etc.) que consideran es su mayor ventaja. Si se observa la intensidad de estas variables en términos del valor de la media en el segundo conglomerado, estos valores son más del doble del valor de la media de la variable de dominio del proceso en el primer conglomerado, lo que representa una ventaja.

El análisis de la información proporcionada por el censo permite inferir que los emprendedores toman la decisión de desplazarse fuera de la IME, para crear sus propios talleres, basados principalmente en dos aspectos: a) el dominio del proceso de maquinados (Dominadores) y (b) la confianza en las relaciones que desarrollaron en su experiencia laboral con la IME (Relaciones), predominando en este la importancia de las relaciones y la confianza en sus habilidades personales.

En su modelo teórico, Fosfuri, Motta y Ronde (2001) destacan que el principal motivo para la movilidad de los empleados de la maquila es la derrama pecuniaria, es decir que el trabajador, para este caso, recibe una oferta de otra empresa competidora en el sector maquilador, lo cual implicaría una competencia por los conocimientos tecnológicos adquiridos previamente, lo que genera una de las formas de las derramas tecnológicas. En el caso de la zona industrial del Valle de Juárez, la derrama pecuniaria no se genera, como lo proponen estos autores, pero si la formación de empresas. Lo que lleva a la hipótesis de que el haber participado como empleado dentro de la IME lleva a considerar dos aspectos: primero, la experiencia laboral previa le permite adquirir confianza en el dominio del proceso así como en conocer las características de calidad requeridas por la misma IME, y le permite adquirir una habilidad para explotar en su propia empresa, es decir se lleva un conocimiento tecnológico para la búsqueda de soluciones en el proceso productivo existente en la IME.

El segundo aspecto esta orientado por la confianza adquirida en las habilidades del emprendedor para obtener, a partir de relaciones interpersonales dentro de las plantas maquiladoras, una serie de beneficios derivados de estas relaciones, lo que les brinda la confianza suficiente para arriesgar y emprender un nuevo negocio.

6.5 Conclusiones

En este capítulo se analizó el surgimiento de los talleres de maquinados en la región de Ciudad Juárez. Se observa que el crecimiento de los talleres de maquinados hasta antes de la llegada de la IME a la región fue limitado. También se observa un crecimiento en el número de talleres establecidos tiempo después de haberse instalado el sector de

autopartes en la región. Asimismo se observó que el surgimiento de estos talleres de maquinados de precisión está determinado por la demanda de materiales indirectos por parte de la IME. Este nicho de negocios involucra la fabricación de partes maquinadas que no requiere de grandes procesos de aprendizaje por parte de los propietarios para generar su conocimiento base (Kim, 1997), debido a que los productos maquinados no implican una gran complejidad tecnológica, pero si requieren de una gran precisión.

El surgimiento de talleres se mantuvo constante a partir de 1987 hasta el año de 1999, pero la crisis estadounidense afectó este patrón de crecimiento, agudizándose en el periodo de 2000 a 2003. De acuerdo a Fosfuri, Motta y Ronde, 2001; Glass y Saggi, 2002; Görg y Strobl, 2002, la formación de talleres de maquinados de precisión por exempleados de la IME se considera una derrama tecnológica debida a la movilidad de los empleados de la IME.

Por otro lado también se observó la estrategia de capacitación dentro de la IME, la cual prácticamente inicia de manera formal hasta después de los 5 años de haber contratado al personal. Al inicio, la primera capacitación se da de manera informal entre los mismos empleados. Por lo que se puede inferir que la capacitación formal dentro de la IME se basa en la lealtad de su personal, para que después de un periodo de al menos 5 años se inicie dicho proceso de capacitación.

Para los técnicos, al ser contratados e integrarse a la producción con cierto tipo de maquinaria existente, requieren de una pequeña capacitación introductoria. Sin embargo se infiere que durante los primeros cinco años tanto los técnicos como los profesionistas adquieren una madurez técnica y de relaciones dentro de la maquila sin contar con una capacitación formal, porque el esfuerzo se concentra en la integración a la dinámica de la producción. Este resultado es congruente con lo que señala la literatura, que para generar las derramas tecnológicas se debe partir de una capacitación en el trabajo y una transmisión oral que permita los flujos de conocimiento tecnológico (Fosfuri, Motta y Ronde, 2001).

En contraste, Görg y Strobl (2002:3) señalan que en los países en desarrollo se ha observado que las EMN brindan una mayor capacitación a sus empleados; pero en la estrategia de capacitación observada en la IME, esta capacitación inicia los primeros 5 años de manera informal. En entrevistas llevadas a cabo durante el proyecto surgió que parte de la capacitación se realiza por el mismo personal de la planta, esto se observa principalmente en el rubro de las máquinas herramientas. Asimismo esto corrobora en parte el porqué no aparece una capacitación formal intensa en el primer quinquenio, y la aparición de los empíricos en este periodo en el conglomerado 1.

También se observó que existe una estrategia en la capacitación al personal orientada a la organización de la producción en el largo plazo, esta orientación se infiere que se debe a las altas demandas de calidad en el mercado internacional. La lealtad a la empresa es fundamental para la instauración de los programas de calidad, por lo que las plantas maquiladoras no gastan en capacitación, ya que al invertir en la capacitación de los más leales se subsana en parte el problema de la alta rotación del personal, manteniendo los cuadros de organización y supervisión que soportan el nivel de producción con la fluidez y calidad necesarias. De aquí que se considere que las plantas maquiladoras invierten en la capacitación para ir formando los cuadros que se mantendrán con el conocimiento de los códigos técnicos y organizacionales que les permitan mantener una fluidez en la comunicación, y por consiguiente una fluidez en la producción con la calidad necesaria para cumplimentar los requisitos internacionales. Entonces también los procesos de innovación en los que participan los profesionistas dentro de la IME, únicamente se orienta a aspectos de tipo organizacional, lo que concuerda con lo señalado por Hualde (2001).

Ante esto, la formación de cuadros dentro de la IME, de acuerdo a lo observado, es un proceso de largo plazo, el cual se formaliza en el segundo quinquenio de permanencia dentro de las plantas maquiladoras, se robustece en el tercer quinquenio, en el cual se considera mayormente a los técnicos y los profesionistas ya que los empíricos tienen una menor presencia en estos periodos. En la capacitación, los aspectos más relevantes son: el aspecto organizacional y el de control de calidad, donde la

capacitación a los ingenieros es una parte importante para la adquisición de los conocimientos técnicos y organizacionales, ya que son los que están más en contacto con el personal.

De acuerdo a lo mostrado por las respuestas, se aprecia en la clasificación de los conglomerados que las plantas maquiladoras mantienen un control de la ingeniería del proceso, y es en este aspecto donde los ingenieros de la maquila y los futuros propietarios de talleres de maquinados tienen la oportunidad de innovar. A los empleados, esto les permite no tener que llevar un largo proceso de aprendizaje para insertarse como proveedores de material indirecto dentro de estas plantas, ya que se infiere que la estrategia de capacitación de la IME permite que la movilidad de los empleados esté determinada por la madurez alcanzada por el futuro emprendedor tomando en consideración: las relaciones alcanzadas dentro de la planta maquiladora, las habilidades alcanzadas en los maquinados de precisión y la identificación de las necesidades de las plantas maquiladoras. Es así como identifican que tienen el potencial para insertarse como posibles proveedores. En las entrevistas, varios propietarios de talleres de maquinados con experiencia en la maquila externaron la influencia que tuvieron los supervisores de la maquila en apoyarlos para insertarse como proveedores. Ya que les apoyaban con pequeños contratos al principio, y si los cumplían en tiempo y con calidad, conservaban este apoyo. De esta forma conseguían mantenerse como pequeños proveedores por más tiempo hasta alcanzar un nivel de confianza para acceder a contratos más grandes.

Entonces la fortaleza del conocimiento en el dominio de los procesos en algunos empleados es, en parte, el motor para sustentar su movilidad fuera de las plantas maquiladoras e integrarse en el mercado doméstico como proveedores.

Lo anteriormente señalado concuerda con los hallazgos de otros estudios, Hualde (2001) señala que las innovaciones de los ingenieros en la maquila se dan únicamente al nivel del detalle, lo que concuerda con la estrategia y el tipo de capacitación que la

IME proporciona a sus empleados, ya que éstos no tienen un aprendizaje tecnológico más orientado a objetivos, como se señaló anteriormente.

Buitelaar y Padilla (2000) destacan que el proceso de aprendizaje en cuanto a la tecnología de proceso se lleva a cabo de manera marginal, dentro de la IME. Lo justifican debido a que las especificaciones provienen de los corporativos, quienes diseñan y construyen las líneas de producción. Esto concuerda con los hallazgos observados en esta investigación, ya que en la estrategia de capacitación de la IME, no se proporciona una capacitación formal en los primeros 5 años de haber ingresado el personal. Pero quienes ponen en marcha y prueban la producción en la planta, son los técnicos e ingenieros de la filial con mayor experiencia y capacitación, lo que permite que se mantengan los flujos de información tecnológica. Sin embargo, esta estrategia deja un estrecho margen para la creación y el desarrollo tecnológico, lo que también limita el aprendizaje tecnológico de los empleados de la IME.

En entrevistas realizadas con personal de plantas maquiladoras se destacó que en un muy pequeño número de plantas, se tiene un mayor control en el diseño y la construcción de las líneas de producción. Es decir, mantienen un mayor control en el proceso productivo, lo que da pauta a que los empleados de este pequeño número de maquiladoras, tengan un mayor aprendizaje tecnológico ya que se ven involucrados en el diseño y la fabricación de maquinaria que permita dar fluidez a distintos procesos de manufactura, y también con cierta libertad para modificarlos. Entonces el personal de este pequeño número de plantas, que por lo general son ingenieros en Electrónica o Mecatrónica, cuando se desplazan fuera de la maquila y forman su taller de maquinados de precisión, tienen entonces la capacidad de incidir en el nicho del diseño de maquinaria y equipo automatizado y semi-automatizado para la producción, en la fabricación de prototipos, en la fabricación de laboratorios de pruebas e incluso en la fabricación de líneas de ensamble automatizadas. Esto se pudo observar en un recorrido por la planta de Delphi en una visita guiada por personal de esta empresa³⁸.

³⁸ En esta visita se mostraron equipos fabricados por dos talleres de maquinados de precisión de la región, se destacó un laboratorio de pruebas para sensores electrónicos, y una maquina

Este tipo de equipos involucran la integración de conocimientos en cómputo, control electrónico, maquinados de precisión (en promedio al menos un 40% del equipo involucra piezas maquinadas)³⁹, y sistemas hidroneumáticos (entrevistas con propietario de taller de maquinados y con ingeniero de planta en Delphi).

Esto concuerda con planteos de autores sobre derramas tecnológicas, de que los procesos de aprendizaje en algunas plantas maquiladoras pueden llegar a ser tecnológicamente significativos, mostrando que la habilidad adquirida por los empleados de la maquila en la capacitación, en ocasiones, consigue llegar más allá de la mera innovación en elementos de detalle y fijación únicamente, lo cual es importante de identificar para el diseño de políticas específicas en apoyo a este tipo de PyME.

Estos hallazgos permiten inferir las razones que llevan a los propietarios CEM a iniciar la formación de un taller de maquinados de precisión. Con el conocimiento del proceso de producción dentro de la maquila, el dominio del proceso de maquinados y las relaciones logradas durante su permanencia en la IME, tienen mayores posibilidades de incidir en dicho proceso productivo y proporcionar soluciones a las demandas de sus clientes, lo que les brinda una ventaja competitiva para mantener a su cliente cautivo.

El dominio del proceso de maquinados, entonces, no involucra únicamente el tener un alto grado de habilidad en los diferentes procesos de maquinados existentes, sino también, en contar con un mayor conocimiento de la forma en que se desarrolla la producción dentro de las maquilas, así como de tener un conocimiento de otras

tecnologías que brinden una mayor gama de posibles soluciones a sus clientes, y lograr la confianza de los directivos dentro de la planta maquiladora.

automatizada en la que se habían ensamblado miles de componentes de material directo. En otra visita a un "taller de maquinados de precisión", se observó la fabricación de una línea de ensamble automatizado para un producto eléctrico.

³⁹ La razón por la cual no se dedican este tipo de talleres a fabricar únicamente maquinaria, es debido a la baja demanda y los periodos largos para su fabricación y prueba, por lo cual se apoyan fabricando maquinados de precisión. Pues escasamente cuentan con financiamiento de bajo costo, lo que pudiera ayudarles a ampliar su mercado geográficamente.

Capítulo VII

Construcción de Capacidades Tecnológicas en los talleres de maquinados de precisión de Ciudad Juárez

Este trabajo de tesis tiene como objetivo el estudio de las derramas tecnológicas generadas por la IED y su relación con la construcción de capacidades tecnológicas. En este capítulo se analiza primero la capacitación que de manera independiente llevan a cabo los exempleados de la IME, considerándolos ya como propietarios de talleres de maquinados de precisión. Posteriormente se lleva a cabo la identificación de las diferentes funciones técnicas de la matriz de capacidades tecnológicas adaptada a las condiciones de los talleres de maquinados. En los diversos análisis se utiliza el análisis de conglomerados. Se diferencian aquellos propietarios de talleres de maquinados de precisión que tuvieron experiencia laboral en la IME (propietarios CEM), de los propietarios de talleres de maquinados de precisión que no tuvieron relación laboral (propietarios SIEM). El análisis y la discusión de los resultados, se lleva a cabo en el capítulo VIII.

La importancia de identificar el contenido de la capacitación de manera independiente está soportada en el supuesto de que la capacitación que brindan las filiales de las EMN a sus empleados, no es suficiente para generar la totalidad del conocimiento y habilidades que deberán tener cuando, por su cuenta, emprendan nuevos proyectos productivos y empresariales. La importancia de la capacitación independiente es, como lo señala Kim (1997), el generar un conocimiento base en el emprendedor, quien con su visión permitirá desarrollar procesos de aprendizaje para lograr acumular capacidades tecnológicas en los nuevos talleres.

También se analiza la construcción de las capacidades tecnológicas en los talleres CEM y SIEM, considerando las funciones técnicas de inversión, de producción y de soporte adaptadas a las características de los talleres de maquinados de precisión.

A continuación se presenta en la sección 7.1 el análisis de la capacitación independiente para los dos tipos de talleres (CEM y SIEM); en el apartado 7.2 se analizan las capacidades tecnológicas para los dos tipos de talleres, finalmente se presentan las conclusiones.

7.1 La capacitación independiente

Autores como Katz (1985) han destacado la importancia del papel que desempeña el propietario al inicio de operaciones de las PyME, ya que es quien lleva a cabo muchas de las actividades que incrementan los conocimientos técnicos realizando actividades de ingeniería de diseño, ingeniería del producto, ingeniería de procesos de producción y de ingeniería industrial.

A medida que la PyME va creciendo se van descentralizando estas actividades en el personal. Asimismo es el propietario quien define las estrategias y quien al inicio de las operaciones controla, planea y dirige las actividades de la empresa.

Debido a la importancia de que los propietarios de los talleres de maquinados tengan conocimientos sobre procesos administrativos y de información que les permita establecer una dirección y control organizacional, así como tener el conocimiento para llevar a cabo una mayor integración de nuevos procesos tecnológicos, en el censo se cuestionó si los propietarios de los talleres de maquinados de precisión realizaron algún tipo de capacitación de manera independiente.

Para tener esta información se plantearon preguntas cerradas en el censo sobre los tipos de capacitación y una pregunta abierta que permitiera identificar otros tipos de aprendizaje tecnológicos.

Tabla 7.1 Variables de la capacitación independiente

Concepto	Nombre de la variable	Tipo de variable
Teoría del empresario	Teoriaempz	categórica
Administración estratégica	Adestz	categórica
Calidad Total e ISO	QtotISOz	categórica
Mercadotecnia	Marketingz	categórica
Planeación Estratégica	Planestz	categórica
Finanzas	Finanzas	categórica
Sistemas Contables	Sistcontz	categórica

Para analizar las respuestas sobre la capacitación independiente se utilizó el método de análisis multivariado se utilizaron 7 variables categóricas (tabla 7.1) considerando básicamente la administración, el control de la calidad y las finanzas. Por lo que a continuación se analiza este aspecto considerando primeramente a los propietarios que tuvieron experiencia previa dentro de la maquila (CEM), y posteriormente de aquellos propietarios que no la tuvieron (SIEM).

7.1.1 Propietarios CEM

De una muestra de 96 propietarios CEM solo 46 manifestaron haber tomado al menos un curso de capacitación, por lo que solo el 47.9% de los propietarios CEM mostraron iniciativa para capacitarse de manera independiente. Considerando esta muestra de 46 propietarios, se formó el primer conglomerado las graficas 7.1 y 7.2 muestran que se forman dos conglomerados, el primero agrupa al 22% de los propietarios que tomaron todos los cursos señalados anteriormente. Sobresalen por su valor de la media los cursos en sistemas contables (véase tabla 7.2) con 2.47, le siguen finanzas y administración estratégica con un valor de la media de 2.16 y 1.96 respectivamente, el resto de los cursos tienen valores de media mayores a uno.

A partir de los valores de las medias en cada variable se puede deducir que el principal interés de los propietarios en este primer conglomerado es la adquisición de conocimientos orientados a la administración y finanzas (administración estratégica,

planeación estratégica, mercadotecnia, teoría del empresario y finanzas) y en segundo lugar al control de la calidad.

En el segundo conglomerado se concentran 36 propietarios, 78% de esta muestra. Este conglomerado no muestra una capacitación independiente intensiva, ya que sus valores de la media son bajos (vease la tabla 7.2).

El análisis de los valores de la media de este segundo conglomerado muestra en primer lugar una tendencia a la capacitación en calidad total e ISO-9000 (0.68), en segundo lugar le siguen la planeación estratégica (0.43), administración estratégica (0.38) y mercadotecnia (0.23), y al final las finanzas. Para este grupo son poco importantes los cursos sobre la teoría del empresario.

Grafica 7.1 Capacitación independiente CEM

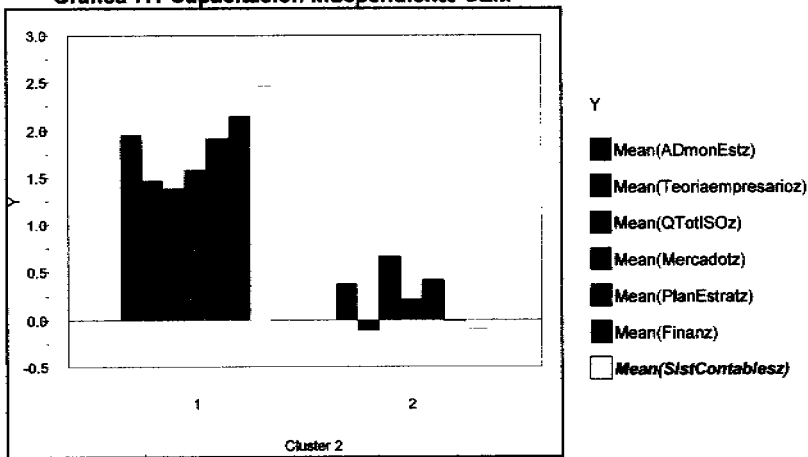
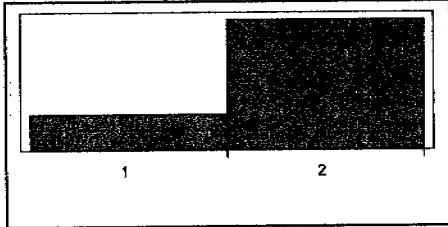


Tabla 7.2 Valores de desviaciones estándar para cada variable, CEM

Conglomerado	ADmonEstz	Teoriaempresarioz	QTotISOz	Mercadotz	PlanEstratz	Finanz	SistContablesz
1	1.96	1.48	1.39	1.59	1.92	2.16	2.47
2	0.38	-0.11	0.68	0.23	0.43	-0	-0.09

Grafica 7.2 Distribución de los conglomerados en capacitación independiente CEM



Congl.	No. propietarios	Porcentaje
1	10	0.22
2	36	0.78
Total	46	1.00000

Además de los cursos mencionados en la tabla 7.1, algunos propietarios manifestaron haber tomado algunos de los cursos que se señalan en la tabla 7.3. Aquí se observa que son pocos los propietarios que tienen el interés por otro tipo de capacitación que les permita incrementar su aprendizaje tecnológico. Como se aprecia en la tabla 7.3, los cursos tomados por estos propietarios involucran un aprendizaje complementario a las actividades del maquinado tradicional, ya que cada uno de estos temas incrementa la capacidad para realizar el maquinado. Por ejemplo, la paquetería computacional, está orientada al dominio de programas de simulación y de programación de procesos de maquinados en CNC. Sin dejar de lado la importancia del diseño, la Metrología, la metalurgia así como tecnologías complementarias, como son la neumática y los controladores programables, lo que permite a algunos propietarios incrementar su base tecnológica.

Tabla 7.3 Otros cursos de capacitación cursados por propietarios

Curso	No. de propietarios
Diseño	1
Paquetería computacional	4
Administración del Mantenimiento	1
Metrología y Metalurgia	1
Neumática	3
Controladores programables	1

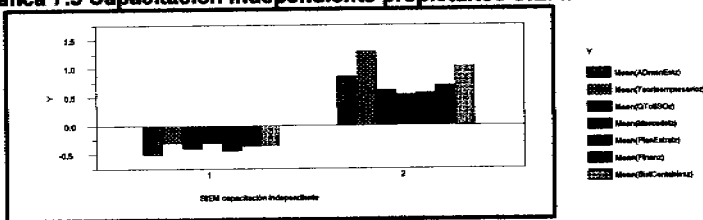
7.1.2 Propietarios SIEM

De los 38 propietarios de talleres de maquinado que no tuvieron una experiencia laboral dentro de la maquila (SIEM), únicamente 9 (23.7%) llevaron cursos de capacitación en su taller que contribuyeran a acelerar un proceso de aprendizaje, lo que muestra una tasa de capacitación baja.

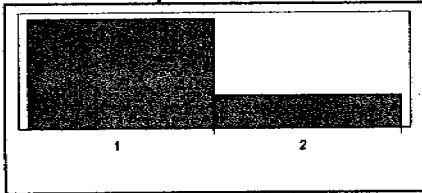
En la grafica 7.3 y en la tabla 7.4 se observan dos conglomerados, el conglomerado 1 representa al 76% de la muestra. Este conglomerado está constituido por los propietarios que no llevaron a cabo cursos de capacitación. Los propietarios del conglomerado 2 mostraron interés en cursos sobre la teoría del empresario (1.28), los sistemas contables (1.04) y la administración estratégica (0.86), y en menor escala el control de la calidad, las finanzas, la mercadotecnia y la planeación estratégica.

A partir de los valores de las tablas 7.2 y 7.4 se observa que en general todos los propietarios llevan pocos cursos de capacitación una vez que establecen sus empresas y los propietarios CEM muestran una mayor tendencia a la capacitación independiente que los propietarios SIEM. La importancia de la capacitación independiente, de acuerdo a la evidencia, muestra que tanto los propietarios CEM como los SIEM no cuentan con la totalidad del conocimiento y habilidades necesarias para iniciar nuevos proyectos productivos y empresariales. Pero de acuerdo a lo observado en los conglomerados, los propietarios CEM cuentan con un conocimiento tácito, construido a partir de la capacitación durante su permanencia en la maquila, complementándolo, en algunos casos, con un poco de capacitación independiente, y se observa que los propietarios CEM adquieren mayor conocimiento que los propietarios SIEM.

Grafica 7.3 Capacitación independiente propietarios SIEM.



Grafica 7.4 Distribución de los conglomerados, capacitación independiente SIEM



Level	Count	Prob
1	29	0.76316
2	9	0.23684
Total	38	1.00000

Tabla 7.4 Valores de capacitación independiente propietarios SIEM.

Cluster 4	ADmonEstz	Teoriaempresarioz	QTotlSOz	Mercadotz	PlanEstratz	Finanz	SistContablesz
1 sin capacitación	-0.51	-0.30	-0.39	-0.31	-0.43	-0.36	-0.36
2 con capacitación	0.86	1.28	0.62	0.55	0.56	0.69	1.04

7.2 Capacidades Tecnológicas por función técnica

En la literatura sobre el estudio de las capacidades tecnológicas, los estudios de caso han mostrado el historial de los proyectos en los que se involucran estrategias y procesos de aprendizaje, tomando en consideración el registro de las inversiones así como de los procesos involucrados, con el objetivo de alcanzar las metas de las acciones especificadas en la planeación. Esto es para involucrar procesos de aprendizaje, que finalmente deriven en la innovación, ya sea en los procesos o en los productos. Las inversiones, en general, implican un conjunto de proyectos que abarcan diferentes etapas de desarrollo, algunos incluyen procesos de aprendizaje tecnológico, otros la diseminación o socialización del conocimiento así como el desarrollo de actividades encaminadas a innovar en el proceso o en el producto. En los estudios de caso la evidencia es un registro histórico de los diferentes proyectos, sin embargo en el censo no se puede acceder, por su misma estructura, a toda esta información histórica, debido a lo anterior a continuación se analiza el marco teórico en el cual se sustenta el desarrollo de la matriz o taxonomía de capacidades tecnológicas de los talleres de maquinados de precisión.

Bell y Pavitt (1995) expresan el concepto de capacidades tecnológicas como "las capacidades para generar y administrar cambio en las tecnologías utilizadas en la

producción, y estas capacidades están basadas mayormente sobre recursos especializados,... (los cuales) necesitan ser acumulados por medio de inversiones deliberadas". (Bell y Pavitt, 1995; 71).

En la matriz de capacidades tecnológicas desarrollada por Lall (1992) y modificada por Bell y Pavitt (1995) (ver pagina 62), se incluyen las capacidades que tiene una empresa por función técnica, las cuales abarcan las principales actividades tecnológicas. En las columnas de la matriz se distinguen las grandes capacidades tecnológicas al nivel de la empresa por función técnica, se diferencian dos grandes funciones, las funciones técnicas primarias (Inversión, Producción) y las funciones técnicas de soporte (Vinculación externa y Producción de bienes de capital).

Las filas definen el grado de dificultad o complejidad, como medida del tipo de actividad de la cual surge la capacidad, distinguiendo entre el tipo de capacidades requeridas para operar sistemas de producción rutinarias (capacidades para operar y usar la tecnología existente), de las capacidades requeridas para cambiar los sistemas de producción (capacidades para generar y administrar el cambio técnico).

En la función técnica de inversión se diferencian la "toma de decisiones y el control de los grandes proyectos de inversión", de la "preparación y ejecución de grandes proyectos de inversión". En la función técnica de producción, se distinguen la producción "centrada en los procesos y organización de la producción", de la producción "centrada en el producto".

La construcción de la matriz de capacidades tecnológicas para los talleres de maquinados de precisión de la región de Ciudad Juárez, mostrada en la tabla 7.5, parte del marco analítico descrito anteriormente. Se mantienen los principios de la taxonomía planteada por dichos autores, complementándose con la evidencia de las características de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas de los talleres de maquinados de precisión. A partir de las preguntas del censo se plantearon un conjunto de variables categóricas que se clasificaron por medio del análisis de

Tabla 7.5 Taxonomía de Capacidades Tecnológicas para los Talleres de Maquinados de Precisión

Niveles de Capacidades	Funciones Técnicas Primarias			Funciones Técnicas de Soporte
	Inversión	Producción	Vinculación	
Niveles de Capacidades	Inversión y Ejecución de proyectos	Centrada en los procesos y organización de la producción	Centrada en el producto	Vinculación
Capacidades de producción rutinarias: capacidades para usar y operar la tecnología existente basadas en la experiencia				
Básicas	<p>Muy bajos niveles de inversión. Inicio con maquinaria manual, poca o nula maquinaria CNC, EDM y EDMW, que involucran tecnología incorporada, sin acceso a financiamiento, con una edad de hasta 5 años</p>	<p>Sin control de calidad en sus procesos de maquinados. Bajos niveles de maquinaria para llevar a cabo procesos de maquinados, no cuentan con técnicos ni ingenieros; bajo nivel en el plantamiento de estrategias, no las acompañan de las acciones y organización de la producción que les permita poner por escrito sus procesos, reproducción de piezas según muestra.</p>	<p>Las modificaciones al producto son nulas</p>	<p>Los eslabonamientos son prácticamente nulos, con los otros talleres con las cámaras de comercio e instituciones educativas.</p>
Básicas intermedias	<p>Bajos niveles de inversión, adquisición de maquinaria CNC, EDMW involucrando tecnología incorporada. Bajos niveles de financiamiento por instituciones foráneas y nacionales, oficinas foráneas en el promedio, diversas edades desde los 6 hasta mayores de 16 años.</p>	<p>Bajos niveles de calidad en sus procesos de maquinados, sin avance alguno en la certificación de la calidad. Calidad orientada por las ventas certificadas. Bajos niveles de infraestructura pero con diversos procesos de maquinados convencionales y no convencionales. Reproducen piezas según muestra, diseño y fabricación en baja escala.</p>	<p>Reciben un porcentaje de pedidos que involucra diseño. Modifican las dimensiones y el diseño de los productos que fabrican. Sus modificaciones al producto están orientadas para mejorar la calidad.</p>	<p>Participan a una cámara de comercio con bajo nivel de intensidad en todas las relaciones con otros talleres, con los que comparten proyectos, comparten capacitación entre ellos, no muestran contar con personal capacitado por los tecnológicos o universidades.</p>
Intermedias	<p>Nivel de inversión media en maquinaria fresa CNC, rectificadoras y EDM, bajos niveles de inversión en tornos CNC y EDMW, lo que indica una especialización. Acceso moderado a financiamiento con instituciones nacionales, la mayoría cuentan con oficinas foráneas, con edades de 6 hasta 15 años.</p>	<p>Talleres que muestran avance en la certificación ISO, pueden contar también, con ventas certificadas. Un nivel de infraestructura intermedio en maquinaria para contar con diversos procesos de maquinados, especialización en fresa y torno CNC, rectificado, EDM y poco EDMW. Con un nivel arriba del promedio de técnicos e ingenieros, haciendo uso de paquertería computacional en baja y media escala (flow chart, solidworks, mastercam, camworks, cosmo/m, comsol/work) para maquinados. Se inicia la fabricación de pequeña maquinaria y su comercialización en el mercado local. Son talleres que realizan diseño con análisis de esfuerzos.</p>	<p>Reciben un porcentaje muy pequeño de pedidos que involucran diseño, modifican con bajos niveles de intensidad, modifican las características y el diseño del producto, por la reducción de costos, así como por falta de materia prima, y por mejorar el producto.</p>	<p>No pertenecen a cámaras de comercio, mantienen relación con otros talleres y comparten proyectos, también comparten capacitación en un alto nivel ocurren a la capacitación con instituciones universitarias, requieren los servicios de consultores privados, y mantienen una interacción con maquinados en el extranjero.</p>
Capacidades tecnológicas de innovación: capacidades para generar y administrar el cambio técnico (siguiente página)				

Básicas	Altos niveles de inversión en torno y fresa CNC, niveles medios de inversión en rectificadoras y EDM, bajos niveles en EDMV. Altos niveles de financiamiento por instituciones nacionales, y bajo nivel de financiamiento foráneo, todos cuentan con taller y oficina foránea, la mayoría son talleres con más de 16 años de edad. Estrategias de inversión de acuerdo a proyectos (lituros con los clientes.)	Talleres certificados en ISO-9000, con una mayor infraestructura en maquinaria, CNC, rectificado, EDM y EDMV, cubren todos los procesos de maquinados. Cuentan con un nivel intermedio de ingenieros y un alto nivel de técnicos. Su sistema de organización de la producción está en línea con ISO, hacen uso de la paquetería computacional (flow chart, solidworks, mastercam, camworks, comsolm, casnos/work) en alta escala, diseñan e interpretan y fabrican. Fabricación de productos propios, por inmersión, por diseños propios y por diseños del cliente, productos ya aceptados por el mercado. Llevan a cabo diseños y modificaciones con análisis de esfuerzos	Toman la iniciativa de diseñar productos para el mercado de las maquinadoras de la región. Diseñan de acuerdo a un uso específico material directo, o material indirecto de uso específico para la producción	Pertenecen a cámaras de comercio locales, mantienen relación con otros talleres y comparten proyectos de manera independiente para nuevos productos, comparten capacitación entre talleres de manera exhaustiva, se capacita al personal en tecnológicos y universidades, y a un alto nivel capacitan a su personal con sus clientes maquinadores. Consultora para desarrollo de nuevos proyectos
Básicas Intermedias	Inversiones en maquinaria con alta tecnología integrada. Procesos de aprendizaje para desarrollo de nuevos proyectos propios del taller integrando conocimiento del mercado. Capacitación y actualización del personal técnico.	Implementación de nuevos procesos de maquinados como prototipo rápido. Desarrollo de fabricación de moldes de mayor capacidad. Mejora continua de procesos de manufactura para nuevos productos propios de la empresa y de servicio a clientes en nuevas áreas de maquinados. Implementación de sistemas de calidad y mejora continúa. Desarrollo y fabricación de bienes de capital con mayor intensidad a empresas locales y exportación.	Diseño de nuevos productos, nuevos a la empresa y competencia para el mercado.	Relaciones con instituciones crediticias nacionales y extranjeras. Con las cámaras de comercio local, aprovechando la capacitación al personal. Con instituciones técnicas para el desarrollo de personal técnico en manufactura, desarrollo de personal técnico (Genatic, VACJ), CAST, CRECE, etc.
Complejidad avanzada Innovadoras de alto riesgo (basadas en la investigación)				

conglomerados⁴⁰ de acuerdo a las funciones técnicas de inversión, de producción y de soporte, para ubicar los niveles de capacidades tecnológicas, tanto de producción como de innovación, que han alcanzado los talleres de maquinados en la región de Ciudad Juárez.

La matriz mostrada en la tabla 7.5 se adapta para el caso de los talleres de maquinados de precisión, y toma en cuenta los siguientes aspectos:

- La matriz de capacidades tecnológicas se construye de acuerdo a 3 funciones técnicas principales. Dos funciones técnicas primarias principales: inversión (inversión y ejecución de proyectos) y producción (una centrada en los procesos y organización de la producción y otra centrada en el producto), y la tercera función técnica es de soporte (vinculación).
- Los niveles de acumulación de capacidades tecnológicas se establecen a partir de la clasificación de conglomerados, utilizando diferentes actividades como variables categóricas.

La tabla 7.5 lista las características de las diferentes funciones técnicas consideradas en este análisis. A continuación se analizan las capacidades existentes en cada función técnica en los talleres de maquinados de precisión, el análisis para cada función técnica se organizó de la siguiente forma:

- Para cada función técnica se definió y se analizó su importancia, para caracterizar el nivel de capacidades tecnológicas alcanzado por los talleres de maquinados, considerando las características más representativas que reflejen el tipo de actividades señalado en el marco analítico seleccionado.
- Sustentado en lo anterior se seleccionaron las variables que reflejaran este tipo de actividades.
- Como las variables en sí manifiestan una variedad de actividades a diferentes niveles, se llevó a cabo un análisis de conglomerados, de tal forma que se

⁴⁰ Ver la sección 4.2.3 para la descripción de la metodología.

podieran diferenciar los diferentes niveles de acumulación con las mismas variables.

- Este análisis se hace para los propietarios de talleres CEM y posteriormente con los propietarios de los talleres SIEM.
- Por último se elaboró una tabla comparativa para el análisis de la función técnica, de acuerdo al tipo de experiencia laboral previa de los propietarios de talleres de maquinados.

7.2.1 Capacidades de Inversión

Dentro de la literatura se ha expresado que una de las capacidades técnicas es la de inversiones en proyectos, ya sea para el inicio de las operaciones o bien para la expansión de las operaciones, pues se ha demostrado que se requiere de capacidades técnicas para seleccionar el tipo de maquinaria a utilizar así como de una administración, programación y control de la programación de inversiones. También, al crear nuevas instalaciones, se requiere de un conocimiento tecnológico para llevar a cabo todo un proceso de producción específico, lo que involucra reclutar y capacitar al personal con las habilidades necesarias específicas (Lall, 1992).

La capacidad de inversión de los talleres se establece entonces de acuerdo a la acumulación de conocimiento en inversiones y a la capacidad de desarrollar nuevas instalaciones, aprovechando la condición geográfica de Ciudad Juárez como frontera con El Paso en Texas. Esta localización les permite contar con un espacio binacional que brinda oportunidades a muchos de los propietarios que tienen la visión de instalar oficinas o talleres en El Paso, TX, como estrategia para acceder con mayores ventajas a ser proveedores de filiales estadounidenses principalmente. Esto se puede considerar como una capacidad de inversión de los talleres, y es una de las variables a estudiar.

Para poder contrastar las diferencias en las capacidades de inversión de los talleres de maquinados de precisión, se toma en consideración a todos los talleres del censo que conforman la muestra. Primero se agrupan los talleres de acuerdo a la experiencia laboral previa de los propietarios (CEM o SIEM), posteriormente se consideran 4

variables para la clasificación de inversiones, la primera variable toma en cuenta la maquinaria existente en los talleres en 2001, en la segunda variable se toma en cuenta el poseer con instalaciones foráneas, la tercera variable toma en cuenta la experiencia adquirida por el personal administrativo del taller al obtener créditos bancarios o de distribuidores de maquinaria o equipo, tanto de instituciones foráneas como de instituciones nacionales. Se considera que la segunda y tercera variables revelan de manera indirecta la existencia de proyectos de inversión, estos proyectos deben involucrar una planeación estratégica así como un flujo de efectivo. La cuarta variable es la edad de los talleres de maquinados, para identificar las etapas de crecimiento del taller, ya que la literatura sobre capacidades tecnológicas ha mostrado que existe una relación entre la edad de las empresas y la acumulación de capacidades. En la tabla 7.6 se listan las variables: maquinaria y equipo (con 7 diferentes tipos de maquinaria y equipo), financiamiento y el origen del mismo, nacional o estadounidense, las instalaciones foráneas considerando oficinas únicamente u oficina y taller, y por último la edad de las empresas.

Tabla 7.6 Variables consideradas para capacidades de inversión.

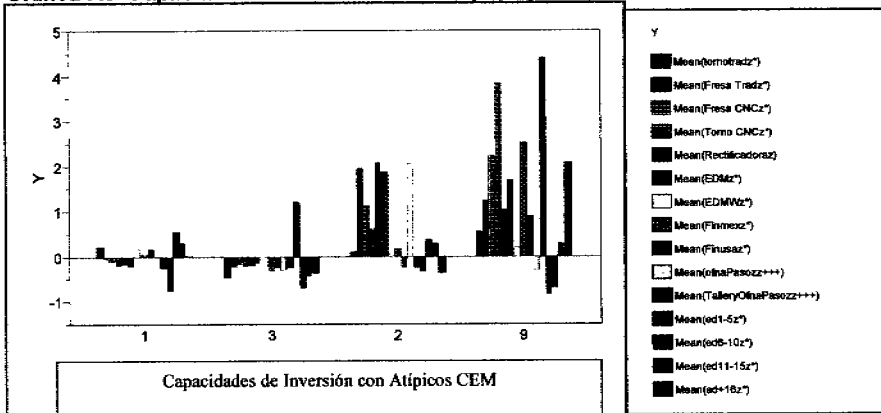
Rubro	Variable	tipo	Observaciones
Maquinaria y equipo al 2001	<ul style="list-style-type: none"> • Tomotradz • Fresa Tradz • Fresa CNCz • Torno CNCz • Rectificadoraz • EDMz • EDMWz 	Numéricas	Se tienen 7 categorías de equipo: <ul style="list-style-type: none"> • Torno tradicional • Fresa tradicional • Fresa CNC • Torno CNC • Rectificadoras • EDM • EDMW
Instalaciones foráneas	OfnaPasozz+++	categóricas	Oficina en el extranjero Taller y Ofna. en el extranjero
	TalleryOfnaPasozz+++		
Edad de la empresa	ed1-5z ed6-10z ed11-15z ed+16z	numérica	La variable edad es numérica sin embargo se reclasifica para convertirla a categórica
Obtención de financiamiento para proyectos	FinMexz Finusaz	Categórica	Se considera la nacionalidad de la institución

A continuación se analizan las capacidades de inversión de los talleres de maquinados, primero se lleva a cabo el análisis de los talleres CEM y posteriormente los talleres SIEM.

7.2.1.1 Talleres CEM

En esta sección se lleva a cabo la clasificación de talleres con propietarios experimentados en la maquila (CEM), utilizando la técnica de conglomerados. Para ello se utilizan las variables mencionadas en la sección 7.2.1, tabla 7.6. Con una muestra de 99 talleres, se forman tres conglomerados los que agrupan a 95 talleres (ver graficas 7.5 y 7.5a), y se excluyen del análisis 4 talleres los cuales aparecen como atípicos (conglomerado no.9), cuyas características se muestran en la grafica 7.5.⁴¹

Grafica 7.5 Capacidades de inversión con atípicos, CEM



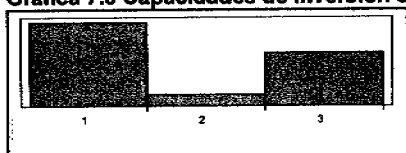
Como se aprecia en la gráfica 7.5., los cuatro talleres del conglomerado 9, se diferencian del resto por tener una mayor cantidad de maquinaria en casi todos los procesos de maquinados convencionales (torno, fresa, rectificado) y no convencionales (EDM), además de ser los talleres que cuentan con instalaciones foráneas (taller y

⁴¹ Los atípicos son talleres que forman un conglomerado con menos de cinco talleres en total, o bien muestran valores muy altos.

oficina dentro de la unión americana), lo que los convierte en los talleres más avanzados en términos de infraestructura y de capacidades de inversión. Son talleres que han accedido a financiamiento en instituciones nacionales, y también han recurrido en mayor proporción a instituciones foráneas. Lo que los vuelve atípicos es el elevado valor de las variables de tornos cnc y de talleres foráneos, además de que el número de observaciones es menor a 5 talleres de maquinados.

Además es un conglomerado que está conformado por talleres que tienen más de 16 años de haber iniciado operaciones, este conglomerado de talleres de maquinados se identifica como los "CEM-avanzados", como se aprecia en la tabla 7.7 la que se divide en dos partes para poder apreciar todas las variables.

Gráfica 7.6 Capacidades de inversión distribución de los conglomerados CEM



Conglomerado	Numero De talleres	Porcentaje
1	53	0.56
2	8	0.08
3	34	0.36
Total	95	1.00

Tabla 7.7 CEM, valores de la media de las variables, inversión con atípicos.

CEM	Torno tradz ^a	Fresa Tradz ^a	Fresa CNCz ^a	Torno CNCz ^a	Rectificadoraz	EDMz ^a	EDMWz ^a	Finmez ^a	Finusz ^a
1 básico Intermedio	0.25	-0.03	-0.08	-0.16	-0.14	-0.21	0.19	0.07	0.20
2 Intermedios	0.12	1.98	1.13	0.63	2.10	1.87	0.06	0.18	-0.23
3 Básicos	-0.45	-0.21	-0.13	-0.22	-0.18	-0.10	-0.21	-0.29	-0.23
9 Avanzados	0.58	1.27	2.23	3.85	1.04	1.72	0.21	2.54	0.91

CEM	Ofna Pasozz+++	TalleryOfna Pasozz+++	ed1-5z ^a	ed6-10z ^a	ed11-15z ^a	ed+16z ^a
1 básico Intermedio	-0.00	-0.23	-0.74	0.59	0.33	0.03
2 Intermedios	2.07	-0.23	-0.31	0.40	0.29	-0.34
3 Básicos	-0.29	-0.23	1.21	-0.67	-0.41	-0.34
9 Avanzados	-0.29	4.41	-0.82	-0.67	0.29	2.11

En relación a los tres conglomerados identificados, el conglomerado número 3 es un grupo de 34 talleres que representan el 36% (ver gráfica 7.6), se le puede considerar "básico", ya que muestra valores bajos en las variables de maquinaria, financiamiento y de instalaciones foráneas. Tampoco han accedido a créditos y tienen 5 años o menos de haber iniciado operaciones. (Gráfica 7.5 y resumen en la tabla 7.7).

El conglomerado número 2 está formado por 8 talleres que representan el 8% de la muestra. Es un conglomerado en el que sobresalen los valores de la fresa cnc (1.13) y de la fresa manual (1.98), las rectificadoras (2.1) y el proceso de electroerosión (1.87) con valores de media mayores a la unidad, mientras que el torno cnc, el torno manual y el EDMW, tienen valores de media menores a 0.5 (tabla 7.7). Estos talleres tienen maquinaria en todas las variables utilizadas; su acceso a créditos nacionales es de baja intensidad y su acceso a financiamiento extranjero es nulo. Tampoco producen en el extranjero. Los talleres de este grupo tienen entre 6 y 10 años y algunos con una edad de entre 11 y 15 años. Este conglomerado se denomina "los CEM-intermedios".

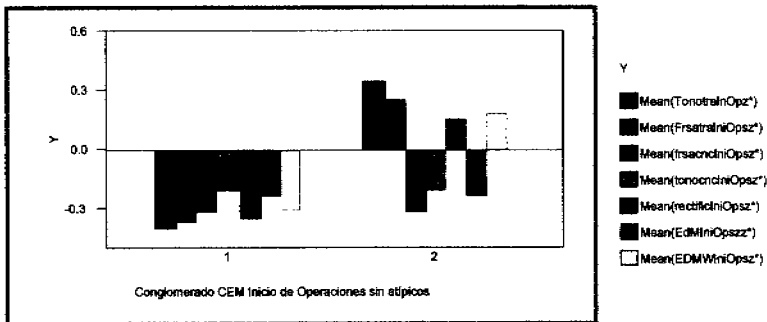
Por último, el conglomerado 1 está representado por el 56% de los talleres. Se caracteriza por tener valores positivos en tornos tradicionales (0.25) y EDMW (0.19) pero con baja intensidad, mientras que los valores de fresas cnc y fresa manual, se encuentran aún más bajos (tabla 7.7), son talleres que muestran acceder en promedio a créditos nacionales, y a créditos con instituciones extranjeras. El valor del número de oficinas en El Paso es bajo, siendo negativo dicho valor para los talleres en el extranjero. En su mayoría está formado por talleres que se encuentran entre los 6 a 10 años de edad, en menor escala por talleres entre los 11 a 15 años y los menos con edad mayor a los 16 años de haber iniciado operaciones.

7.2.1.1.1 Inicio de operaciones CEM.

Para identificar si los talleres de maquinados han realizado inversiones en maquinaria, ya que en la clasificación anterior únicamente considera la cantidad de maquinaria al 2001, se hace una comparación de la maquinaria existente al inicio de sus operaciones, con la existente en el momento del censo. Para este análisis, se lleva a cabo una nueva

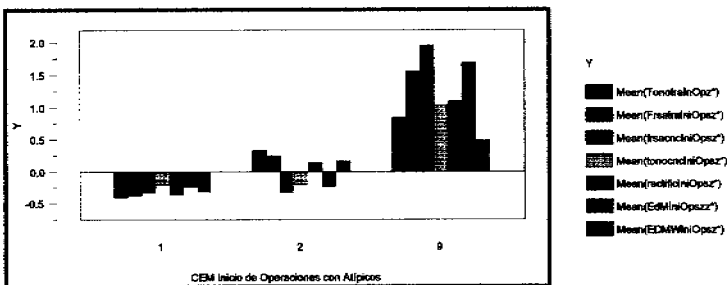
clasificación de conglomerados. En la grafica 7.7, se aprecia que se forman 2 conglomerados, el paquete estadístico deja fuera 12 talleres los que son considerados como atípicos.

Grafica 7.7 CEM Inicio de operaciones, maquinaria.



En la grafica 7.7 se muestran los conglomerados sin los talleres atípicos, y en la gráfica 7.8, se muestran los conglomerados con el grupo de los atípicos (conglomerado 9). Donde se aprecia que los talleres que integran el conglomerado 9 agrupan una mayor cantidad de maquinaria en 5 de las 7 variables consideradas, en comparación de los talleres de los conglomerados 1 y 2. Como se observa en la gráfica 7.8 y en la tabla 7.8, la media de los valores estandarizados en maquinaria como la fresa manual, la fresa cnc, el torno cnc, las rectificadoras y el EDM son mayores a uno. Mientras que tienen valores menores a uno el EDMW y el torno manual con 0.5 y 0.85 respectivamente (Ver tabla 7.8)

Grafica 7.8 CEM Inicio de Operaciones Maquinaria con atípicos

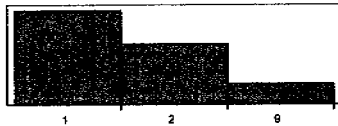


Los talleres del conglomerado 2 tienen maquinaria en 4 de los procesos de maquinados, tres son con maquinaria manual para maquinados tradicionales, mientras que uno es un proceso electrotérmico como el proceso EDMW (0.18). En este grupo, formado por 34 talleres, no se aprecia que tengan procesos con maquinaria cnc. Por último, el conglomerado 1, integrado por 52 talleres muestra que, en promedio, su nivel de maquinaria es bajo en prácticamente todos los rubros, y se observó que no cuenta con maquinaria CNC, EDM y EDMW.

Tabla 7.8 Desviaciones estándar de los talleres CEM con atípicos al Inicio de operaciones.

Inicio de operaciones con atípicos.	TonotrnlOpsz*	FrsatralniOpsz*	frsaocndniOpsz*	tonocndniOpsz*	rectificniOpsz*	EdMlniOpsz*	EDMWlniOpsz*
1 baja	-0.40	-0.37	-0.32	-0.21	-0.35	-0.23	-0.31
2 intermedia	0.35	0.25	-0.32	-0.21	0.15	-0.23	0.18
9 mayor	0.85	1.56	1.97	1.04	1.11	1.70	0.50

Gráfica 7.9 CEM Inicio de Operaciones con atípicos y distribución de frecuencias



Level	Count	Prob
1	52	0.53
2	34	0.35
9	12	0.12
Total	98	1.00

7.2.1.1.2 Cambio en las capacidades de Inversión CEM

Para determinar el grado de avance en infraestructura que tuvieron los talleres CEM desde su inicio de operaciones al 2001, se elaboró una tabla de contingencia (tabla 7.9) en la cual se comparan las inversiones en maquinaria y las inversiones en maquinaria con tecnología incorporada.

En la tabla 7.9 se muestra que de los 12 talleres que iniciaron operaciones con mayor cantidad de maquinaria, solo uno logro avanzar para posicionarse dentro de los que

logran una mayor infraestructura en el 2001, 3 se posicionan entre los de infraestructura intermedia, y 3 en el grupo de los de infraestructura básica intermedia. Esto indica que aquellos talleres que iniciaron con mayor cantidad de infraestructura al iniciar las operaciones, no sostuvieron el ritmo de inversiones en infraestructura durante su desarrollo al 2001. Al observar porcentajes por columna se tiene que los talleres de maquinados que iniciaron operaciones con un nivel bajo e intermedio en términos de infraestructura, un alto porcentaje se concentra en el 2001, entre los talleres que realizaron inversiones avanzando al nivel de básico intermedio.

Tabla 7.9 Infraestructura con atípicos vs. Inicio de operaciones con atípicos.

Count Total % Col % Row %		CEM inicio de Operaciones			
		1 baja	2 intermedia	9 mayor	
CEM Infraestructura 2001, con atípicos	3 básica	18 18.37 34.62 52.94	11 11.22 32.35 32.35	5 5.10 41.67 14.71	34 34.69
	1 básica intermedia	28 28.57 53.85 52.83	22 22.45 64.71 41.51	3 3.06 25.00 5.86	53 54.08
	2 intermedia	3 3.06 5.77 42.86	1 1.02 2.94 14.29	3 3.06 25.00 42.86	7 7.14
	9 Avanzada	3 3.06 5.77 75.00	0 0.00 0.00 0.00	1 1.02 8.33 25.00	4 4.08
Totales		52 53.06	34 34.69	12 - 12.24	98

De los 34 talleres del conglomerado 2, que iniciaron con una infraestructura intermedia no contando con maquinaria CNC, para el 2001, 22 talleres se colocan en el conglomerado de infraestructura básica intermedia, un taller lleva a cabo mas inversiones para ubicarse en el grupo de los de infraestructura intermedia y 11 talleres se mantienen con un perfil muy bajo quedando en el grupo de infraestructura básica.

De este conglomerado ningún propietario llega a realizar inversiones para ubicarse entre el grupo de los de infraestructura avanzada.

De los 52 talleres que iniciaron operaciones con una baja infraestructura, 28 talleres no realizan inversiones importantes y se quedan dentro del grupo de los de infraestructura básica intermedia, 3 talleres logran avanzar al grupo de los de infraestructura intermedia, 18 talleres muestran que sus inversiones siguen siendo muy bajas y se quedan en el grupo de los de infraestructura básica. Solo 3 talleres que iniciaron operaciones con una baja infraestructura en términos de maquinaria, logran llevar a cabo importantes inversiones y avanzan al grupo de los de infraestructura avanzada en el 2001.

El grupo de talleres de maquinados que cuentan con mayor infraestructura en términos de maquinaria, acceso a créditos e instalaciones foráneas, provienen mayormente de talleres que iniciaron operaciones con baja infraestructura, mientras que los talleres que iniciaron operaciones con la mayor infraestructura en términos de maquinaria, solo uno de estos talleres logra llevar a cabo inversiones importantes y alcanzar a estar entre los talleres avanzados. Lo que muestra que no necesariamente el iniciar operaciones con mayor capacidad instalada es una garantía en el avance por incrementar la acumulación de capacidades de inversión.

En la tabla 7.10 se compara el conglomerado de infraestructura en el 2001, con el conglomerado de capacitación independiente. Se observa que en 10 de los propietarios que llevaron un mayor nivel de capacitación independiente, sus talleres se distribuyen en el grupo de los que hicieron algún tipo de inversión (básica intermedia, intermedia y avanzada). Los datos muestran que 3 talleres se ubican en el grupo de los de avanzada, 6 en el grupo de infraestructura básica intermedia y solo un taller se ubicó en el de infraestructura intermedia. En resumen 10 talleres cuyos propietarios llevaron con mayor intensidad una capacitación después de abandonar la maquila, logran llevar a cabo inversiones de tal forma que se reflejan en la instalación de oficinas o de oficina y taller en el extranjero. Estas inversiones incrementan su mercado al acercarse a sus

clientes desde una perspectiva cultural diferente y al mismo tiempo se benefician de contar con asistencia técnica por el gobierno local de un país desarrollado, al instalarse fuera del país.

Por el contrario en aquellos propietarios CEM que tuvieron una menor capacitación, ninguno de sus talleres logra posicionarse entre los de infraestructura avanzada. Hay 6 que se ubican con una infraestructura intermedia, estos talleres están avanzando en la instalación de oficinas en el extranjero. Otros 12 talleres se ubican dentro del grupo de infraestructura básica, los otros 18 talleres alcanzan una posición de básica intermedia. En resumen, de los 46 propietarios de talleres que se capacitaron de manera independiente, solo 12 (26%) no llevan a cabo inversiones sustantivas en sus talleres.

Pero otros talleres que se agrupan en los de infraestructura “básica intermedia” logran realizar inversiones, aun en procesos de maquinados no tradicionales (EDMW).

Tabla 7.10 Capacitación independiente CEM vs. Infraestructura 2001 con atípicos

Count Total % Col % Row %		Infraestructura2001 con atípicos				
		1 básica intermedia	2 Intermedia	3 básica	9 avanzada	
Capacitación independiente	1 mayor	6	1	0	3	10 21.74
		13.04 25.00 60.00	2.17 14.29 10.00	0.00 0.00 0.00	6.52 100.00 30.00	
	2 menor	18	6	12	0	36 78.26
		39.13 75.00 50.00	13.04 85.71 16.67	26.09 100.00 33.33	0.00 0.00 0.00	
		24	7	12	3	46
		52.17	15.22	26.09	6.52	

Al hacer la prueba de independencia de Chi cuadrada con la finalidad de buscar la relación entre la capacitación independiente y el nivel de infraestructura alcanzado, se consideran únicamente a tres de los conglomerados, ya que los atípicos no se incluyen, y se hace una corrección por el valor faltante en una celda. El resultado de la prueba es no significativo, por lo que no se rechaza la hipótesis nula para esta prueba, y la capacitación independiente pareciera no estar relacionada con el nivel de infraestructura alcanzado.

Lo mismo sucede al tratar de identificar la posible existencia de una relación entre la capacitación dentro de la maquila y el nivel de infraestructura alcanzado en los talleres CEM. La siguiente tabla 7.11 muestra los valores de Ji cuadrada. En esta tabla se aprecia que únicamente existe evidencia de diferencias significativas entre la supervisión dentro de la maquila y el nivel alcanzado en infraestructura al 2001 en los talleres de maquinados.

Tabla 7.11 Valores de Contingencia en prueba de Independencia, Capacitación en maquila vs. Infraestructura alcanzada CEM

Tipo de capacitación vs. Infraestructura alcanzada 2001	Valor de Pearson	Relación
Manejo de personal	0.38	No
Maquinas Herramientas	1.11	No
Supervisión	11.81*	Si
Control de Calidad	2.19	No

*significativa al nivel de 0.05 Fuente: Elaboración Propia

Lo anterior indica que lograr incrementar la infraestructura está más relacionado con la experiencia previa de supervisión en la maquila. Sin embargo no se puede considerar este resultado como una causalidad, ya que puede ser factible que el nivel de infraestructura que logran los talleres es multifactorial y que influyen la capacitación del propietario en la IME, la capacitación independiente, el nivel de conocimiento adquirido, así como su experiencia en el taller, de tal manera que todos estos factores contribuyen en mayores logros.

7.2.1.2 Talleres SIEM

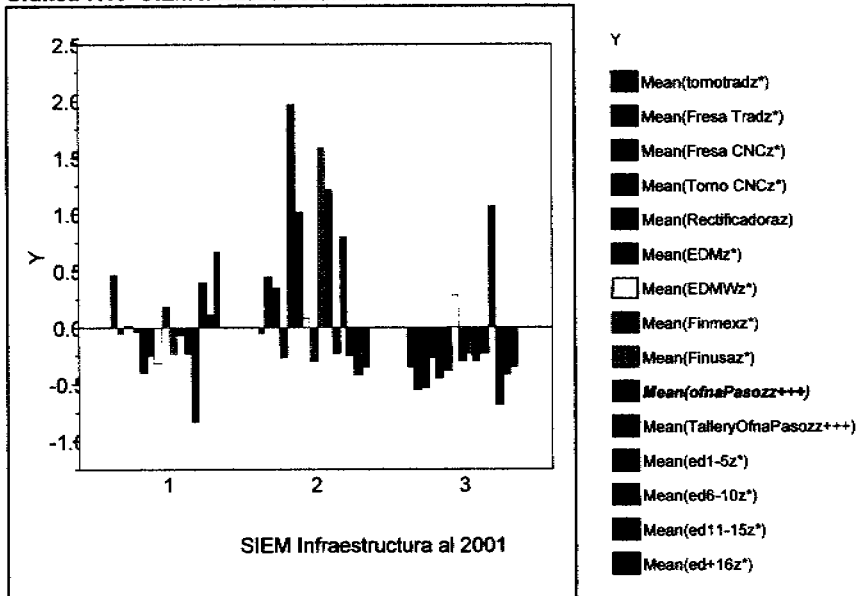
En este punto se hace un análisis similar al de la sección anterior, tomando en cuenta 38 talleres cuyos propietarios no tuvieron experiencia laboral dentro de la maquila (SIEM), los cuales se agrupan en tres niveles. De acuerdo a las gráficas 7.10, 7.11 y 7.12 el primer conglomerado está integrado por 16 talleres que cuentan con algunos tornos manuales (0.47), poca fresa cnc (0.03) y muy poca fresa manual (-0.04), lo que se puede observar también en la tabla 7.12. Algunos talleres del conglomerado, señalan que han accedido a créditos otorgados por instituciones nacionales y que

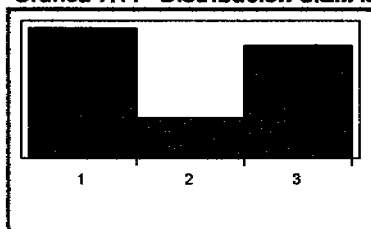
cuentan con oficinas foráneas. El conglomerado está conformado por talleres con una edad de más de 6 años hasta más de 16 años, de haber iniciado operaciones.

El conglomerado 2 está formado por 5 talleres que cuentan con rectificadoras y EDM con valores de media mayores a uno, mientras que en torno así como en fresa manual y fresa cnc los valores se encuentran entre la 0.0 y 0.5. En lo referente al crédito algunos talleres de este conglomerado, señalan que han accedido a éste con instituciones extranjeras principalmente, también señalan tener oficinas en el extranjero.

Las edades de los talleres fluctúan entre 1 a 5 años, en su mayoría. El conglomerado 3 representa el 40% de los talleres SIEM. Este grupo tiene en general valores muy bajos (negativos), únicamente el proceso de EDMW tiene un valor de media positivo (0.29). No cuenta con una infraestructura importante en maquinaria, no han accedido al crédito ni tienen algún taller en el extranjero, es un conglomerado de talleres que tienen una edad entre 1-5 años, es un grupo conformado por talleres jóvenes.

Grafica 7.10 SIEM Infraestructura 2001



Gráfica 7.11 Distribución SIEM infraestructura 2001

Congl	Freq.	Prob
1	16	0.45714
2	5	0.14286
3	14	0.40000
Total	35	1.00000

Tabla 7.12 SIEM Infraestructura 2001

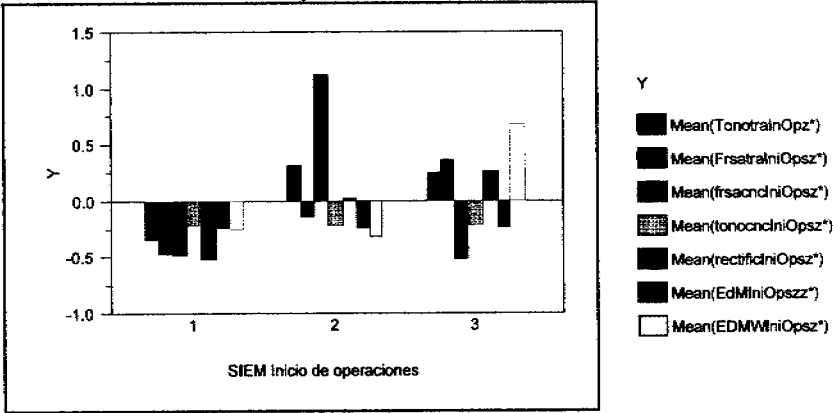
Cluster SIEM	Torno tradz*	Fresa Tradz*	Fresa CNCz*	Torno CNCz*	Rectif cadoraz	EDMz*	EDMWz*	Finmez*	Finusz*	Ofna Pasoz z+++	Tallery Ofna Pasozz +++
1 básico intermedio	0.47	-0.04	0.03	-0.03	-0.39	-0.23	-0.31	0.18	-0.23	-0.05	-0.23
2 Intermedio	-0.03	0.45	0.36	-0.25	1.97	1.03	0.09	-0.29	1.59	1.22	-0.23
3 Básico	-0.34	-0.54	-0.52	-0.25	-0.44	-0.38	0.29	-0.29	-0.23	-0.29	-0.23

Cluster SIEM	ed1-5z*	ed6-10z*	ed11-15z*	ed+16z*
1 básico intermedio	-0.82	0.40	0.12	0.68
2 Intermedio	0.81	-0.24	-0.41	-0.34
3 Básico	1.07	-0.67	-0.41	-0.34

7.2.1.2.1 Inicio de operaciones

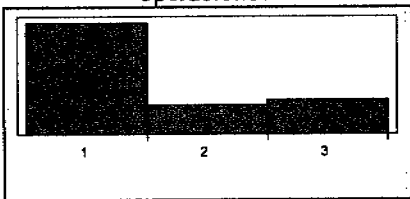
AL igual que con los talleres CEM, para identificar si los talleres de maquinados SIEM han realizado inversiones en maquinaria, ya que en la clasificación anterior únicamente se considera la cantidad de maquinaria al 2001, se hace una comparación de la maquinaria existente al inicio de sus operaciones, con la existente en el momento del censo. Para este análisis, se lleva a cabo una nueva clasificación de conglomerados. En la grafica 7.13 se aprecia que se forman 3 conglomerados. En el primero se encuentran 22 talleres (grafica 7.13) que representan el 63% de la muestra, los cuales al inicio de operaciones tienen infraestructura básica, ya que sus valores de la media de sus variables (ver tabla 7.13) son negativos.

Grafica 7.12 SIEM Inicio de Operaciones



El conglomerado 2 representa el 17% de los talleres que inicia operaciones con poca maquinaria, pero en este conglomerado es importante el equipo cnc, lo que se observa en el valor de la media de la fresa, mostrando la importancia de este equipo en el grupo. También se observan al nivel de la media, pocas rectificadoras, es un grupo que cuenta con poca infraestructura, pero ligeramente mayor en referencia al grupo 1. El conglomerado número 3 representa el 20% de la muestra y se aprecia que cuentan con maquinaria manual en torno y fresas, no cuentan con maquinaria cnc, pero están especializados en EDMW, lo que se complementa con algunas rectificadoras, dándole coherencia al proceso de maquinados instaurado, ya que son maquinarias complementarias.

Grafica 7.13 Distribución Talleres SIEM de acuerdo a su Maquinaria al inicio de operaciones



Level	Count	Prob
1	22	0.62857
2	6	0.17143
3	7	0.20000
Total	35	1.00000

Tabla 7.13 Maquinaria de los talleres SIEM al inicio de operaciones.

Cluster 6	TonotrainOpz*	FrsatrainOpz*	frsacncniOpz*	tonocncniOpz*	rectificniOpz*	EdMIniOpzsz*	EDMWIniOpzsz*
1 básicos	-0.34	-0.46	-0.47	-0.21	-0.52	-0.23	-0.24
2 intermedio 2	0.32	-0.14	1.13	-0.21	0.03	-0.23	-0.31
3 intermedio1	0.26	0.37	-0.52	-0.21	0.26	-0.23	0.68

7.2.1.2.2 Cambio en las capacidades de inversión SIEM

Al hacer un análisis de los conglomerados SIEM, considerando el inicio de operaciones y la infraestructura lograda en el 2001, se observa lo siguiente (tabla 7.14): de los 22⁴² talleres del conglomerado 1 al inicio de operaciones únicamente se registran 19 en la tabla e inician operaciones con muy poca capacidad instalada (básicos). Ocho de estos talleres logran posicionarse en el 2001 dentro de un nivel de básico intermedio, ya que logran incrementar ligeramente la cantidad de maquinaria cnc tanto en torno como en fresa, además acceden a créditos con instituciones nacionales y logran el establecimiento de algunas oficinas foráneas. Estas acciones son las que les dan un estatus de básicos intermedios. Solo dos talleres logran ubicarse en el conglomerado con mayor maquinaria (intermedio) en el 2001, mostrando este grupo que llevan a cabo inversiones en tecnología incorporada (maquinaria cnc), acceden a financiamiento extranjero, y cuentan con oficinas en el extranjero. Otros 9 talleres de los básicos en el inicio de operaciones, permanecen en ese nivel al 2001, con muy ligeras inversiones en EDMW, además de que es un grupo que esta formado por talleres con menos de 5 años de edad.

El conglomerado 2 intermedio2, al inicio de operaciones registra en la tabla sus 6 talleres, y este conglomerado ubica en el 2001 a 5 talleres en el conglomerado de básico intermedio. Sin embargo sus valores en las variables se ven disminuidos lo que indica que este conglomerado de talleres, con el tiempo disminuyo la infraestructura que

⁴² Las diferencias en las observaciones son por las no respuestas de los talleres, sin embargo esto no afecta mayormente.

tenia al inicio de sus operaciones principalmente lo refleja en equipo cnc. Cuenta con acceso a créditos nacionales, y tienen pocas oficinas en el extranjero. Solo un taller de este conglomerado 2, mantiene su infraestructura por lo que se ubica en la posición de conglomerado intermedio, con fresa CNC, financiamiento extranjero y oficina en El Paso.

Tabla 7.14 SIEM Inicio de operaciones vs Infraestructura 2001

Count Total % Cof % Row %		Infraestructura al Inicio de Operaciones			
		1 Básicos	2 Intermedio 2	3 Intermedio 1	
Infraestructura 2001	1 Básico intermedio	8	5	2	15 46.88
		25.00	15.63	6.25	
		42.11	83.33	28.57	
	2 intermedio	53.33	33.33	13.33	4 12.50
		2	1	1	
		6.25	3.13	3.13	
	3 Básico	10.53	16.67	14.29	13 40.63
		50.00	25.00	25.00	
		9	0	4	
	28.13	0.00	12.50	32	
	47.37	0.00	57.14		
	69.23	0.00	30.77		
		19	6	7	
		59.38	18.75	21.88	

En lo referente al conglomerado 3 intermedio 1, que al inicio de las operaciones agrupa 7 talleres, para el 2001, 2 talleres se ubican en el conglomerado de los básicos intermedios, uno en el conglomerado de los intermedios y 4 talleres se ubican en los básicos.

Al hacer un análisis de la capacitación independiente llevada a cabo por los propietarios SIEM y la infraestructura alcanzada en los talleres al 2001, se observa en la tabla 7.15 que el 74.29%, de los propietarios no llevaron a cabo una capacitación independiente; de estos propietarios el 46.15% sus talleres se clasifican como básicos intermedios, el 15.38% como intermedios y el 38.46% como básicos. Lo anterior indica que estos propietarios mantienen un mayor porcentaje de talleres fuera de la clasificación de básicos, pero no llegan a avanzados.

Mientras que el 25.71% de la muestra de talleres SIEM indica que sus propietarios llevaron a cabo algún tipo de capacitación independiente el 44% se ubica dentro del conglomerado de los básicos intermedios y solo el 11% dentro de la clasificación de los intermedios, sin embargo el 44% restante se ubican dentro de los básicos. Además se lleva a cabo una prueba de independencia la cual es estadísticamente no significativa ($p = 1.0$) indicando la falta de evidencia en la relación entre estas dos clasificaciones.

Tabla 7.15 SIEM capacitación independiente vs. Infraestructura 2001.

Count Total % Col % Row %	1 Básico intermedio	2 Intermedio	3 Básico	
1 Sin capacitación	12 34.29 75.00 46.15	4 11.43 80.00 15.38	10 28.57 71.43 38.46	26 74.29
2 Con capacitación	4 11.43 25.00 44.44	1 2.86 20.00 11.11	4 11.43 28.57 44.44	9 25.71
	16 45.71	5 14.29	14 40.00	35

A partir de los datos anteriores se puede establecer que la capacitación independiente realizada por los propietarios SIEM no ha sido suficiente para lograr mayores niveles a los de básicos intermedios, pues esto se refleja en los niveles de infraestructura alcanzados en este conglomerado.

7.2.1.3 Comparación de capacidades de inversión

La tabla 7.16 resume las características de los dos tipos de conglomerados: CEM y SIEM. Se observa una diferencia en el nivel de inversiones, siendo mayor este nivel en los CEM, asimismo se observa que el número de talleres que se ubican dentro del grupo de avanzados (en este caso los atípicos) son talleres cuyos propietarios también tienen una experiencia previa dentro de la maquila. En este resumen se puede apreciar que solamente los propietarios de talleres CEM, logran una mayor capacidad de infraestructura en maquinaria cnc, además de indicar un mayor nivel de financiamiento

lo que involucra un aprendizaje financiero, además de contar con talleres en el extranjero, lo que les brinda una capacidad de innovación básica.

De la misma forma, de acuerdo a las pruebas estadísticas realizadas para encontrar la posibilidad de relaciones entre las diferentes clasificaciones de conglomerados y la capacitación independiente de los propietarios, las pruebas estadísticas no muestran la existencia de una relación entre las clasificaciones para los talleres CEM y SIEM.

Tabla 7.16 Resumen de Inversiones en los talleres de maquinados de precisión

Nivel de infraestructura	Tipo y número de talleres		Características
	CEM	SIEM	
Básico	34	14	Talleres con muy bajos niveles de inversión. Cuentan con maquinaria manual. Muy poca o nula maquinaria CNC, EDM, y EDMW, que involucran tecnología incorporada, en niveles muy bajos. Talleres sin acceso a financiamiento y sin instalaciones foráneas. Talleres jóvenes con hasta 5 años de haber iniciado operaciones.
Básico intermedio	53	16	Talleres con bajos niveles de inversión en infraestructura, pero ligeramente superiores a los del conglomerado de básicos. Con niveles de maquinaria CNC y EDMW bajos, pero manteniendo un más bajo nivel en EDM y rectificador. Con acceso a financiamiento en un nivel bajo, principalmente con instituciones estadounidenses. Con pocas oficinas foráneas. Talleres de diversas categorías de edades, desde los menores a 5 años hasta mayores de 16 años.
Intermedio	8	5	Talleres con inversiones en maquinaria CNC más claras ya que se empieza a observar una especialización en la maquinaria para cada proceso, pues los conglomerados muestran valores de media mayores a 1.0 en algunas variables. En otras variables los valores están cercanos a cero. Tienen maquinaria CNC, rectificadoras, y EDM principalmente. Acceso más claro a los créditos ya sea nacionales o extranjeros de manera moderada y se observa una mayor proporción de oficinas dentro del conglomerado, sin llegar a contar con talleres en el extranjero.
Avanzados	4	0	Talleres con mayor capacidad instalada, con valores importantes de maquinaria cnc, así como de rectificadoras, continúa siendo menor la cantidad de EDM, comparados con el conglomerado de intermedios. El conglomerado muestra mayores niveles de financiamiento con instituciones nacionales, y lo más importante de su clasificación es que todos tienen talleres en el extranjero. Son talleres con más de 16 años de haber iniciado operaciones.

También en la prueba de relación indicada en la tabla 7.11, únicamente la capacitación en supervisión mantiene una posible relación con el nivel de infraestructura alcanzado.

Pero existe la posibilidad de que el nivel de infraestructura alcanzado por los talleres CEM sea multifactorial.

7.2.2 Capacidades de producción centradas en los procesos y organización de la producción

En las PyME los procesos organizacionales y productivos en ocasiones no están sistematizados por completo. Esta falta de sistematización ha sido una constante señalada por diferentes autores latinoamericanos. Asimismo, autores como Nelson y Winter (1982) han señalado que la sistematización de los procesos involucrados se lleva a cabo a través de la coordinación de una serie de rutinas. Por lo que se plantea el supuesto de que este proceso de sistematización inicia en el momento en el cual la dirección decide llevar a cabo un proceso de organización y control del proceso, el cual puede estar sustentado en un sistema de organización y control de la calidad.

En las PyME de maquinados de precisión de Ciudad Juárez esto puede ser detectado por medio del censo al identificar las funciones técnicas en las que se esté llevando a cabo un proceso de acumulación o una dinámica de organización así como una identificación de las fortalezas y debilidades de la empresa. Siguiendo esta lógica, con la información del censo se clasificaron las diferentes funciones técnicas, para conocer el nivel de las capacidades tecnológicas que han alcanzado los talleres de maquinados. Esta clasificación se hace tomando en consideración la matriz desarrollada por Lall (1992) y mejorada por Bell y Pavitt (1995). Para lo cual se plantearon una serie de variables cualitativas, las cuales se considera que permiten establecer el nivel de capacidades que han logrado los talleres de maquinados de precisión. Esta clasificación se realizó utilizando el análisis multivariado, específicamente el análisis de conglomerados, dado que esta herramienta es la que permite conformar diferentes grupos de acuerdo a sus similitudes en torno a las variables especificadas.

Katz (1987) encontró que en las pequeñas y medianas empresas los sistemas de producción son discontinuos o por lotes, a diferencia de las grandes empresas que organizan su producción por medio de flujos continuos, lo que afecta grandemente el

desarrollo de las capacidades tecnológicas de las PyME. Esta discontinuidad en la producción está determinada por la forma en que los talleres de maquinados de precisión reciben los pedidos de sus clientes, ya que esto da la pauta para establecer la organización de la producción dentro del taller. Katz (1987) también consideró la influencia que los propietarios ejercen en el proceso tecnológico al inicio de las operaciones de los talleres, ya que los propietarios juegan un importante papel en la creación de las fuentes para generar información y conocimiento técnico. La habilidad y experiencia adquirida previamente, les sirve para establecer los cimientos tecnológicos al inicio de las operaciones del taller. Entonces son los propietarios quienes aportan el conocimiento y en ocasiones las habilidades, para iniciar y coordinar el proceso de producción, asimismo serán ellos quienes, con su experiencia y su visión de emprendedores, alcanzarán dentro de la empresa la capacidad de crear la infraestructura y el conocimiento tecnológico que les permite acumular capacidades tecnológicas e iniciar los pasos hacia las innovaciones.

En las siguientes secciones se presentan los elementos necesarios para configurar la función técnica de producción. Para la función centrada en el proceso y organización de la producción. Se consideran tres dimensiones relevantes

- 1.- Sistemas de calidad
- 2.- Capacidad de producción
- 3.- Estrategias, mejoras y organización de la producción

Asimismo para la función centrada en el producto se toman las diferentes modificaciones al producto para obtener la clasificación de conglomerados.

Las variables consideradas para obtener los diferentes conglomerados toman en cuenta aspectos señalados por autores como Katz (1987) y Bell y Pavitt (1995) quienes señalan en sus trabajos las diversas fuentes de generación de información y de conocimiento técnico, en las diferentes categorías de ingeniería como son el diseño de producto las mejoras a los procesos de producción y las tareas de ingeniería industrial entre otras.

7.2.2.1 Sistemas de calidad

Para conformar los conglomerados de talleres de maquinados en relación a los sistemas de calidad, se utilizan las variables listadas en la tabla 7.17. En ésta clasificación se toma en cuenta el porcentaje de avance en las actividades para obtener la certificación ISO-9000, así como otras variables que ayudan a discriminar el tipo de actividades que los talleres de maquinados han implementado internamente con respecto a la calidad.

Al identificar los diferentes conglomerados utilizando el paquete estadístico JMP, dos talleres resaltan como atípicos por sus grandes valores de media en sus variables estandarizadas, debido a que estos dos talleres ya obtuvieron la certificación de calidad en ISO-9000. A estos dos talleres se les puede considerar como los avanzados en calidad. Estos talleres al igual que el resto, también están sujetos a cubrir periódicamente la revisión del aseguramiento de la calidad por parte de la plantas maquiladoras (entrevista a ingeniero de aseguramiento de la calidad en Delphi), además de que para alcanzar este nivel han realizado inversiones tanto en la certificación como en la implantación del sistema y la capacitación del personal.

Tabla 7.17 Variables consideradas para la calidad

Rubro	variable		Observaciones
Certificación/avance del sistema de calidad	advcertz	numérica	Solo dos talleres muestran estar certificados al momento del censo. ⁴³
Personal capacitado en el proceso utilizado para certificar la calidad del producto.	Perscapcz	Categórica	
Actividades y uso de equipo orientado a mejorar la calidad	ComQCz EntPersz Fallsz Vtascertz Recomctez	categóricas	Se considera el uso de computadoras, el entrenamiento al personal, los estudios de búsqueda de fallas así como las recomendaciones del cliente y las ventas previa certificación de la calidad.

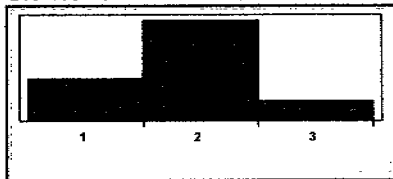
⁴³ Al final del año 2002 ya existían alrededor de 5 talleres certificados en ISO 9000.

7.2.2.1.1 Conglomerados CEM

La gráfica 7.15 presenta el análisis de conglomerados de acuerdo a los sistemas de calidad de los talleres de propietarios CEM. Se observa la formación de tres conglomerados; en esta clasificación no se considera a los talleres avanzados considerados como atípicos. A estos tres conglomerados se les ha denominado básico, básico intermedio 1 y básico intermedio2. Esta nomenclatura se utiliza debido a que los dos grupos de talleres de básicos intermedios tienen algunas pequeñas diferencias. Estas diferencias se ubican principalmente en el avance de la certificación, y en el porcentaje de las ventas certificadas, sin embargo el nivel de intensidad de las variables es moderado.

En la gráfica 7.14 se observa que el primer conglomerado está conformado por 25 talleres que representan el 26% de la muestra. Este conglomerado no lleva a cabo acciones relevantes enfocadas a mejorar la calidad, considerando que tienen valores negativos en las variables que representan estas actividades. (Tabla 7.18 y gráfica 7.15)

Gráfica 7.14 CEM Calidad distribución de los conglomerados.



Level	Count	Prob
1	25	0.26042
2	59	0.61458
3	12	0.12500
Total	96	1.00000

Gráfica 7.15 CEM Conglomerado de Calidad

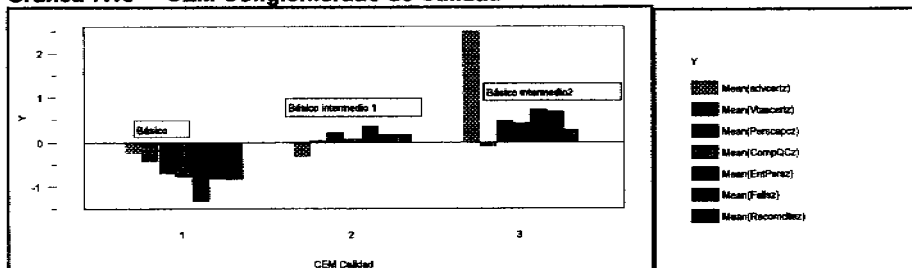


Tabla 7.18 CEM valores de media de variables para conglomerado de Calidad

Cluster	advcertz	Vtascertz	Perscapcz	CompQCz	EntPersz	Fallsz	Recomcitez
1 (25) Básico	-0.23	-0.41	-0.68	-0.76	-1.32	-0.81	-0.82
2 (59) Básico intermedio 1	-0.32	0.04	0.22	0.08	0.36	0.19	0.18
3 (12) Básico intermedio 2	2.51	-0.08	0.50	0.44	0.75	0.72	0.29

El conglomerado 2 está conformado por 59 talleres que representan aproximadamente el 61% de la muestra. En este conglomerado se encuentran talleres que no están llevando a cabo acciones enfocadas a la certificación en ISO-9000. Si bien los valores de sus variables son positivos también son bajos, excepto en avance en la certificación que es negativo. Llevan a cabo una serie de acciones ya que refieren tener personal especializado en calidad (0.22), capacitan a su personal en calidad (0.36) y tienen pocas ventas certificadas (0.04). Llama la atención de que a pesar de que no llevan a cabo acciones directas para avanzar en un proceso de certificación, en todas las demás acciones de calidad tienen valores positivos aunque pequeños. Este grupo puede definirse como aquel que tiene ventas certificadas.

El tercer conglomerado, aglutina a 12 talleres de maquinados que han iniciado en algún momento su proceso de calidad orientado al ISO-9000. La variable de ventas certificadas tiene el único valor negativo en el conglomerado (-0.08), mientras que las variables restantes muestran valores positivos y ligeramente mayores al conglomerado 2. Si bien el conglomerado 3 tiene una baja intensidad en ventas certificadas, se observan valores mayores en este conglomerado que en los conglomerados anteriores, ya que refieren contar con personal especializado en calidad (0.50), capacitar a su personal en calidad (0.75) y llevar a cabo un seguimiento de fallas (0.72).

Este conglomerado muestra que el avance en la certificación involucra actividades como el entrenamiento del personal, un seguimiento de las fallas y el hacer uso de los servicios de personal expresamente calificado para la calidad con mayor intensidad como los muestran sus valores en dichas variables. Lo referente a los bajos niveles

registrados en las ventas certificadas, es un reflejo de que las ventas certificadas se dan en aquellos talleres que no cuentan con la certificación de calidad de parte de las plantas maquiladoras (entrevista con supervisor de aseguramiento de la calidad en Delphi), además de que no cuentan con actividades orientadas al avance de la certificación. Mientras que aquellos talleres, como el conglomerado 3, que cuentan con actividades orientadas al avance de la certificación y que además aprueban la certificación de calidad de la planta maquiladora, no tienen que certificar sus productos. La característica que diferencia a los conglomerados 2 y 3, es que pareciera ser que las ventas certificadas obliga a los talleres del conglomerado 2 a seguir las recomendaciones de los clientes, es decir que les obligan a que implementen acciones orientadas a la calidad para fabricar un producto que cubra las especificaciones de la certificación, determinada por un tercero. Mientras que para el conglomerado 3, pareciera ser que mantener una interacción más estrecha con el cliente, es una oportunidad, lo que además redundaría en la calidad del producto fabricado. Considerando el número de talleres que llevan a cabo acciones encaminadas a mejorar la calidad de su producto, ya sea bajo el criterio de las ventas certificadas o por medio de la implementación del proceso de calidad ISO-9000, se observa que aproximadamente el 74% de los talleres CEM, realiza acciones para el control de la calidad del producto.

La tabla 7.19 muestra la distribución de los conglomerados de calidad en relación al nivel de capacitación independiente de los propietarios CEM. Se observa que el 70% de los talleres cuyos propietarios tuvieron una mayor capacitación se ubican dentro del conglomerado de los básicos intermedios 1, el 20% en los básicos intermedios 2 y un 10% de los talleres en el conglomerado de los avanzados. Los propietarios CEM de talleres con menor capacitación independiente, se ubica el 11% en el conglomerado de los básicos, el 66.67% en el grupo de los básicos intermedios 1, el 19.44 en los básicos intermedios 2, y el 2.78% en los avanzados. Sin embargo al identificar la existencia de alguna relación entre el nivel de calidad de los talleres CEM y la capacitación independiente de los

propietarios, se realizó la prueba de independencia para estas dos clasificaciones, y se encontró que la prueba es no significativa al nivel del 0.05⁴⁴, por lo que se infiere que no existe evidencia de una relación entre la capacitación independiente y el nivel de calidad alcanzado por los talleres.

Tabla 7.19 CEM calidad con avanzados vs. CEM capacitación independiente

	Count Total % Col % Row %	Capacitación independiente		
		1	2	
		mayor	menor	
Calidad	1 básicos	0 0.00 0.00 0.00	4 8.70 11.11 100.00	4 8.70
	2 básicos intermedios 1	7 15.22 70.00 22.58	24 52.17 66.67 77.42	31 67.39
	3 básicos intermedios 2	2 4.35 20.00 22.22	7 15.22 19.44 77.78	9 19.57
	9 avanzados	1 2.17 10.00 50.00	1 2.17 2.78 50.00	2 4.35
		10 21.74	36 78.26	46

Tabla 7.20 Prueba Chi cuadrada⁴⁵

Type of Test	Chi Square	d.f.	p-value
Pearson Uncorrected	0.260	1	0.610
Yates Corrected	0.008	1	0.927
Mantel-Haenszel	0.255	1	0.614

⁴⁴ La prueba de ji cuadrada se llevó a cabo por dos métodos en esta tabla de contingencia, para corroborar: primero se agruparon los avanzados con los básicos 2, y a los básicos se les agrupo con los básico intermedios 1, formando una tabla con dos categorías. esto se basó en Lind, Marchal, Mason, 2004. La segunda prueba se llevo a cabo reemplazando la celda vacía con el valor esperado, de acuerdo a la metodología planteada por (Graf, Alf y Williams, 1997) y referenciado por (Herrera, Cuesta y Fernández, 1999:1-8) en (<http://www.psico.uniovi.es/REMA/v4n1/>), que correspondería en el caso de cumplirse la hipótesis nula, es decir la ausencia de relación entre las dos variables. Revista Electrónica de Metodología Aplicada, 1999, Vol. 4, n-1, pp1-8

⁴⁵ El software utilizado para hacer las pruebas de Fisher y Ji cuadrada se encuentra en: <http://statpages.org/ctab2x2.html>

La tabla 7.21 presenta la comparación del conglomerado de calidad con el conglomerado de la capacitación en la IME. En la tabla 7.21, se muestra la distribución de los talleres atípicos, pero se excluyen de la prueba de independencia.

Tabla 7.21 CEM calidad con atípicos vs. capacitación en maquila CEM

Count Total % Col % Row %	Capacitación en la IME				
	1 empíricos	2 profesión	3 profesión	4 técnicos y empíricos	
	1	1	2	5	
1 básicos	9 9.38 37.50 36.00	5 5.21 19.23 20.00	6 6.25 20.69 24.00	5 5.21 29.41 20.00	25 26.04
2 básicos intermedio 1	11 11.46 45.83 19.30	16 16.67 61.54 28.07	19 19.79 65.52 33.33	11 11.46 64.71 19.30	57 59.38
3 básicos intermedio 2	3 3.13 12.50 25.00	4 4.17 15.38 33.33	4 4.17 13.79 33.33	1 1.04 5.88 8.33	12 12.50
9 avanzados	1 1.04 4.17 50.00	1 1.04 3.85 50.00	0 0.00 0.00 0.00	0 0.00 0.00 0.00	2 2.08
	24 25.00	26 27.08	29 30.21	17 17.71	96

Al analizar la tabla de contingencia 7.21 se observa que el conglomerado de los básicos intermedio 1 de calidad es el de mayor porcentaje (59.38%). En este conglomerado se tienen propietarios de todas las categorías (empíricos, técnicos, profesionistas). De la misma forma el conglomerado de profesión 1 junto con el conglomerado de técnicos y empíricos recibieron la mayor capacitación dentro de la maquila, además de ser los propietarios con una permanencia de 11-15 años dentro de la IME. El conglomerado de básicos intermedios 1 se caracteriza por llevar un escaso avance en la certificación y bajos valores en las otras variables de calidad. Mientras que los básicos intermedios 2, representan a aquellos talleres que registran un avance en la certificación del ISO-9000, y en la tabla se observa que lo conforman pocos talleres de todos los conglomerados de capacitación en maquila.

Al realizarse la prueba de independencia, excluyendo los valores atípicos, la prueba es no significativa al nivel 0.05. A partir del resultado de la prueba de independencia (tabla 7.22) se puede inferir que ni el tiempo que permanecieron los propietarios en la IME, ni

el grado de capacitación que recibieron en la misma, son los principales determinantes para alcanzar niveles aceptables de calidad. Más bien se debe a que la IME exige la calidad a sus proveedores con respecto al producto solicitado; esto trae como consecuencia que dichos proveedores se vean obligados a implementar acciones encaminadas a establecer rutinas de calidad dentro del taller, de tal forma que se asegure la calidad del producto de acuerdo a los requerimientos del cliente. Lo anterior se logra cuando algunas plantas maquiladoras solicitan la certificación de calidad del producto de sus proveedores, por medio de instituciones certificadoras, las cuales a su vez cuentan con la certificación ISO 9000.(entrevista con profesor del CAST-CONALEP)

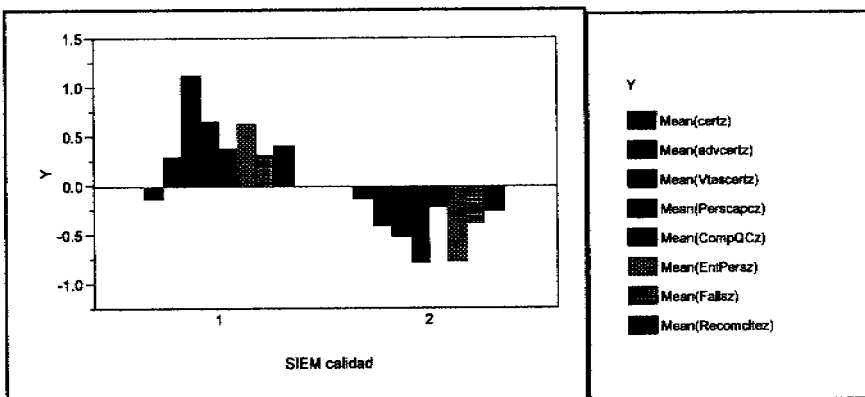
Tabla 7.22 Prueba de independencia

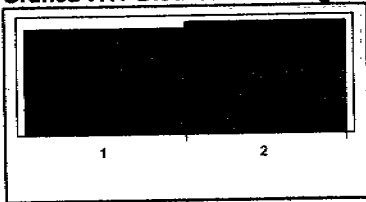
Concepto	
Ji-cuadrada	3.88
Correlación	0.19
Valor p	0.692

7.2.2.1.2 Conglomerados SIEM

Para los talleres cuyos propietarios no tuvieron experiencia previa en la maquila, se clasifican los conglomerados de calidad utilizando el análisis multivariado, se identifican dos conglomerados que se observan en la grafica 7.16.

Gráfica 7.16 Conglomerado de Calidad SIEM



Gráfica 7.17 Distribución Conglomerado SIEM Calidad

Level	Count	Prob
1	18	0.48649
2	19	0.51351
Total	37	1.00000

Tabla 7.23 Valores de la media de las variables de calidad SIEM

Cluster 6	certz	advcertz	Vtascertz	Perscapcz	CompQCz	EntPersz	Fallsz	Recomcztez
1 Básico intermedio1	-0.14	0.30	1.13	0.66	0.39	0.64	0.32	0.41
2 Básico	-0.14	-0.41	-0.52	-0.79	-0.22	-0.78	-0.38	-0.26

El conglomerado 1, denominado básico intermedio 1, está formado por 18 talleres que representan el 48.6% de la muestra considerada (gráfica 7.17). Se observa que estos talleres no tienen avance en la certificación ISO-9000, pero ya han iniciado este proceso con una baja intensidad (0.30) (tabla 7.23), y han emprendido acciones encaminadas a la mejora de la calidad ya que cuentan con personal capacitado en el control de la calidad (0.66), utilizan equipo de computo en el control de la calidad (0.39), capacitan a su personal en sistemas de calidad (0.64), asimismo llevan a cabo el seguimiento de fallas (0.32) y siguen las recomendaciones del cliente (0.41). Es de destacar que este conglomerado tiene un valor más intenso en ventas certificadas (1.13).

Para el conglomerado 2, denominado básico, se observa que las variables tienen valores negativos, lo que indica la escasez o nulidad de acciones encaminadas a la calidad. De igual forma que lo observado con respecto a los CEM, en los talleres SIEM tampoco se advierte que el avance en los procesos de calidad esté relacionado con la capacitación independiente que llevaron a cabo los propietarios, lo cual se corrobora a partir de los datos de la tabla de contingencia 7.24. Además en la tabla 7.25 se hace un comparativo para identificar la relación entre la capacitación independiente y los niveles de calidad que tienen los talleres SIEM, la prueba resultó no significativa y por lo tanto no hay evidencia de que exista una relación entre estas dos clasificaciones de talleres SIEM.

Tabla 7.24 SIEM Calidad vs. Capacitación independiente

		Count Total % Col % Row %	Capacitación Independiente		
			1 Sin capacitación	2 con capacitación	
Calidad	1 básico intermedio	14 37.84 50.00 77.78	4 10.81 44.44 22.22	18 48.65	
	2 básico	14 37.84 50.00 73.68	5 13.51 55.56 26.32	19 51.35	
		28 75.68	9 24.32	37	

Tabla 7.25 SIEM Capacitación independiente vs. Calidad
Prueba de Independencia

Source	DF	-LogLike	RSquare (U)
Model	1	0.042155	0.0021
Error	35	20.485060	
C. Total	36	20.527215	
N	37		

Test	ChiSquare	Prob>ChiSq
Likelihood Ratio	0.084	0.7715
Pearson	0.084	0.7718

Fisher's Exact Test	Prob
Left	0.7484
Right	0.5376
2-Tail	1.0000

Kappa	Std Err
0.040346	0.13877

Kappa measures the degree of agreement.

La clasificación anterior permite señalar que el 48% de los talleres SIEM están llevando a cabo acciones concretas para mejorar la calidad de sus productos por el avance en la implantación del sistema de calidad ISO. El resto de los talleres SIEM, no lleva a efecto ninguna acción específica para mejorar la calidad de sus productos, resaltándose además el hecho de no contar con ventas certificadas. Tanto en los talleres CEM como en los SIEM se detectó que el factor principal para implementar medidas para la mejora de la calidad depende de las exigencias del cliente, ya que en los talleres SIEM al igual

que en los CEM, los que ha iniciado acciones orientadas a la mejora de la calidad son aquellos que tienen un mayor número de ventas certificadas.

7.2.2.2 Capacidad de Producción

7.2.2.2.1 Talleres CEM

Para clasificar a los talleres de acuerdo a sus capacidades de proceso se continúa con la identificación de diferentes variables. Las capacidades de producción se clasifican en dos grupos de talleres de maquinados: con experiencia y sin experiencia en la IME, las variables son: el número de técnicos operarios, el número de ingenieros, la cantidad de maquinaria que utilizan en los diferentes procesos de maquinados al año 2001, y el uso del software en la producción (tabla 7.26). Estas variables consideran tanto el capital físico como humano disponible, al mismo tiempo se involucran los diferentes procesos utilizados en los maquinados de precisión.

Tabla 7.26 Variables utilizadas para capacidad de producción CEM

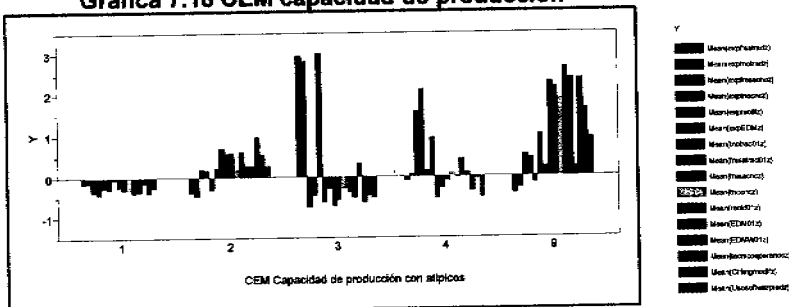
Rubro	Variable	Tipo	Observaciones
Experiencia del personal en maquinado	<ul style="list-style-type: none"> • expfrsradz • exptonotradz • expfresacncz • exptonocncz • exprectifz • expEDMz 	numéricas	
Cantidad de equipo de la empresa al año 2001	<ul style="list-style-type: none"> • tomotrad01z • fresatrad01z • fresacncz • tonocncz • rectific01z • EDM01z • EDMW01z 	numéricas	
Personal técnico de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> • técnicosoperariosz • Ctrlringmodifz 	Numérica	Estas variables son las de los técnicos operarios y los ingenieros
Uso de paquetería software	<ul style="list-style-type: none"> • Usosoftwarprodz 		

A partir de estas variables se obtienen 4 conglomerados para los talleres CEM, el modelo excluye 7 talleres a los cuales se les considera atípicos.

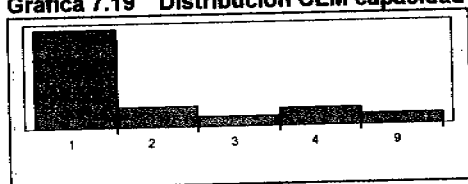
El conglomerado 1 está formado por 59 talleres (gráficas 7.18 y 7.19), que representan el 61% de los talleres. Los valores de la media en todas las variables son negativos, pero se observa que únicamente cuentan con poca capacidad de producción de torno manual (-0.05), y también utilizan ocasionalmente el software para la producción (0.01), asimismo cuentan con muy poco personal de técnicos y operarios. Esto en parte puede ser el reflejo de las características del entorno económico, por lo que se le considera como un conglomerado con características de producción básicas.

El conglomerado 2 está formado por 13 talleres, los cuales cuentan con personal con experiencia en maquinaria CNC y en EDM. Es el conglomerado que tiene la mayor cantidad de maquinaria de los cuatro conglomerados; pero pudiera considerarse de poca intensidad por el valor de la media. La maquinaria que aparece con mayores valores son la fresa (0.57) y el torno tradicional (0.71), seguido de la fresa CNC (0.61); cuentan con pocos tornos CNC (0.18), y al mismo nivel que la fresa CNC se encuentra la cantidad de rectificadoras y en menor cantidad la maquinaria de EDM (0.29) y EDMW (0.28). La cantidad de técnicos operarios (0.99) casi duplica al de los ingenieros (0.55), y se puede considerar que después del conglomerado de los atípicos, en este conglomerado 2 se tiene el mayor uso de software (0.27) en la producción. Nuevamente la tabla 7.27 se segmenta por el número de variables involucradas, para facilitar su lectura.

Gráfica 7.18 CEM capacidad de producción



Gráfica 7.19 Distribución CEM capacidad de producción



Level	Count	Prob
1	59	0.61458
2	13	0.13542
3	6	0.06250
4	11	0.11458
9	7	0.07292
Total	96	1.00000

Tabla 7.27 CEM capacidad de producción con atípicos

CEM Capsde Pdcn con atípicos	Experiencia del personal técnico en maquinaria						Infraestructura						
	Expfresa tradz	Exp tno tradz	Exp fresacncz	Exp tno cncz	Exp rectificz	Exp EDMz	Tno trad01z	Fresa trad01z	Fresa cncz	Tno cncz	rectif01z	EDM01z	EDMW01z
1	-0.14	-0.13	-0.35	-0.41	-0.25	-0.28	-0.05	-0.23	-0.29	0.28	-0.37	-0.36	-0.11
2	-0.37	-0.46	0.20	0.19	-0.31	0.22	0.71	0.57	0.61	0.18	0.63	0.29	0.28
3	2.95	2.82	-0.73	-0.44	3.02	-0.61	-0.27	-0.69	-0.55	0.28	-0.37	-0.49	0.34
4	-0.10	0.05	1.60	2.12	0.15	0.97	-0.53	-0.28	-0.09	0.09	-0.01	0.43	0.11
9	-0.41	-0.28	0.52	0.47	-0.16	1.04	0.23	2.31	2.18	1.86	2.66	2.41	0.24

CEM Capsde Pdcn con atípicos	Personal Técnico e ingenieros		Uso Softwar prodz
	Técnicos peratosz	Ctrng modifz	
1	-0.37	-0.26	0.01
2	0.99	0.55	0.27
3	-0.62	-0.44	-0.49
4	-0.35	-0.06	-0.49
9	2.36	1.65	0.93

En el conglomerado 3 se agrupan 6 talleres (6.2%), cuentan con personal altamente experimentado en fresa y torno manuales, así como en el rectificado, como lo muestran sus valores en la tabla 7.27. Es un conglomerado que está especializado en procesos que involucran maquinaria EDMW (0.34), talleres que al momento del censo prácticamente no contaban con personal técnico ni profesional.

El conglomerado 4, está conformado por 11 talleres (11.45%), tienen personal altamente experimentado en torno (2.12) y fresa cnc (1.60), así como en EDM (0.97); cuentan con poca maquinaria de tornos (0.09) y fresas cnc (-0.09), así como también pocas rectificadoras (-0.01), (gráfica 7.19 y tabla 7.27). Por los valores de la media, la maquinaria EDM (0.43) y la de EDMW (0.11) indica que es su especialidad. Se observa

poco personal de ingenieros (-0.06) y prácticamente ningún operario, además hacen prácticamente ningún uso del software para la producción.

Además de los cuatro conglomerados mencionados se detectaron los 7 talleres atípicos. En la gráfica 7.19 se observa que los trabajadores de este conglomerado cuentan con personal experimentado en maquinaria CNC, fresa (0.52), torno (0.47) y EDM (1.04), tienen una mayor cantidad de maquinaria en todas las categorías. Es el conglomerado que tiene mayor cantidad de personal técnico (2.36) y de ingenieros (1.65), con relación a los otros conglomerados. Asimismo se observa que utilizan en mayor escala el software para la producción (0.93).

El conglomerado de los atípicos esta integrado por un grupo de talleres que cuentan con solidez en la infraestructura, con personal experimentado en procesos CNC, y procesos de maquinados ya claramente sustentados en la fresa CNC, el rectificado y el EDM, apoyados con el torno CNC. Son un grupo de talleres de maquinados que cuentan con una mayor capacidad de producción.

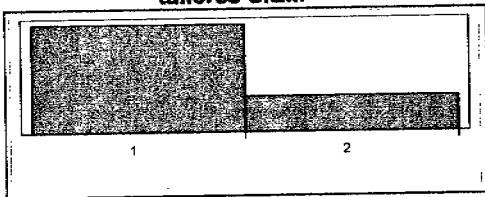
7.2.2.2.2 Talleres SIEM

Con respecto a los talleres denominados SIEM, se llevó a cabo un análisis similar al aplicado a los talleres CEM, para determinar sus capacidades de producción. En las gráficas 7.20, 7.21 y en la tabla 7.28, se observa la formación de dos conglomerados. El primer conglomerado esta formado por 27 talleres que representan el 75% de la muestra, y el segundo tiene 9 talleres que representan el 25%. En el primer conglomerado se observa que la experiencia de su personal es escasa, pues se sustenta en un poco de experiencia en fresa tradicional (-0.07), torno tradicional (0.03) y en rectificado (-0.09). Respecto a la maquinaria, los valores negativos indican que este conglomerado cuenta con poca maquinaria de torno tradicional (-0.03), y de EDMW (0.06). Es un conglomerado en donde se observa que los talleres casi no cuentan con técnicos operarios (-0.24) ni con ingenieros (-0.37), y tampoco hacen uso del software para la producción (-0.21). Muestra deficiencias en maquinaria (infraestructura) que no

se pueden atribuir a la situación económica prevaleciente en la región, sino a las características propias de los talleres.

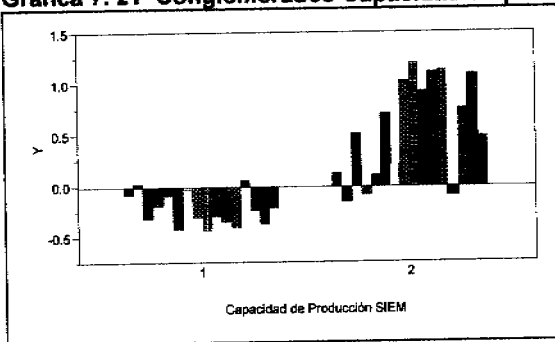
En el conglomerado 2 se observa que el personal cuenta con experiencia en fresa tradicional (0.13), en fresa cnc (0.52), en rectificado (0.10) y con mayor intensidad en EDM (0.71). En lo que se refiere a la maquinaria, cuenta con torno tradicional (0.21), fresa tradicional (1.03), fresa cnc (1.20), torno cnc (0.93), rectificado (1.12) y EDM (1.13). Estos talleres cuentan con más maquinaria en comparación con el primer conglomerado, pero sin llegar a alcanzar el nivel de infraestructura que tienen los talleres CEM; asimismo se observa que en el conglomerado 2 el número de ingenieros (1.10) es mayor al de técnicos (0.76), en este grupo también se hace uso del software (0.48) para llevar a cabo sus procesos de maquinados, sin llegar al nivel del conglomerado CEM. Llama la atención que el conglomerado 2 cuente con más ingenieros en relación a los técnicos, y que además el uso del software sea menor al conglomerado atípico de los CEM.

Gráfica 7.20 Distribución de conglomerados por capacidades de producción en los talleres SIEM



Level	Count	Prob
1	27	0.75000
2	9	0.25000
Total	36	1.00000

Gráfica 7. 21 Conglomerados Capacidad de producción SIEM



- Mean(mprtrad0)
- Mean(mprtrad02)
- Mean(mprtrad03)
- Mean(mprtrad04)
- Mean(mprtrad05)
- Mean(mprtrad06)
- Mean(mprtrad07)
- Mean(mprtrad08)
- Mean(mprtrad09)
- Mean(mprtrad10)
- Mean(mprtrad11)
- Mean(mprtrad12)
- Mean(mprtrad13)
- Mean(mprtrad14)
- Mean(mprtrad15)
- Mean(mprtrad16)
- Mean(mprtrad17)
- Mean(mprtrad18)
- Mean(mprtrad19)
- Mean(mprtrad20)
- Mean(mprtrad21)
- Mean(mprtrad22)
- Mean(mprtrad23)
- Mean(mprtrad24)
- Mean(mprtrad25)
- Mean(mprtrad26)
- Mean(mprtrad27)
- Mean(mprtrad28)
- Mean(mprtrad29)
- Mean(mprtrad30)
- Mean(mprtrad31)
- Mean(mprtrad32)
- Mean(mprtrad33)
- Mean(mprtrad34)
- Mean(mprtrad35)
- Mean(mprtrad36)
- Mean(mprtrad37)
- Mean(mprtrad38)
- Mean(mprtrad39)
- Mean(mprtrad40)
- Mean(mprtrad41)
- Mean(mprtrad42)
- Mean(mprtrad43)
- Mean(mprtrad44)
- Mean(mprtrad45)
- Mean(mprtrad46)
- Mean(mprtrad47)
- Mean(mprtrad48)
- Mean(mprtrad49)
- Mean(mprtrad50)
- Mean(mprtrad51)
- Mean(mprtrad52)
- Mean(mprtrad53)
- Mean(mprtrad54)
- Mean(mprtrad55)
- Mean(mprtrad56)
- Mean(mprtrad57)
- Mean(mprtrad58)
- Mean(mprtrad59)
- Mean(mprtrad60)
- Mean(mprtrad61)
- Mean(mprtrad62)
- Mean(mprtrad63)
- Mean(mprtrad64)
- Mean(mprtrad65)
- Mean(mprtrad66)
- Mean(mprtrad67)
- Mean(mprtrad68)
- Mean(mprtrad69)
- Mean(mprtrad70)
- Mean(mprtrad71)
- Mean(mprtrad72)
- Mean(mprtrad73)
- Mean(mprtrad74)
- Mean(mprtrad75)
- Mean(mprtrad76)
- Mean(mprtrad77)
- Mean(mprtrad78)
- Mean(mprtrad79)
- Mean(mprtrad80)
- Mean(mprtrad81)
- Mean(mprtrad82)
- Mean(mprtrad83)
- Mean(mprtrad84)
- Mean(mprtrad85)
- Mean(mprtrad86)
- Mean(mprtrad87)
- Mean(mprtrad88)
- Mean(mprtrad89)
- Mean(mprtrad90)
- Mean(mprtrad91)
- Mean(mprtrad92)
- Mean(mprtrad93)
- Mean(mprtrad94)
- Mean(mprtrad95)
- Mean(mprtrad96)
- Mean(mprtrad97)
- Mean(mprtrad98)
- Mean(mprtrad99)
- Mean(mprtrad100)

Tabla 7.28 Manova, Distribución por Capacidades de Producción en los talleres SIEM

Cluster SIEM	Experiencia del Personal						Maquinaria						
	Expfresa tradz	Exptno tradz	Expfresacncz	Exptnocncz	Exp rectifz	Exp EDMz	Tno trad01z	Fresa trad01z	Fresacncz	Tno cncz	rectif01z	EDM01z	EDMW01z
1	-0.07	0.03	-0.32	-0.18	-0.09	-0.42	-0.03	-0.30	-0.42	-0.29	-0.35	-0.41	0.06
2	0.13	-0.16	0.52	-0.09	0.10	0.71	0.21	1.03	1.20	0.93	1.12	1.13	-0.10

Cluster SIEM	Personal técnico e ingenieros		Software
	Técnicos perariosz	Ctrlng modifz	Usosofwar prodz
1	-0.24	-0.37	-0.21
2	0.76	1.10	0.48

La clasificación de los talleres de maquinados se llevó a cabo, considerando tanto la capacidad instalada como su fuerza laboral, posteriormente se utilizan estos indicadores para conformar los conglomerados de capacidades de proceso, por lo que en la siguiente sección se continúa con la clasificación de conglomerados, tomando en consideración las estrategias que los diferentes talleres plantean y llevan a cabo.

7.2.2.3 Estrategias, mejoras y organización de la producción.

Una característica de los talleres de maquinados ha sido la dinámica en la que están inmersos para acceder a los contratos con las diferentes plantas maquiladoras, ya que están sujetos a presiones para disminuir los costos (Vera-Cruz, Dutrénit y Gil, 2003:6), y alcanzar los estándares internacionales de calidad, tiempo de entrega y precio (UNCTAD: 2000). Esto obliga a los talleres de maquinados a diseñar estrategias que les permitan disminuir estas presiones y a tratar de alcanzar los estándares impuestos por sus clientes. A partir de las estrategias planteadas, la parte más importante derivada de estos planteamientos son las acciones que los talleres consideran importante realizar a fin de conseguir los objetivos planteados. Se consideran básicamente en este trabajo de tesis, dos tipos de acciones, aquellas acciones que están orientadas por las

estrategias, y aquellas acciones que les permiten flexibilizar el proceso de producción. Las primeras consideran aspectos como la asignación de grupos de trabajo a tareas específicas y mejoras a la distribución de la planta con la finalidad de optimizar los tiempos, reduciendo las distancias entre tareas.

Programar la producción para mantener tiempos y cargas específicas en la maquinaria de tal forma que se eliminen los tiempos muertos. Realizar adaptaciones al procesos de maquinado, tal que se adapten fixturas para llevar a cabo de manera eficiente el proceso, lo que involucra incrementos en la productividad. Incrementos en la productividad con el mismo personal y el mismo equipo, lo que implica el estudio de los diferentes procesos y la calificación del personal para incrementar la eficiencia en el proceso de maquinado. Una parte muy importante es el tomar en consideración aspectos o mejoras planteadas por el mismo personal lo que permite la búsqueda de soluciones al proceso de maquinado.

Dentro de las acciones que los talleres llevan a cabo para programar la producción se tienen aquellas variables que nos permiten observar la forma en que se organiza la producción, ya sea por medio de la formalización (poner por escrito los procesos, elaborar un set-up para cada pieza, recibir las propuestas de los operarios, o bien por actividades tecnológicas como: reproducir la pieza de acuerdo a la muestra proporcionada por el cliente, interpretar el plano proporcionado por el cliente y fabricar de acuerdo a especificaciones y por ultimo el diseñar de acuerdo a las necesidades del cliente y fabricar. Para llevar a cabo la clasificación de los conglomerados de estrategias, mejoras y organización de la producción se utilizan las variables indicadas en la tabla 7.29 para la clasificación.

7.2.2.3.1 Talleres CEM

La clasificación de los conglomerados CEM se muestra en la grafica 7.22, donde se observa la formación de 4 conglomerados. El conglomerado 1 está formado por 6 talleres, los cuales plantearon 5 estrategias de las 8 detectadas: incrementar la

productividad (-0.04), mejorar el proceso de producción (0.08), al proceso administrativo (0.20) y la disminución de los tiempos de entrega (0.35).

Tabla 7.29 Estrategias, mejoras y organización de la producción

Rubro	Variable	Tipo	Observaciones
Estrategias planteadas	<ul style="list-style-type: none"> • Dismcostsz • Incremprodzz • Incremtvtasz • Selecclientszz • Obtencertifsz • Mejorarprocsproductsozz • Mejorarprocessadmonzz • Dismtimposentregazz 	categóricas	
Mejoras llevadas a cabo orientadas por las estrategias	<ul style="list-style-type: none"> • Gpostrabjzz • Mejdistantazz • Proaproddzz • Adapptcnesproczz • Incprodzz • Camxperszz 	categóricas	
Acciones para programar la producción	<ul style="list-style-type: none"> • Ponerescritoproccsz • Setupdapzazz • Propstasoperarioszz • ProgPrdcionzz • Reppzazz • Interprodzz • Diskfabcz 	categóricas numéricas	

Las mejoras de los talleres de este conglomerado 1 se observan en la tabla 7.30, y algunas variables tienen valores de media positivos con diferentes grados de intensidad, destacan acciones como programar la producción (0.67) y el atender los cambios en la organización sugeridas por el personal (0.80), otras acciones son la asignación de grupos de trabajo a tareas (0.18), mejoras en la distribución de la planta (0.32), adaptaciones a proceso de maquinado (0.39), incremento de la producción con mismo equipo y personal (0.46).

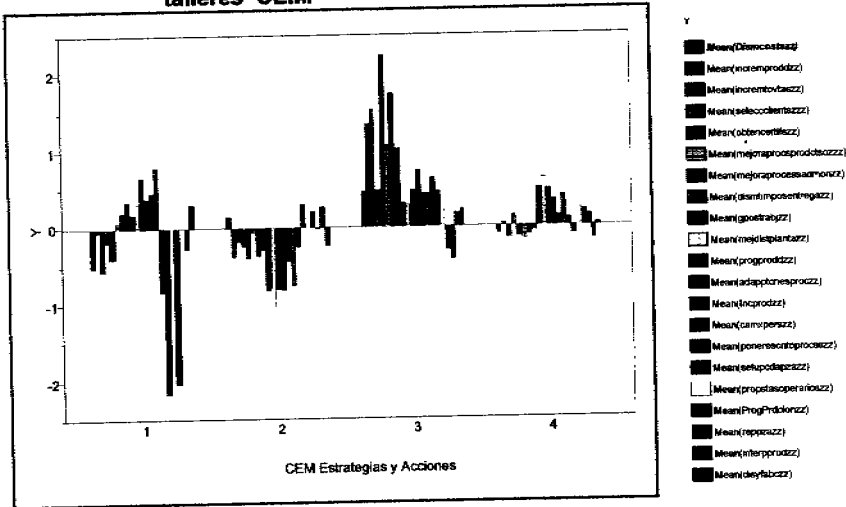
En lo referente al tercer bloque de variables sobre las acciones para programar la producción, se observa valor positivo en el diseño y la fabricación de partes (0.30) y poca intensidad en la reproducción de partes (0.0). Lo anterior lleva a considerar que aparentemente son talleres que se orientan al diseño y fabricación de prototipos de partes para la solución de problemas en las plantas maquiladoras.

El segundo conglomerado esta conformado por 35 talleres, se observa que prácticamente no plantean estrategias, pues de las 8 variables solo cuentan con valores representativos en 2, como es disminuir los costos de producción (0.14), y en las mejoras al proceso de producción (-0.06). Lo que refleja que son débiles las acciones orientadas a la mejora en el proceso de producción, y pocas las orientadas a la disminución de los costos.

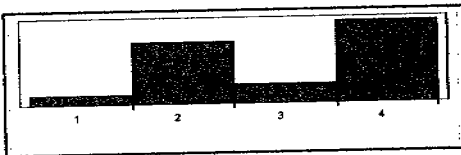
En lo que se refiere a las mejoras, también en concordancia con lo anterior, prácticamente no toman acciones, de acuerdo a los valores de las variables planteadas en el segundo grupo. En el tercer grupo de variables, acciones para programar la producción, se aprecia que elaboran una fijación de pieza por pieza en las maquinas-herramientas (set-up para cada pieza) (0.31), lo que muestra un proceso manual poco estandarizado. En este conglomerado se observa que algunos de los talleres llevan a cabo la programación de la producción desde el momento del pedido (0.21). Es un conglomerado que recibe planos interpreta y produce (0.26). Sin embargo este conglomerado no muestra una intensidad de atributos en las diferentes variables ya mencionadas.

El conglomerado 3 está formado por 11 talleres que evidencian estrategias con niveles diferentes de intensidad, principalmente en la estrategia para obtener la certificación ISO-9000 (2.23), así como en las mejoras al proceso de administración (1.75), al incremento en ventas (1.54), al incremento en la productividad (1.35), en las mejoras al proceso de producción (1.08) y en la disminución en los tiempos de entrega (1.01). Las acciones que señalan llevar a cabo para las mejoras, se enfocan con mayor intensidad hacia a las adaptaciones al proceso (0.73), programar la producción (0.48), incrementar la producción (0.43) así como tomar en cuenta los cambios sugeridos por el personal (0.43), que muestran una baja intensidad. Para el tercer bloque de variables, acciones para programar su producción, el valor de la media en la variable poner por escrito su proceso (0.64) es el mayor valor, le siguen realizar un set-up para cada pieza (0.46) y tomar en cuenta las propuestas de los operarios en la programación (0.26), todas estas variables con valores de baja intensidad pero positivos.

Gráfica 7.22 Conglomerados de Estrategias, mejoras y organización de la producción talleres CEM.



Gráfica 7.23 Distribución de los conglomerados de estrategias, mejoras y organización de la producción talleres CEM



Level	Count	Prob
1	6	0.06122
2	35	0.35714
3	11	0.11224
4	46	0.46939
Total	98	1.00000

Tabla 7.30 Valores de la media de las variables del conglomerado Estrategias, mejoras y organización de la producción talleres CEM

Cluster	Estrategias planteadas										Inter. prodzz	Disk fabczz
	Dism costszz	Increm proddzz	Incremento vtaazz	Selecc dientszz	Obten certfzz	Mejoraprocs productsozz	Mejoraproces admonzz	Dismtimpos entregazz	Gpos trabajzz	Mejdistantz		
1	-0.52	-0.04	-0.57	-0.18	-0.40	0.08	0.20	0.35	0.18	0.32		
2	0.14	-0.38	-0.17	-0.24	-0.40	-0.06	-0.37	-0.29	-0.82	-1.04		
3	0.46	1.35	1.54	0.48	2.23	1.08	1.75	1.01	0.30	0.28		
4	-0.09	0.03	-0.16	0.14	-0.15	-0.18	-0.11	-0.07	0.50	0.63		

Cluster	Mejoras orientadas por estrategias				Acciones para programar producción							
	Prog prodzz	Adapptnes procczz	Incprodzz	Cam xperszz	Ponerescrito proccszz	Setup odapzazz	Propstas operarioszz	Prog Prdcionzz	reppzazz	Inter. prodzz	Disk fabczz	
1	0.67	0.39	0.46	0.80	-0.83	-2.15	-2.01	-2.02	-0.00	-0.27	0.30	
2	-0.80	-0.81	-0.42	-0.77	-0.25	0.31	-0.01	0.21	-0.02	0.26	-0.24	
3	0.48	0.73	0.43	0.43	0.64	0.46	0.26	-0.31	-0.43	0.18	0.22	
4	0.49	0.33	0.13	0.40	0.09	-0.11	0.22	0.21	0.14	-0.18	0.04	

Este conglomerado interpreta planos y produce (0.18) y también diseña y fabrica (0.22). Lo que lo convierte en un conglomerado con más habilidades.

En el conglomerado numero 4 se observa que solo se tienen valores positivos en 2 estrategias de las 8 señaladas, incrementos en la productividad (0.03) y selección de los clientes (0.14). Con poca implementación en estrategias orientadas a la disminución de costos (-0.09) y a la disminución de los tiempos de entrega (-0.07). Como se aprecia en este conglomerado se orientan sus estrategias a las mejoras en la productividad con niveles de intensidad bajos en las variables antes señaladas.

Las acciones para las mejoras que llevan a cabo los talleres aglutinados en este conglomerado se orientan a mejorar la distribución de la planta (0.63), asignación de grupos de trabajo a tareas (0.50), mejoras a la programación de la producción (0.49), adaptaciones al proceso (0.33) incrementos en la productividad con el mismo personal y material (0.13), cambios en la organización del proceso productivo planteadas por el personal (0.40). Lo anterior muestra que este conglomerado tiene implementadas mejoras orientadas por las estrategias, lo que indica que se llevan acciones encaminadas a la consecución de los objetivos planteados, el nivel de intensidad se puede considerar que es bajo. Son talleres que de acuerdo a los valores mostrados en las acciones para programar la producción, indican que reproducen las piezas y que diseñan y fabrican con un valor que indica que este diseño es de baja intensidad.

7.2.2.3.2 Talleres SIEM

Al igual que los talleres CEM, los talleres SIEM también plantean estrategias y acciones para mejorar su proceso productivo y acumular capacidades tecnológicas derivadas del aprendizaje de estas experiencias. La clasificación de los conglomerados, utilizando el análisis multivariado, da como resultado la formación de 3 conglomerados, graficas 7.24 y 7.25, y en las tablas 7.31, 7.32, 7.33, se segmentan las variables por rubro para su mejor análisis.

El conglomerado 1 está conformado por 18 talleres que representan el 48.6% de la muestra considerada. Los talleres de maquinados de este conglomerado se caracterizan en sus estrategias por contar con valores positivos de la media en casi la mayoría de las variables consideradas (tabla 7.31), sin embargo reflejan bajos niveles de intensidad. Ya que el único valor sobresaliente entre todas las variables es el de mejora al proceso administrativo (0.57).

Los valores de las acciones para mejoras, se muestran en la tabla 7.32, y para el conglomerado 1 indican mejores niveles de intensidad en mejoras a la distribución de la planta (0.64), Incrementos a la productividad mismo personal y mismo equipo (0.64) y la programación de la producción (0.60) así como en las adaptaciones al proceso (0.48), cambios sugeridos en la organización del proceso productivo por el personal (0.41). Lo que muestra que es un conglomerado que lleva un mejor avance en la consecución de los objetivos planteados.

Las actividades encaminadas a la organización de la producción se muestran en la tabla 7.33. Aunque es importante mencionar que las actividades de poner por escrito el proceso (0.11), programar la producción desde el pedido (0.25), diseñar y fabrica (0.29), interpretar y producir (0.34) son actividades que se desarrollan en baja escala en este conglomerado, destaca el escuchar a los operarios para el planteamiento de nuevas propuestas en el proceso (0.53). Asimismo este conglomerado destaca el diseño y la interpretación de planos, separándose de la actividad de recibir pieza y replicar; esto indica que su sistema de producción está más encaminado a hacer propuestas para la solución de problemas específicos y de recibir planos o diseños de sus clientes para la elaboración de prototipos.

El conglomerado 2 está formado por 10 talleres, y plantea pocas estrategias de acuerdo a la tabla 7.31. Destaca el incremento de la productividad (0.84), las estrategias orientadas al incremento de las ventas (0.39), selección de clientes (0.08) son las otras variables con valores positivos pero sin mucha intensidad. Sus acciones orientadas a

las mejoras se centran en las adaptaciones al proceso productivo (0.30) siendo la única variable positiva.

En lo que se refiere a la organización de la producción con poca intensidad ponen por escrito sus procesos (0.0), y por el valor de la media se dedican más a reproducir piezas (1.22), por lo que se convalidan estos valores, considerando que es un conglomerado con bajos atributos.

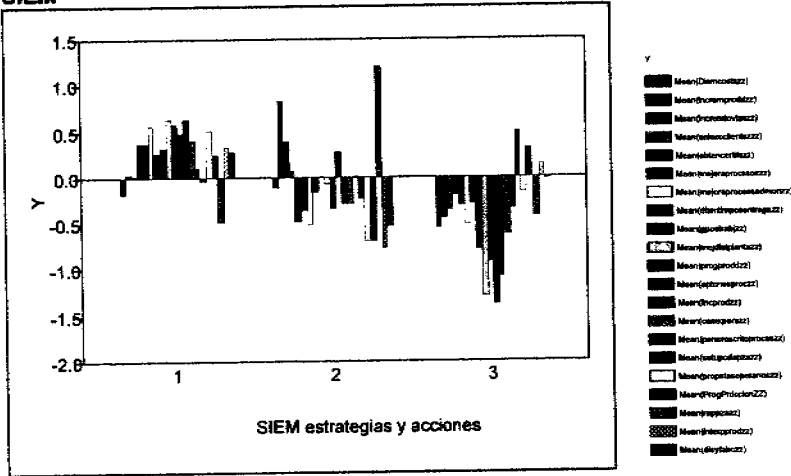
El tercer y último conglomerado muestra todavía menor calidad en sus atributos, comparado con el conglomerado 2. Este tercer conglomerado muestra que su única estrategia es disminuir los costos (0.01). Las acciones orientadas a las mejoras, señaladas por estos talleres, prácticamente están ausentes pues se observan valores negativos. Mientras que en la organización de la producción señalan elaborar set-up para cada pieza (0.51), programar la producción desde el pedido (0.32) e interpretar planos y producir (0.16) con baja intensidad, asimismo señalan diseñar y fabricar con bajos valores de la media (0.0). Este conglomerado muestra una baja intensidad en los atributos para plantear estrategias y acciones que les lleven a incrementar la acumulación de capacidades tecnológicas importantes.

Lo anterior destaca que aproximadamente la mitad de los talleres cuyos propietarios no tuvieron experiencia dentro de la maquila, son talleres que no llevan a cabo estrategias ni mejoras formales encaminadas a optimizar sus procesos de producción.

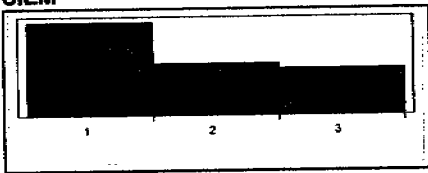
La existencia de estrategias, y la realización de acciones para las mejoras así como de la organización de la producción son aspectos de ingeniería industrial que se han resaltado en la literatura por su importancia para incrementar y en ocasiones para retrasar la acumulación de capacidades tecnológicas de las empresas (Katz, 1987).

Para los talleres de maquinados es de gran importancia el implementar estrategias y acciones que les permitan también incrementar los procesos de aprendizaje de tal forma que se formalicen los procesos y sean accesibles a los operarios, así como llevar a cabo acciones encaminadas a conseguir mejoras a la productividad.

Gráfica 7.24 Conglomerados de estrategias, mejoras y organización de la producción talleres SIEM



Gráfica 7.25 Distribución de estrategias, mejoras y organización de la producción talleres SIEM



Level	Count	Prob
1	18	0.48649
2	10	0.27027
3	9	0.24324
Total	37	1.00000

Tabla 7.31 Estrategias talleres SIEM

Cluster	Dism costazz	Incrcost proddzz	Incrcost tovtaszz	Selecc clientszz	Obten certifazz	Mejora procesozz	Mejora Process admonzz	Disk Timpos entregazz
1	0.01	-0.16	0.04	0.03	0.38	0.38	0.57	0.27
2	-0.10	0.84	0.39	0.08	-0.47	-0.34	-0.51	-0.15
3	0.01	-0.55	-0.43	-0.34	-0.19	-0.30	-0.51	-0.28

Tabla.7.32 Mejoras de los talleres SIEM

Cluster	Gpos trabjzz	Mej Dist plantazz	Proa proddzz	Aptcnes procczz	Incprodzz	Camx perszz
1	0.33	0.64	0.60	0.48	0.64	0.41
2	-0.00	-0.06	-0.33	0.30	-0.27	-0.27
3	-0.77	-1.29	-0.91	-1.37	-1.06	-0.61

Tabla 7.33 Organización de la producción de los talleres SIEM

Cluster 4	Pone Rescrito procszz	Setup cdapzazz	Propstas operarioszz	ProgPrdccionZZ	reppzazz	interprodzz	disyfabczz
1	0.11	-0.03	0.53	0.25	-0.47	0.34	0.29
2	-0.00	-0.22	-0.68	-0.69	1.22	-0.75	-0.53
3	-0.33	0.51	-0.16	0.32	-0.41	0.16	-0.00

La debilidad de estos talleres en cuanto a estrategias y acciones para la mejora de la producción, contribuye a explicar las dificultades para acumular capacidades tecnológicas.

7.2.2.4. Capacidades centradas en los procesos y organización de la producción

Las clasificaciones mostradas anteriormente son la base para la formación de nuevas variables con diferentes atributos y con diferentes niveles de intensidad. Estas nuevas variables consideran el tener o no las características cualitativas involucradas en las variables categóricas utilizadas originalmente. Por lo que a partir de estas nuevas variables se pretende formar un solo indicador de capacidades de proceso que permita ubicar al conjunto de los talleres de acuerdo a sus mayores o menores atributos en términos de calidad, de capacidad de producción y de estrategias y mejoras a la producción. Es por ello que se formará una sola clasificación que involucre a los diferentes conglomerados a la que denominaremos como la capacidad de proceso de los talleres de maquinados de precisión en Ciudad Juárez. Estas variables están en forma categórica por la pertenencia a algún conglomerado de acuerdo a la clasificación anterior, y se catalogan de acuerdo al nivel del atributo, de mayor a menor nivel.

7.2.2.4.1 Talleres CEM

En la tabla 7.34 se muestran las nuevas variables categóricas que se tomaron en cuenta para elaborar la clasificación de las capacidades de proceso. El análisis de los nuevos conglomerados está sustentado en los conglomerados obtenidos en las secciones correspondientes a: Sistemas de calidad sección 7.2.2.1.1, capacidad de

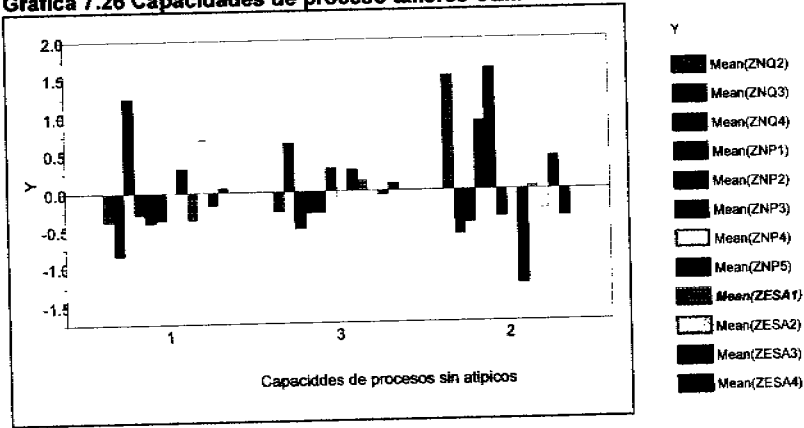
producción sección 7.2.2.3.1, estrategias, mejoras y organización de la producción sección 7.2.2.4.1.

La variable ZNQ1 involucra solo a dos talleres, los cuales son los únicos que contaban con la certificación, y se consideran atípicos. Dado que este número de talleres no puede ser considerado como un conglomerado para efectos de este análisis, no entran en la primera clasificación de variables, solo se muestran los valores de la media de sus variables para corroborar su permanencia como talleres atípicos. Por lo que se describen como lo señala la metodología del análisis multivariado, por separado.

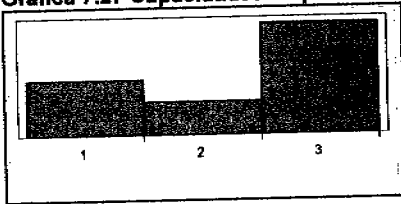
Tabla 7.34 Variables para Capacidades de proceso de talleres CEM

Variables categóricas y niveles.	Tipo por nivel de importancia (número de conglomerado considerado)	Observaciones
1.- Calidad <ul style="list-style-type: none"> • ZNQ1 • ZNQ2 • ZNQ3 • ZNQ4 	<ul style="list-style-type: none"> • Avanzados (9)(atípicos) • Básicos intermedios 2 (congl.3) • Básicos intermedios 1 (congl. 2) • Básicos (congl. 1) 	NQ1 son los talleres avanzados porque cuentan con la certificación ISO 9000, únicamente se consideran en el grupo con atípicos
2.- Capacidad de producción <ul style="list-style-type: none"> • ZNP1 • ZNP2 • ZNP3 • ZNP4 • ZNP5 	<ul style="list-style-type: none"> • Conglomerado de atípicos • Conglomerado 2 • Conglomerado 4 • Conglomerado 1 • Conglomerado 3 	Considera la infraestructura en maquinaria, considerando los diferentes procesos de maquinados como tomo tradicional o manual y CNC, fresa, rectificado, EDM y EDMW. Asimismo se considera la experiencia del personal, el tipo de personal técnicos y profesionistas, y si hacen uso del paquetería computacional para la producción como una herramienta tecnológica en el diseño y análisis de las mejores opciones de maquinado.
3.- Estrategias y acciones. <ul style="list-style-type: none"> • ZESA1 • ZESA2 • ZESA3 • ZESA4 	<ul style="list-style-type: none"> • C3 • C1 • C4 • C2 	Planteamiento de estrategias como forma de alcanzar los estándares impuestos por los clientes o el mercado. Mejoras llevadas a cabo para lograr los objetivos, así como la organización de la producción.

Gráfica 7.26 Capacidades de proceso talleres CEM



Gráfica 7.27 Capacidades de proceso talleres CEM sin atipicos



Level	Count	Prob
1	26	0.27660
2	16	0.17021
3	52	0.55319
Total	94	1.00000

Tabla 7.35 Valores de las medias de las variables estandarizadas para las capacidades de procesos talleres CEM

Cluster 4	Niveles de calidad			Niveles de producción					Niveles de estrategias, mejoras y organización de la producción			
	ZNQ2	ZNQ3	ZNQ4	ZNP1	ZNP2	ZNP3	ZNP4	ZNP5	ZESA1	ZESA2	ZESA3	ZESA4
1 Básicos	-0.37	-0.83	1.26	-0.28	-0.39	-0.36	0.69	0.32	-0.35	0.70	-0.17	0.06
2	1.53	-0.59	-0.44	0.92	1.61	-0.36	-0.26	-1.26	0.04	-0.25	0.43	-0.35
3 Básicos intermedios	-0.25	0.65	-0.49	-0.28	-0.28	0.30	-0.26	0.28	0.13	-0.25	-0.05	0.10

A partir de estas variables se hizo la clasificación para los propietarios CEM y se obtienen 3 conglomerados, los cuales se muestran en las graficas 7.26 y 7.27. En la tabla 7.35 se observan los valores de la media para cada una de las variables estandarizadas.

El conglomerado 1 está formado por 26 talleres, que cuentan con muy bajos niveles de calidad (1.26), así como con bajos niveles de producción (0.69), es un conglomerado que al igual que en sus mejoras, muestra pocas estrategias (0.70) con un nivel bajo de intensidad,. No tiende a poner por escrito los procesos. Programa la producción desde el pedido, asimismo de acuerdo a la variable ZESA4 indica que cuenta con una baja intensidad para reproducir piezas.

El segundo conglomerado está formado por 16 talleres de maquinados, que tienen un grado de avance en la certificación ISO y que no tienen ventas certificadas, el valor de la media en el nivel de calidad es ZNQ2 (1.53). El conglomerado 2 cuenta con un alto nivel de infraestructura en maquinaria en fresa CNC, rectificadoras y EDM, así como un nivel intermedio en torno CNC y bajo en EDMW (Ver tabla 7.27). En este conglomerado se ubican los técnicos así como los ingenieros, este grupo de talleres hacen uso de paquetería computacional relacionada con los maquinados así como su uso en la producción. Sin embargo su nivel de estrategias, mejoras y organización de la producción se involucran valores de ZESA1 (0.04) y de ZESA3 (0.43), con pocos talleres que diseñan y producen y talleres que interpretan los planos y producen.

El tercer conglomerado está formado por 52 talleres representando el 55.39%, de los talleres CEM. Se observa de acuerdo a la tabla 7.35 que sus valores de la media de sus variables indican que no llevan a cabo avances en la certificación ISO ZNQ3 (0.65), sus acciones de calidad están orientadas por las ventas certificadas (ver tabla 7.18), pero son bajos sus niveles de intensidad. Es un conglomerado que cuenta con personal calificado ZNP3 (0.30) y ZNP5 (0.28) en varios procesos pero sus niveles de maquinaria están bajos en torno y fresa CNC, muestran contar con la especialidad de EDM y EDMW.

Es un grupo de talleres que cuenta con ingenieros en un bajo nivel y muy escasos técnicos, además que no utilizan el software para producción. Además los valores de las variables de estrategias y mejoras indican que pocos talleres llevan a cabo estrategias y acciones de manera intensiva (ZESA1), pero otros, los menos plantean

pocas estrategias ZNP5 (0.28), llevan a cabo varias acciones con un bajo nivel de intensidad, llevan a cabo un bajo nivel de organización de la producción y reproducen piezas según la muestra así como diseñan y fabrican ambos en baja escala ZESA4 (0.10)

Gráfica 7.28 Capacidades de proceso con atípicos, talleres CEM

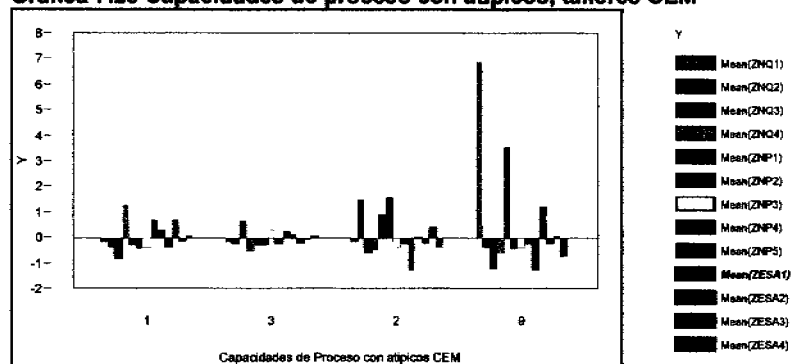


Tabla 7.36 Valores de las medias de las variables estandarizadas capacidades de proceso talleres CEM con atípicos

Capacidades de proceso con atípicos CEM	Niveles de calidad				Niveles de producción					Niveles de estrategias, mejoras y organización de la producción			
	ZNQ1	ZNQ2	ZNQ3	ZNQ4	ZNP1	ZNP2	ZNP3	ZNP4	ZNP5	ZESA1	ZESA2	ZESA3	ZESA4
1	-0.14	-0.37	-0.83	1.26	-0.28	-0.39	-0.36	0.69	0.32	-0.35	0.70	-0.17	0.06
2	-0.14	1.53	-0.59	-0.44	0.92	1.61	-0.36	-0.26	-1.26	0.04	-0.25	0.43	-0.35
3	-0.14	-0.25	0.65	-0.49	-0.28	-0.28	0.30	-0.26	0.28	0.13	-0.25	-0.05	0.10
9	6.89	-0.37	-1.22	-0.58	3.55	-0.39	-0.36	-0.26	-1.26	1.22	-0.25	0.06	-0.74

En la gráfica 7.28 y la tabla 7.36, se observa el grupo de talleres atípicos, como se señaló anteriormente ya cuentan con la certificación, cuentan también con un alto nivel de maquinaria en torno y fresa CNC, rectificadoras, EDM y bajos niveles de EDMW. Son talleres que tienen alto nivel de técnicos y un nivel intermedio de ingenieros, asimismo hacen uso de la paquetería computacional orientada a los maquinados con un nivel cercano al intermedio. Llevan a cabo estrategias y acciones con un alto nivel de intensidad, así como acciones para programar sus procesos de producción, es un grupo que interpreta planos y producen, asimismo se dedican a diseñar y fabricar. Son los talleres CEM más desarrollados en capacidades tecnológicas de proceso.

7.2.2.4.2 Talleres SIEM

Para llevar a cabo el mismo análisis para los talleres SIEM, se toman en consideración las variables mostradas en la tabla 7.37, nuevamente se clasifican las variables tomando en cuenta la formación de conglomerados formados en las secciones anteriores correspondientes a los talleres SIEM, asimismo se consideran los atributos

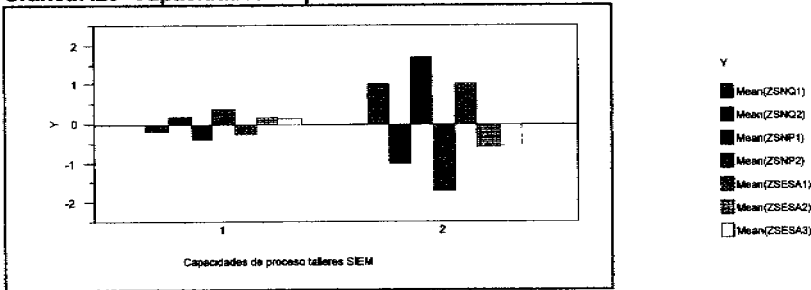
Al analizar las gráficas 7.29 y 7.30 y la tabla 7.38, se observa la formación de dos conglomerados. El primer conglomerado agrupa a 26 talleres en los que se observa que sus valores de las medias de las variables estandarizadas son bajos, en todas las variables de calidad, producción, estrategias, mejoras y organización de la producción. Lo anterior da señales de que los niveles de calidad son muy bajos, son talleres que no cuentan con ventas certificadas, lo que no les obliga a implementar acciones encaminadas a mejorar la calidad, además son talleres que no llevan a cabo ningún proceso orientado a la certificación.

Tabla 7.37 Variables para capacidades de proceso talleres SIEM

Variables categóricas y niveles.	Tipo por nivel de importancia	Observaciones
1.- Calidad <ul style="list-style-type: none"> • ZSNQ1 • ZSNQ2 	<ul style="list-style-type: none"> • C1 Básico intermedio • C2 Básico 	Son talleres que inician los procesos de la certificación ISO 9000.
2.- Capacidad de producción <ul style="list-style-type: none"> • ZSNP1 • ZSNP2 	<ul style="list-style-type: none"> • C2 Básico intermedio • C1 Básico 	Se considera la infraestructura en maquinaria, para los diferentes procesos de maquinados como torno tradicional o manual y CNC, fresa, rectificado, EDM y EDMW. Asimismo la experiencia del personal, el tipo de personal técnico y profesionistas, hacer uso de la paquetería computacional para la producción. Los niveles son menores a los de los talleres CEM.
3.- Estrategias y acciones. <ul style="list-style-type: none"> • ZSESA1 • ZSESA2 • ZSESA3 • 	<ul style="list-style-type: none"> • C1 • C2 • C3 	Planteamiento de estrategias, como forma de alcanzar los estándares impuestos por los clientes o el mercado. Acciones llevadas a cabo para lograr los objetivos, así como las acciones para programar la producción.

Este grupo de talleres son los que cuentan con maquinaria manual de torno únicamente; son talleres pequeños en cuanto a su infraestructura, no cuentan con rectificadoras por lo que la calidad de su producto en cuanto al acabado es baja.

Gráfica 7.29 Capacidades de proceso de talleres SIEM



Gráfica 7.30 Distribución de capacidades de proceso: talleres SIEM



Level	Count	Prob
1	26	0.78788
2	7	0.21212
Total	33	1.00000

Cuentan con bajo nivel de maquinaria EDMW, además de que no tienen técnicos ni ingenieros y no hacen uso de software para su producción. Este conglomerado puede considerarse como uno de los básicos.

Tabla 7.38 Valores de las medias de las variables estandarizadas de las capacidades de proceso talleres SIEM

Cluster	Niveles de calidad		Niveles de producción		Niveles de estrategias mejoras y organización de la producción		
	ZSNQ1	ZSNQ2	ZSNP1	ZSNP2	ZSESA1	ZSESA2	ZSESA3
1	-0.20	0.20	-0.39	0.39	-0.28	0.17	0.15
2	1.01	-1.01	1.71	-1.71	1.01	-0.60	-0.56

El segundo conglomerado está formado por 7 talleres cuyos valores de las medias de las variables estandarizadas muestran tener valores con un nivel de intensidad intermedio, ya que de acuerdo a las variables de calidad ZSNQ1 (1.01), de producción ZSNP1 (1.71), de estrategias, mejoras y organización de la producción ZESA1 (1.01)

tienen a los conglomerados SIEM con los mayores atributos. Algunos de estos talleres cuentan con avance en la certificación del ISO, asimismo refieren un nivel similar en ventas certificadas, lo que les permite llevar a cabo acciones encaminadas a mejorar la calidad y satisfacer la recomendaciones del cliente. El conglomerado cuenta con personal experimentado en fresa manual y maquinaria CNC, también los valores indican que su nivel de infraestructura es intermedia en fresa cnc, rectificadoras y EDM. Tienen un bajo nivel de operarios y un nivel intermedio de ingenieros, asimismo hacen también uso de la paquetería computacional orientada al maquinado. Es un grupo de talleres que plantean estrategias y llevan a cabo acciones para lograr mejoras en la producción, no reproducen piezas ya que indican que diseñan y fabrican así como que interpretan planos y fabrican. Como se puede observar en los talleres de maquinados SIEM, se diferencian aquellos talleres que han acumulado un nivel de capacidades, en calidad, infraestructura y en acciones y organización de la producción que les permiten codificar el conocimiento dentro de los talleres logrando con esto su difusión, por medio de los métodos de calidad a los que se han orientado.

7.2.2.5 Comparación de capacidades de producción centrada en los procesos y organización de la producción: CEM y SIEM

La tabla 7.39 resume las características de los dos tipos de conglomerados: CEM y SIEM en las capacidades de producción centrada en los procesos y organización de la producción. La tabla 7.39 resume las características principales que ya han sido señaladas en el transcurso del proceso de clasificación de los diferentes conglomerados.

7.2.3 Capacidades centradas en el producto

Los talleres de maquinados de precisión en la zona industrial de Ciudad Juárez, son PyME, cuyos propietarios durante las entrevistas externaron la falta de acceso a créditos blandos, por lo que se considera que el financiamiento bancario es una limitante para el desarrollo de nuevos proyectos. En este sentido es poco factible esperar que tengan grandes proyectos de inversión que orienten sus esfuerzos a crear nuevos productos. No obstante lo anterior existen propietarios que autofinancian

algunos proyectos pequeños. Otra característica detectada en el censo de maquinados, son las modificaciones que se hacen al producto en sus características con la anuencia de sus clientes.

Para los talleres, estas modificaciones obedecen en ocasiones a la necesidad de reducir los costos de producción, en otros casos estas modificaciones se dan por la necesidad de encontrar materia prima sustituta o también por mejorar la calidad del producto fabricado. Para considerar estos aspectos se hace una clasificación de grupos o conglomerados de talleres que llevan a cabo estas modificaciones en los productos, al mismo tiempo se identifican las razones que tuvieron los talleres para realizarlas.

Tabla 7.39 Resumen de capacidades de producción centrada en el proceso y organización de la producción

Nivel de Capacidades	Tipo y número de talleres		Características
	CEM	SIEM	
Básico	26	26	Talleres de maquinados con poco avance en la acumulación de capacidades tecnológicas ya que no cuentan con procesos orientados a la calidad en sus procesos. Tienen poca maquinaria y no tienen técnicos operarios ni ingenieros. Bajo nivel en el planteamiento de estrategias y de acciones para la mejora de la producción, y en la organización de la producción. Los CEM, son talleres con poca experiencia en la maquila en su mayoría, pero hay talleres con hasta 10 años de fundación por propietarios CEM.
Básico Intermedio	52	0	En este nivel no aparecen talleres SIEM. Los talleres CEM llevan a cabo pocas actividades orientadas a la calidad, son talleres con ventas certificadas. Control de calidad sustentado en personal calificado, siguiendo recomendaciones del cliente, no utilizan equipo de computo. Conglomerado que reproduce piezas, con escasa actividad orientada al diseño. Valores bajos de estrategias, mejoras y organización de la producción. Talleres jóvenes con alto porcentaje de talleres de menos de 10 años de fundación.
Intermedio	16	7	Talleres jóvenes con menos de 10 años de fundación. Inician proceso de certificación de la calidad en ISO. Infraestructura con un nivel intermedio con especialización en maquinaria cnc y en EDM y EDMW. Personal técnico y de ingenieros. Talleres que inician la imitación o fabricación de maquinaria. Llevan a cabo el diseño por imitación.
Avanzados	2	—	Talleres que están certificados en ISO-9000. Mayor infraestructura en maquinaria en todos los procesos, asimismo cuentan con automatizada con mayor infraestructura en maquinaria cnc; apoyo en la paquetería computacional, diseñan y reciben pedidos bajo especificaciones de planos. Fabrican pequeñas partes de materiales directos, llevan a cabo análisis para identificar esfuerzos en el material de los componentes

Esta clasificación permite observar la parte innovativa de los talleres de maquinados, pues en alguna medida se involucran desde el diseño hasta estudios que implican modificaciones para la reducción de costos, dejando ver la parte creativa de los talleres de maquinados. La tabla 7.40 muestra las variables utilizadas para este análisis

Tabla 7.40 Variables para las capacidades centradas en el producto

Rubro	variable	Tipo
Porcentaje de pedidos que involucraron diseño	porcinvdís	numérica
Modificaciones en sus características intrínsecas (considerando dureza, tipo de material, etc.)	Modifcarctz	categórica
modificaciones en sus dimensiones	Modifdimenz	categórica
Modificaciones en su diseño original	Modifdisz	categórica
Reducción en los costos de producción	redcostozzz	categórica
Por falta de acceso a materias primas	faltmatprimazz	categórica
Por mejorar la calidad del producto	mejorQpdctozz	categórica

7.2.3.1 Talleres CEM

Al realizar la clasificación de talleres de acuerdo a las variables señaladas en la tabla 7.40, se excluyeron 7 talleres a los cuales se les denominó los atípicos. Por lo que se observó la formación de 3 conglomerados, En las gráficas 7.31 y 7.32 se muestra que el conglomerado 2 (28%) es el que posee el mayor número de variables con valores de media negativos, mientras que los conglomerados 1 y 3 tienen valores positivos. Por lo que el conglomerado 2 agrupa a los talleres de maquinados que no llevan a cabo modificaciones al producto.

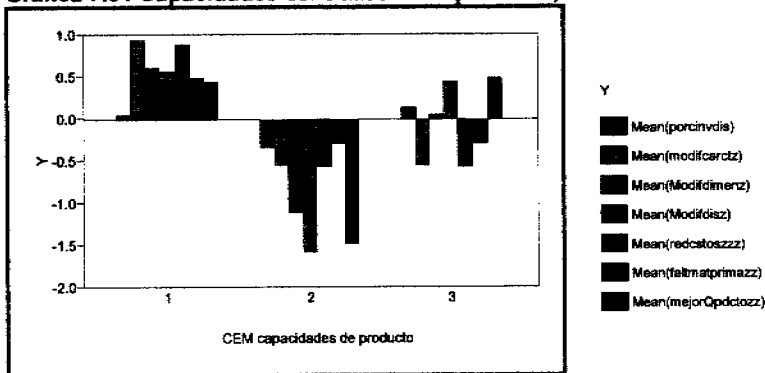
El conglomerado 3 representa el mayor porcentaje de talleres de maquinados de la muestra (39% sin incluir a los atípicos), que tiene valores positivos en las variables de:

pedidos que involucran diseño (0.17), modificaciones al diseño (0.47) y en las modificaciones en las dimensiones de los productos (0.08). Las razones aducidas son por la mejora en la calidad del producto (0.52).

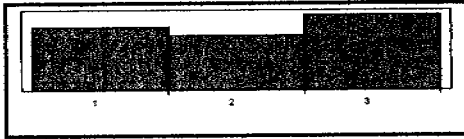
El conglomerado 1 integra al 32% de la muestra (sin incluir a los atípicos). Como se observa en la tabla 7.41, realiza modificaciones a las características del producto (1.16) de manera importante, lleva a cabo también modificaciones en las dimensiones del producto (0.71) y modifica el diseño del producto (0.57). El porcentaje de sus pedidos con requerimientos de diseño se ubica en un valor bajo (0.03). Este conglomerado es el que muestra mayores modificaciones a sus productos, indicando dos aspectos de su comportamiento la reducción de los costos (1.0) y la mejora a la calidad del producto (0.55).

Al hacer un análisis tomando en cuenta a los atípicos en la selección de los conglomerados anteriores, se hace la gráfica en donde se aglutinan todos los grupos de talleres, lo que se aprecia en las gráficas 7.33 y 7.34. Comparando los atípicos con la clasificación de los tres conglomerados antes descritos, se observa que todas las variables en dicho conglomerado son positivas. Se observa que el valor de la media en las primeras 3 variables es menor a 0.5. Se observa que modifican sus productos por modificaciones al diseño, y esto lo llevan a cabo por falta de materia prima, cuyo valor de la media es elevado, lo que hace que este conglomerado sea atípico.

Gráfica 7.31 Capacidades centradas en el producto, talleres CEM



Gráfica 7.32 Distribución de modificaciones al producto talleres CEM



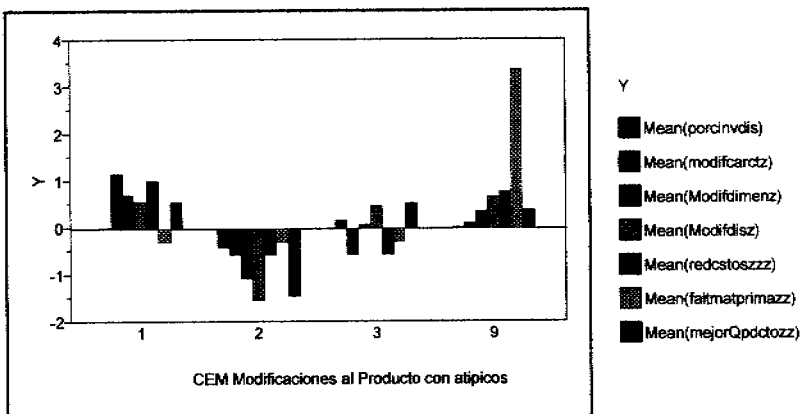
Level	Count	Prob
1	30	0.32609
2	26	0.28261
3	36	0.39130
Total	92	1.00000

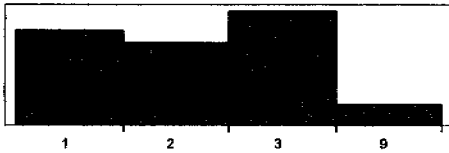
Tabla 7.41 Distribución Modificaciones al Producto talleres CEM.

Cluster	porcinvdiz	modifcarctz	Modifdimenz	Modifdisz	redcstoszzz	faltmatprimazz	mejorQpdctozz
1	0.03	1.16	0.71	0.57	1.00	-0.29	0.55
2	-0.40	-0.56	-1.09	-1.53	-0.56	-0.29	-1.43
3	0.17	-0.56	0.08	0.47	-0.56	-0.29	0.52

de costos de producción tiene valores mayores a 0.5. Sobresale la variable que indica que las modificaciones al producto son por la de falta de materia prima, y por su valor tan grande en dicha variable a este conglomerado de talleres lo convierte en atípico. Partiendo del análisis anterior se puede decir que existen aproximadamente 73 talleres que bajo alguna estrategia modifican los productos que fabrican, con la finalidad de mejorar la calidad del mismo. Asimismo se observa que las modificaciones obedecen a reducción de costos y

Gráfica 7.33 Modificaciones al producto con atípicos talleres CEM



Gráfica 7.34 Distribución de modificaciones al producto talleres CEM.

Level	Count	Prob
1	30	0.30303
2	26	0.26263
3	36	0.36364
9	7	0.07071
Total	99	1.00000

a modificaciones en las características del producto. Esto último involucra una aportación a las maquiladoras, tanto en la forma de utilizar los productos maquinados, así como en la disminución de sus costos de producción, sin disminuir la calidad del producto fabricado por los talleres de maquinados.

7.2.3.2 Talleres SIEM

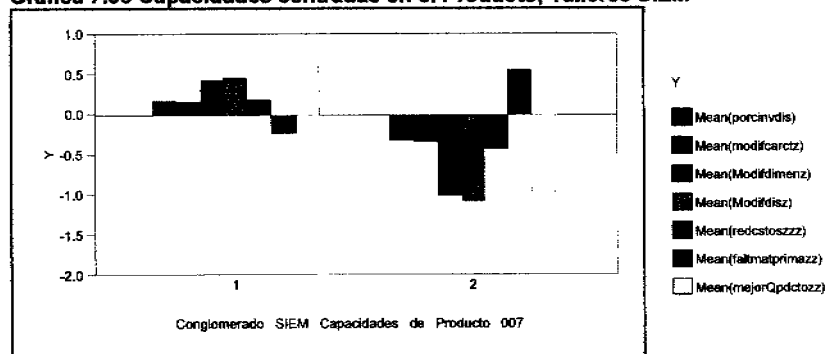
El análisis de las variables que involucran modificaciones al producto aplicado a los talleres SIEM da lugar a la formación de dos conglomerados (gráficas 7.35, 7.36 y tabla 7.42). El primer conglomerado está formado por 26 talleres cuyos valores de la media de las variables son bajos considerando que son menores a uno. En este conglomerado se encuentra un mayor número de talleres orientados a modificar el diseño (0.457) y las dimensiones de sus productos (0.429), sin embargo el porcentaje de pedidos que involucran diseño (0.177) tiene un valor bajo. También algunos talleres realizan modificaciones a las características de los productos (0.164); lo anterior muestra que los talleres de este conglomerado SIEM modifican los productos en las dimensiones y en el diseño, señalando que son para mejorar la calidad del producto principalmente, así como para reducir los costos (0.184). (Tabla 7.42)

Los talleres del conglomerado 2 únicamente muestran un valor positivo en las modificaciones al producto por falta de materia prima (0.557), pero en general se observa que no llevan a cabo modificaciones al producto.

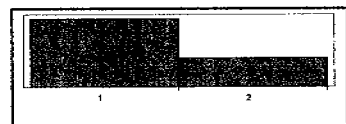
De lo anterior se deduce, de acuerdo a la gráfica 7.36, que al menos el 70% de la muestra de los talleres SIEM llevan a cabo modificaciones al producto, y el resto de la

muestra señala llevar a cabo modificaciones al producto por falta de materia prima, aunque esto no se refleja en acciones en las diferentes modificaciones.

Gráfica 7.35 Capacidades centradas en el Producto, Talleres SIEM



Gráfica 7.36 Distribución de capacidades centradas en el producto talleres SIEM



Level	Count	Prob
1	26	0.70270
2	11	0.29730
Total	37	1.00000

Tabla 7.42 Distribución de capacidades centradas en el producto, SIEM

Cluster	% de pedidos que involucra diseño	Modificaciones al producto				Causas	
		porcinvdis	modifcarctz	Modifdimenz	Modifdisz	redcstoszzz	faltmatprimazz
1	0.177	0.164	0.429	0.457	0.184	-0.24	0.602
2	-0.32	-0.34	-1.01	-1.08	-0.43	0.557	-1.42

De acuerdo al análisis de los conglomerados anteriores de los talleres CEM y SIEM, se puede apreciar que únicamente los talleres CEM tienen talleres de maquinados con capacidades de producción rutinarias al nivel de intermedias, como se aprecia en la clasificación de la tabla 7.43. Mientras que por las características de los talleres SIEM, se puede considerar que sus capacidades de producción rutinarias ubican a los conglomerados en el nivel de básicas y básicas intermedias.

Tabla 7.43 Resumen de capacidades centradas en el producto

Nivel de Capacidades	Tipo y número de talleres		Características
	CEM	SIEM	
Básico	26	11	Son talleres que no llevan a cabo modificaciones a sus productos.
Básico intermedio	36	26	Son talleres que llevan a cabo modificaciones a sus productos con un valor bajo de intensidad. Modifican el producto por reducir costos o por mejorar la calidad
Intermedio	37	0	Son talleres que llevan a cabo modificaciones con un valor intermedio de intensidad. Modifican diversas características del producto con este nivel de intensidad. Llevan a cabo estas modificaciones por la reducción de costos principalmente, y también por falta de materia prima y la mejora de la calidad del producto.

7.2.4 Capacidades de Vinculación

7.2.4.1 Talleres CEM

En el análisis anterior se identificaron los niveles en los cuales se encuentran los talleres de maquinados con respecto a las capacidades de inversión, las capacidades de proceso y las capacidades centradas en el producto. Por lo que para completar el estudio de las funciones técnicas, en este capítulo se identifican a continuación las capacidades de vinculación que tienen los talleres de maquinados con diferentes instituciones en un medio ambiente binacional. Para esto se forman las variables mostradas en la tabla 7.44.

El análisis de estas variables permitió la formación de dos conglomerados de talleres CEM (Gráficas 7.37 y 7.38). El primer conglomerado está formado por 71 talleres que representan el 73% de la muestra, en este grupo se observa que se mantiene una baja

intensidad de los valores de la media en casi todas las variables (tabla 7.44), son talleres que pertenecen a alguna cámara industrial o de comercio, y que comparten proyectos, así como capacitación.

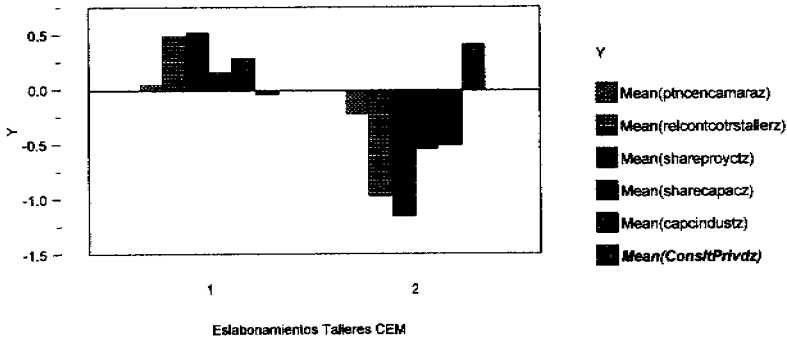
Tabla 7.44 Variables de capacidades de vinculación, talleres CEM

Rubro	Variable	Tipo	Características
Miembro activo de alguna de las cámaras locales, CANACINTRA, CANACO, CANAPECO, etc.	ptncencamaraz	categórica.	
Indicador de la relación con al menos otros tres talleres con quienes mantienen una relación comercial, de contratación o de subcontratación.	relcontcotrstallerz	categórica	
Talleres que comparten proyectos con otros talleres e instituciones	shareproyctz	categórica.	
Talleres que comparten capacitación entre su personal, reuniéndose periódicamente.	sharecapacz	categórica	
Reciben capacitación de los CBTI's, CECATI's y CONALEP's	capcindustz	categórica	
Talleres que han solicitado asesoría a empresas consultoras.	ConsitPrivdz	categórica	

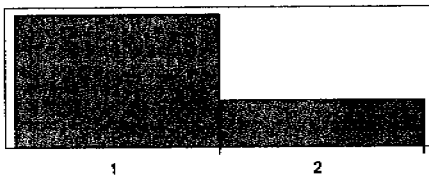
Todos con bajos valores de la media (menores a 1.0), es el conglomerado que muestra mayores atributos de los conglomerados formados. También se observa que mantienen una relación con instituciones de capacitación para el trabajo, y que prácticamente no recurren a los servicios de consultores privados.

El segundo conglomerado representa el 27% de la muestra, solo se detecta que han solicitado ayuda a consultores externos (0.42), ya que las otras variables tienen valores negativos.

Gráfica 7.37 Capacidades de vinculación, talleres CEM



Gráfica 7.38 Distribución de talleres, capacidades de vinculación, CEM



Level	Count	Prob
1	71	0.73196
2	26	0.26804
Total	97	1.00000

Ha solicitado servicios de consultores privados con una baja intensidad, lo que manifiesta un aprendizaje de parte de estos talleres, pero son talleres que no tienen otra relación con su entorno, lo que también limita su aprendizaje.

Tabla 7.45 Valores de la media de las variables estandarizadas, capacidades de vinculación, CEM

Cluster 3	ptncencamaraz	relcontcotrstallerz	shareproyctz	sharecapacz	capcindustz	ConsttPrivdz
1	0.06	0.49	0.52	0.16	0.29	-0.04
2	-0.22	-0.97	-1.15	-0.54	-0.51	0.42

Lo anterior permite inferir que los talleres de maquinados de precisión, han buscado de manera limitada la vinculación con otros talleres o con otras instituciones que les permita incrementar su aprendizaje tecnológico. Este aspecto también sobresalió en entrevista con el coordinador del programa CRECE en la región.

7.2.4.2 Talleres SIEM.

Al tratar de llevar a cabo el mismo análisis en la base de datos de los talleres SIEM, no es posible dicha clasificación de conglomerados, debido a que el número de respuestas de los propietarios de talleres de maquinados SIEM, fue escasa, por lo que el modelo no puede hacer la clasificación de manera adecuada.

Por lo antes expuesto se puede apreciar que solo la muestra de los talleres CEM, mantiene ligeros eslabonamientos con las instituciones de la región de manera formal, mientras que el grupo de los talleres SIEM, mantiene un bajo perfil en este rubro.

En este capítulo se llevó a cabo una clasificación de conglomerados de acuerdo a la aportación de cada una de las variables utilizadas, con la finalidad de estructurar la clasificación de los diferentes conglomerados de acuerdo a sus atributos, reflejados en los valores de la media de sus variables, con el fin de identificar las diferentes funciones técnicas tanto para los talleres CEM como para los talleres SIEM.

Una vez hechas las clasificaciones de los conglomerados, los talleres CEM muestran contar con 4 talleres en el nivel de capacidades tecnológicas de innovación básica, y 8 talleres también CEM se ubican en el nivel de capacidades de producción intermedio, lo que muestra que aproximadamente el 12% de los talleres CEM cuenta con el potencial para ubicarse alrededor de los niveles de capacidades de innovación básico. Asimismo otros 2 talleres CEM se ubican en el nivel de capacidades de innovación básico dentro de la función técnica de producción centrada en el proceso y organización de la producción. Otros 16 talleres CEM se ubican en el nivel de capacidades de producción, en esta misma función técnica. Mientras que los talleres SIEM no cuentan con talleres en los niveles de capacidades de innovación, pero si ubican 5 talleres en la función técnica de inversión, a un nivel de capacidades de producción intermedia.

En la función técnica de producción, centrada en los procesos y organización de la producción, los talleres SIEM ubican 7 talleres en el nivel de capacidades de producción intermedia también. Lo que muestra la existencia de 12 talleres con potencial para

alcanzar el nivel de capacidades tecnológicas de innovación básica. En la función técnica de producción centrada en el producto, los talleres CEM muestran a 37 talleres con potencial de diseño para alcanzar el nivel de innovación básico, mientras que ningún taller clasificado como SIEM se encuentra en este nivel.

En la función técnica de soporte, la vinculación externa muestra que los talleres CEM se encuentran todavía en un nivel básico y básico intermedio, mientras que los talleres SIEM no cuentan con talleres en este nivel.

Lo anterior permite inferir que existe un grupo de 73 talleres de ambos tipos CEM y SIEM, con potencial para avanzar a los niveles de capacidades de innovación básicas. Lo anteriormente descrito se analiza en la construcción de la matriz de capacidades tecnológicas adaptada a los talleres de maquinados, la cual se analiza en el capítulo 8.

CAPÍTULO VIII

Análisis y discusión de la naturaleza de las derramas generadas por la IME y las capacidades tecnológicas de los talleres de maquinados.

Este trabajo de tesis tiene como objetivo el estudio de las derramas tecnológicas generadas por la movilidad de empleados de la IME y su relación en la construcción de capacidades tecnológicas. Para cumplir con dicho objetivo en este capítulo se analizan los resultados logrados en los capítulos 6 y 7. En el capítulo 6 se llevó a cabo la agrupación de los talleres de maquinados tomando en cuenta el período en que se formaron, la capacitación que recibieron los propietarios durante su estancia en la IME, así como su escolaridad. En el capítulo 7 se llevó a cabo una clasificación de conglomerados por función técnica. En ambos capítulos la información proviene de las respuestas al censo de maquinados de precisión en Ciudad Juárez. A continuación se integran ambas dimensiones al análisis, considerando la aportación de algunos autores a la literatura.

8.1 La naturaleza de las derramas generadas por la IME

8.1.1 Derramas generadas por la IME en Ciudad Juárez

Antes de que la industria maquiladora se estableciera en la frontera norte de México, ya existían algunos talleres de maquinados que prestaban sus servicios al mercado local, de acuerdo a diversas entrevistas con propietarios de talleres de maquinados. Este número no era mayor a 10 talleres. De acuerdo a los hallazgos mostrados en el capítulo 6, en la gráfica 6.1 se observa que los 2 primeros talleres formados por exempleados de la maquila, registrados por el censo, se ubican en el período denominado de inicio (1971-1973, Ver también tabla 8.1).

Los periodos se formaron tomando en consideración aspectos coyunturales que marcaron el entorno económico del país y de la región, así como de cambios tecnológicos importantes generados a nivel mundial como fueron la automatización del

control numérico en las máquinas-herramientas, nuevos métodos en el control de calidad y el TLCAN. Asimismo las depresiones económicas que contribuyeron a la disminución de personal en las plantas maquiladoras han marcado el crecimiento del número de talleres de maquinados.

Tabla 8.1 Formación de talleres de maquinados por exempleados de la IME por período

Período	No. De Talleres formados por exempleados/ total de talleres iniciados.	Características del entorno
Inicio 1971-1973	2/2	La IME se encuentra en el periodo de la crisis generada por el debilitamiento de la gran empresa, la cual inició a mediados de los 60's y concluyó en los años 1974-75.
Primer período 1979-1985	8/13	A finales de la década de 1970 se inicia la instalación de plantas maquiladoras del sector automotriz en la región, situación que continúa durante la primera mitad de la década de 1980. Asimismo en 1982 se inicia un cambio en la política industrial del país al terminar el modelo ISI. En este período se inició el programa de desarrollo de proveedores de insumos nacionales. Se registraron cambios tecnológicos en las plantas maquiladoras con la adquisición de máquinas herramientas CNC. Por 1983 se inició el uso de CAD/CAM, para cumplir los altos estándares de calidad para exportación y se introdujeron nuevos métodos de capacitación para el control de la calidad. En 1984 GM inició la manufactura esbelta con una planta en Fremont en los Estados Unidos de Norteamérica
Segundo período 1987-1995	43/53	Para 1988 ya existían en la región 48 plantas ameseras, se ensamblaban vestiduras y cinturones de seguridad, se instalan plantas del sector de la computación como IBM entre otras empresas. En los primeros 6 años de la década de 1990 se tienen tasas de crecimiento en el empleo de dos dígitos. En 1994 se inicia el TLCAN. El país sufre una gran depresión económica en el año de 1995, lo que afecta la paridad cambiaria, beneficiando a las plantas maquiladoras.
Tercer período 1996-2002	50/80	En 1997 se registra un surgimiento mayor a 15 talleres de maquinados en el año. En 1998 se inicia una desaceleración económica de la IME, lo que afectará a las PyME de la región, llevando a una crisis económica que se refleja en el 2001 y se acentúa en el 2002. Esto repercute en las ventas y en el empleo de los talleres de maquinados, lo que puede llevar a un sesgo estadístico en la información del censo de talleres de maquinados en estos rubros.

Fuente: Elaboración propia con datos del censo de talleres de maquinados 2002

Considerando lo anterior, estos exempleados de la IME que instalaron los primeros 2 talleres de maquinados de precisión en la región, no tuvieron una capacitación en la que participaran de los cambios organizacionales del período siguiente.

En 1979 inician operaciones nuevos talleres de maquinados, en el denominado primer período (1979-1985). En este período el 61% de los talleres formados son propiedad de exempleados de la maquila. Estos propietarios de talleres tuvieron acceso a capacitación dentro de la maquila, y se involucraron en cambios organizacionales, tuvieron acceso a nueva tecnología incorporada por los cambios en la nueva maquinaria CNC. Por lo que se puede considerar que los propietarios de talleres conocían de las nuevas formas organizacionales, del tipo de maquinaria con la cual se trabajaba en la IME y por consiguiente podían aplicar su conocimiento en la solución de problemas cuando se establecieron y comenzaron a vender partes indirectas para la producción de la IME.

Para el segundo período (1987-1995), el 81% de los nuevos talleres formados son propiedad de exempleados de la IME. En este período se aprecia un crecimiento sustantivo en el número de los talleres formados, ya que representan tres veces más de los establecidos en el primer período. Pareciera que el auge económico que vivieron las plantas maquiladoras en este período, se reflejó también en el surgimiento de nuevos talleres, sin embargo la crisis económica de 1995 repercutió negativamente al final de este período (capítulo 5, gráfica 5.3). En este período los avances de la capacitación de la IME en los métodos de calidad son ya importantes, pues se instaura la ISO-9000⁴⁶ (Rothery, B., 1991), además de que varias ensambladoras tienen el objetivo de alcanzar la producción esbelta. Los exempleados de la IME pudieron contar con un aprendizaje en los métodos de calidad más complejos, lo que les brindó una mayor capacidad de decisión en sus actividades. Para la IME es de fundamental importancia la supervisión y

⁴⁶ La Norma ISO inicio su publicación en 1987 bajo el rubro de norma europea (EN 29000-EN29004), pero hasta 1989 se instauran como ISO 9000. Se esperaba que para finales de 1992 al crearse el "mercado único" en Europa todas las empresas estuvieran certificadas, con la finalidad de evitar engorrosas auditorias a los proveedores.

el control de la calidad para el buen funcionamiento de la producción, por lo que se brinda capacitación en estas materias a sus empleados.

Para el tercer período (1996-2002) el porcentaje de los talleres de maquinados formados por exempleados de la maquila disminuyó con respecto al período anterior, ya que estos representaron el 63% del total de los talleres formados en el período. Asimismo se observa un crecimiento importante (51%) en el número total de talleres constituidos en dicho período con respecto al período anterior.

Este tercer período se vio marcado aún por la crisis de 1995, que afectó el entorno económico de la maquila y también favoreció la constitución de un mayor número de talleres de maquinados en relación a los años anteriores. Dicha situación prevaleció hasta 1998, ya que en este año inició una desaceleración económica de la IME. Ésta desaceleración provocó una crisis económica en la región, reflejando una disminución en la formación de nuevos talleres de maquinados. Esa situación prevaleció hasta 2002, año en que se aplicó el censo de maquinados en la región. Asimismo, de acuerdo a lo anterior, se puede considerar que el promedio anual de talleres formados desde que se inicia el primer taller en 1970 hasta el año 2002 fue de 5 talleres por año, pero en el último período el promedio fue de más de 13 talleres por año.

De acuerdo con Fosfuri, Motta y Ronde (2001: 206), los talleres constituidos por exempleados de la IME se consideran derramas tecnológicas, ya que estos exempleados adquirieron un conocimiento dentro de la IME por medio de la capacitación y la experiencia. Con este conocimiento adquirido, el cual en la literatura misma se establece la dificultad para poder evaluarlo, se desplazan al mercado formando su propio taller. Este conocimiento no tiene un costo para el empleado, y al convertirlo en conocimiento tácito, adquiere propiedades que le permiten tener ventajas tecnológicas y organizacionales sobre los propietarios que no trabajaron en la IME.

En las entrevistas con algunos propietarios, se resaltó un aspecto de gran importancia, la existencia de un tipo de propietario de taller de maquinado que no tuvo una experiencia laboral directa dentro la IME, pero si tuvo un contacto directo con la IME por

medio del taller de maquinados. Este propietario, el cuál se puede considerar como un caso especial dentro de las externalidades, originalmente fue empleado de alguno de los talleres de maquinados, y tenía la función de ser el vendedor o promotor del servicio de maquinados a las plantas maquiladoras, mantenía contacto directo con los ingenieros de producción, con los supervisores de línea, así como con los encargados de compras, con la finalidad de proporcionar una solución a la problemática del cliente; además tenía la función de recibir la solicitud de servicio de la maquila, y de llevar a cabo el trámite administrativo para realizar el cobro por el servicio prestado. Esta forma de proporcionar el servicio por parte de los talleres de maquinados, brinda a su vendedor la oportunidad de mantener una relación muy estrecha con el personal de la maquila, de conocer los procesos de maquinados y la problemática que se tiene en los procesos de producción de la IME, y de esta forma ayudar a implementar innovaciones de detalle conjuntamente con los ingenieros dentro de las plantas maquiladoras. Lo anterior les permite conocer las problemáticas, los productos, el mercado y en general las necesidades de la IME, adquiriendo un conocimiento tecnológico y organizacional, que le brinda ventajas cuando por cuenta propia decide instalar su taller de maquinados. Esta situación se detectó por medio de entrevistas. En 3 de los talleres de maquinados se identificó la movilidad de exempleados quienes constituyeron 5 nuevos talleres de maquinados⁴⁷. Entonces también los talleres de maquinados están generando derramas tecnológicas, donde la IME tiene una participación muy importante.

De los resultados de las entrevistas se desprende que la IED, representada por la IME, es generadora de uno de los canales de derramas tecnológicas señaladas por la literatura, debido a la capacitación a sus empleados, la movilidad de éstos y la formación de talleres de maquinados. Pero también se generan derramas tecnológicas por la movilidad de los empleados de los propios talleres de maquinados. Esto indica que las derramas tecnológicas de la IME tienen un efecto multiplicador en la región, por

⁴⁷ Se separaron de uno de los talleres vendedores con una experiencia que va desde los 5 a los 15 años.

la generación de nuevos talleres debido a la movilidad de sus exempleados y por la movilidad de los vendedores de servicios de los propios talleres de maquinados.

8.1.2 Capacitación y Estrategias de la IME

En la literatura sobre la generación de derramas por la movilidad de los empleados de las multinacionales o de sus filiales, que posteriormente establecen un taller de maquinados, se asume que dichos empleados se llevan consigo el conocimiento adquirido dentro de estas empresas, dado que empíricamente la literatura ha demostrado la existencia de una mayor capacitación en las multinacionales (Gershenberg, 1987; Fosfuri, Motta y Ronde, 2001; Görg, H. y E. Strobl, 2002:3). Sin embargo los autores señalan que son pocos los estudios en los que se muestra el tipo de conocimiento adquirido por los empleados, así como la estrategia de capacitación que siguen las empresas, en nuestro caso, las plantas maquiladoras con sus empleados. En esta tesis se discuten estos temas y se aporta evidencia tanto sobre el tipo de capacitación que brindan las plantas maquiladoras a sus empleados, de acuerdo su tiempo de permanencia dentro de la empresa, así como sobre la estrategia de capacitación que sigue la IME en la región.

En el capítulo 6, en las tablas 6.2, 6.3, 6.4 y en la gráfica 6.2, se observó la formación de 4 conglomerados de talleres de maquinados, cuyas características se resumen en la tabla 8.2. El análisis de las características de dichos conglomerados, permite inferir las estrategias que sigue la IME con respecto a la capacitación de su personal, los factores más importantes que toma en cuenta la maquila son, el nivel de escolaridad así como su tiempo de permanencia dentro de la empresa, los cuales influyen en el tipo y el nivel de capacitación que se brinda al personal. Por lo que se puede establecer que la IME prácticamente no ofrece capacitación formal al personal con una antigüedad menor a 5 años, independientemente de su nivel escolar. A partir de la información proveniente de entrevistas a propietarios se encontró que los nuevos empleados reciben una "capacitación informal", ya que son otros miembros del personal de la propia planta maquiladora los que inducen a las tareas y responsabilidades, así como a la adquisición

de códigos de conducta y comunicación. Por consiguiente el aprendizaje en esta etapa se da por imitación.

En el primer conglomerado se encuentran los propietarios exempleados de la maquila con menos de 5 años de antigüedad. En lo referente a la escolaridad, este grupo está integrado principalmente por empíricos y en menor grado por técnicos. Como se mencionó, no existe un nivel de capacitación formal en este período.

Resulta interesante contrastar los conglomerados 2 y 3 de la tabla 6.3, los cuales agrupan principalmente a profesionistas y en mucho menor grado a técnicos y donde prácticamente no aparecen empíricos. En el conglomerado formado por exempleados con antigüedad laboral en la maquila de 6-10 años (conglomerado 3), se observa una incipiente capacitación en supervisión y control de la calidad.

Tabla 8.2 Escolaridad y Nivel de capacitación

Tipo de emprendedor	Tipo de escolaridad	Nivel de la capacitación
Empírico	Nivel primaria	Sin capacitación formal en los primeros 5 años. Después de los 15 años se brinda capacitación en manejo del personal, en supervisión y control de la calidad. Se comparte esta capacitación con algunos técnicos. Se considera que la gran parte de su preparación la adquiere de sus compañeros dentro del taller.
Técnico	Formación en máquinas-herramientas en centros de capacitación industrial como: CECATI, CONALEP, CENALTEC, CBTI, y carreras universitarias trunca (UACJ)	Sin capacitación durante el primer quinquenio. Número promedio en el segundo y tercer período. En el segundo período capacitación en promedio en supervisión y control de la calidad. Para el tercer período capacitación en todos los rubros.
Profesionista	Con licenciatura terminada.	Su presencia es marcada en el segundo y tercer quinquenio. En el segundo quinquenio el número de profesionistas es bajo, y el nivel de capacitación también está es bajo en la supervisión y el control de calidad. Para el tercer quinquenio su presencia también es baja y la capacitación está orientada a todas las áreas incrementando su intensidad..

Fuente: Elaboración basada en las tablas 6.2, 6.3, y 6.4.

Se debe destacar que la importancia de la capacitación en supervisión y en control de calidad reside en que se deben cubrir estándares implementados por la IME para la

exportación, así como para cubrir los altos estándares requeridos por la producción esbelta o los sistemas de calidad como el ISO-9000 al menos hasta el 2003. Este tipo de capacitación se brinda únicamente a pocos técnicos y profesionistas con más de 5 años de antigüedad.

El conglomerado formado por exempleados con 11-15 años (profesión 2), es el más intenso en cuanto a la capacitación, se observa que esta se incrementa notablemente, y se proporciona en las siguientes áreas:

- Técnicas de manejo de personal
- Operación de máquinas-herramientas
- Técnicas de supervisión
- Técnicas de control de calidad

El número de profesionistas es mayor en este conglomerado, mientras que el número de técnicos es bajo. La capacitación a los profesionistas, muestra el interés de la IME porque se adquieran las habilidades técnicas y de organización de la producción con más profundidad, principalmente en los mandos medios superiores quienes tienen una mayor responsabilidad en la planeación y ejecución de la producción dentro de las plantas.

En el último conglomerado (técnicos y empíricos) de la tabla 6.3, se encuentran los exempleados con más de 15 años de permanencia dentro de la IME, formado principalmente por empíricos y técnicos, a quienes se les capacita en manejo de personal, supervisión y control de calidad, técnicas que involucran aspectos de relaciones humanas, con la finalidad de obtener la mayor productividad, y en las técnicas de supervisión para lograr la planeación y ejecución de las tareas inherentes a la responsabilidad.

Por lo tanto se considera que durante los primeros cinco años dentro de la IME, el personal no recibe capacitación formal, una causa probable puede ser por la alta rotación existente en la región, como lo han sugerido Carrillo (1995) y Hualde (2002:543) en estudios sobre la maquila. Este aspecto es de importancia por que la

región fronteriza es paso obligado de emigrantes hacia los Estados Unidos de Norteamérica, lo que hace que las políticas de capacitación de la IME cambien.

Para los técnicos y los profesionistas la política de capacitación es similar, pues se observó que la capacitación se inicia después de 6 años, en un proceso que continúa y se refuerza en el período de los 11 a 15 años. Este comportamiento se observa en general para el sector, pero se considera que puede cambiar de acuerdo al tipo de industria y al tamaño de planta.

De acuerdo al tipo de capacitación y al tipo de conocimiento adquirido dentro de la IME, la literatura sobre derramas tecnológicas clasifica a este tipo de capacitación como una capacitación general (Fosfuri, Motta y Ronde (2001: 211) y, por consiguiente, la misma literatura considera que este tipo de conocimiento es menos costoso para ser utilizado por otras empresas. Lo anterior concuerda con los hallazgos de Hualde (2002), quien señala que en la IME los códigos tecnológicos son menos importantes en las regiones fronterizas, que los códigos organizacionales; es decir que se le da mayor importancia al conocimiento organizacional que al conocimiento de base tecnológica.

Además estudios llevados a cabo por Buitelar y Padilla (2000) y por Capdevielle (2001: 201), señalan que el aprendizaje y la difusión de la tecnología de la IME se dan de manera parcial y marginal. Lo cual concuerda con los hallazgos mostrados respecto a los diferentes períodos del surgimiento de los talleres de maquinados, donde no se aprecia una capacitación que involucre una base tecnológica, como diseño y desarrollo de productos, procesos y maquinaria, ya que estas actividades las llevan a cabo las matrices, como también lo ha señalado Hualde (2001). Lo anterior no es indicio de la inexistencia de una difusión tecnológica, sino de que ésta es aún incipiente en la localidad.

8.1.3 Los determinantes de la movilidad

La literatura sobre las derramas tecnológicas identifica entre las motivaciones para que los empleados salgan de la IME, las de tipo pecuniario y el tipo de capacitación recibida dentro de la IME (general vs. específica), ya que se supone que su posterior

contratación por empresas locales incrementará la productividad de éstas, o de las empresas que constituyan dichos empleados. Sin embargo, en la literatura se muestra poca evidencia de los determinantes para dicha movilidad, principalmente cuando existe una derrama tecnológica originada por la movilidad laboral. A continuación se destacan algunos de los factores que propietarios de talleres de maquinados resaltaron, y que se considera que fueron determinantes para movilizarse fuera de la maquila.

En el capítulo 6, en la gráfica 6.3 y en la tabla 6.5, se observan dos determinantes para la movilización del empleado fuera de la IME. El primer determinante está formado principalmente por el dominio del proceso, con un nivel de intensidad bajo. El 63% de los propietarios se ven motivados a iniciar su propio taller de maquinados cuando consideran que dominan el proceso de maquinado, lo que les motiva a tomar esta decisión.

El segundo determinante, está formado principalmente por las relaciones creadas en la maquila y la confianza en las habilidades del ex empleado. El 37% de los propietarios se ven motivados a iniciar su propio taller cuando estiman que las relaciones construidas dentro de la IME les proporcionan la confianza para tomar esta decisión.

Se puede inferir que los ex empleados de la maquila, ahora propietarios, se dividen en dos tipos:

- Emprendedores que dominan el proceso de maquinados
- Emprendedores que consideran que con las relaciones es suficiente para salir adelante con el establecimiento de un taller de maquinados.

Ambos aspectos solo pueden darse en el ámbito de la IME, debido a la capacitación que se proporciona a los empleados dentro de las plantas maquiladoras, ya que es parte de la formación del capital humano.

8.1.4 La naturaleza de las derramas tecnológicas.

Las características que marcan el inicio de los talleres de maquinados por exempleados de la IME, sugieren que este inicio puede considerarse como una derrama tecnológica. Asimismo se debe considerar como derrama tecnológica de los talleres de maquinados, el desprendimiento de los empleados de estos talleres, donde la interacción con la IME tiene una gran influencia al convertirse en un colegio invisible para las empresas locales, aspecto que Altenburg (2000) ha señalado dentro de la literatura.

Además al considerar el estudio llevado a cabo por Vera-Cruz, Dutrénit y Gil, (2003), en el cual se utiliza la base del censo de los talleres de maquinados, se muestra la existencia de las derramas tecnológicas generadas por la IME, así como el encadenamiento hacia atrás de dichos talleres de maquinados, lo que de acuerdo a la literatura implica la formación de otra derrama tecnológica en la región de Ciudad Juárez, generada por la IME.

La justificación de la derrama por encadenamiento, la brinda la misma literatura, que establece que solo se puede crear la derrama tecnológica de esta forma, si las empresas locales y las EMN no son competidores directos. Lo que concuerda con los hallazgos de los autores citados, dado que los talleres de maquinados operan en un sector diferente al de la IME, ya que el bien producido por éstos es, en gran parte, complemento para lograr una mayor eficiencia en los procesos de producción de la IME (material indirecto) y solo en pocos casos el material es parte del bien final (material directo).

De acuerdo a lo anterior, la naturaleza de las derramas generadas por la IME en la región de Ciudad Juárez, es la siguiente:

- La formación de capital humano en la IME y su posterior movilidad formando talleres de maquinados de precisión.

- La formación de encadenamientos productivos hacia atrás entre la IME y las mismas empresas de maquinados de precisión.
- Un efecto multiplicador, debido a la movilidad los empleados de los talleres de maquinados, que han tenido relaciones directas con la IME.

El análisis anterior permite identificar las diferentes derramas tecnológicas derivadas de la presencia de la IME en la región de Ciudad Juárez, Chihuahua.

8.2 La capacitación independiente

Dentro de la literatura sobre las derramas tecnológicas, son escasos los estudios en los cuales se muestra evidencia acerca de la capacitación independiente de aquellos propietarios que forman empresas. En esta sección se resume la evidencia de las áreas en las cuales los propietarios de los talleres de maquinados se capacitan de manera independiente, en la clasificación se considera si tuvieron o no experiencia laboral previa en la IME.

Al hacer el análisis de la capacitación independiente, se observa en qué medida los exempleados de la maquila al movilizarse para establecer su propio taller de maquinados, toman la iniciativa de actualizarse o aprender nuevas habilidades técnicas o administrativas. También los propietarios que no tuvieron una experiencia laboral dentro de la IME, llevan a cabo una capacitación independiente que les permita emprender nuevos proyectos productivos con una mayor preparación.

La tabla 8.3 resume los conglomerados identificados en las gráficas 7.1 y 7.3 y en las tablas 7.2 y 7.4, donde se señala el nivel de capacitación de manera independiente y las características de cada conglomerado. En la tabla 8.3 se aprecia que 9 propietarios de talleres SIEM y 36 propietarios de los talleres CEM cuentan con una baja capacitación independiente. Pero se observa que un grupo de 10 propietarios CEM cuentan con una capacitación independiente intensiva, en comparación a los otros talleres referidos.

Tabla 8.3 Capacitación independiente todos los talleres

Tipo y número de propietarios	Nivel de capacitación	Características de la capacitación
CEM-10	intensivo	Valores de la media en las variables entre 1.48 Hasta 2.47 en sistemas contables
CEM-36	bajo	Valores de la media de las variables desde cero Hasta 0.68, solo teoría del empresario tiene valor negativo.
SIEM-9	bajo	Valores de la media de las variables desde 0.55 Hasta 1.28 en teoría del empresario y de 1.04 en sistemas contables.

Como se observa en la tabla 8.3, solo tomaron cursos de capacitación 46 propietarios de talleres CEM y 9 de SIEM. Lo anterior muestra que aproximadamente el 48% de todos los propietarios de talleres CEM cuentan con la iniciativa de actualizarse, mientras que de todos los propietarios de talleres SIEM aproximadamente el 24%, mostraron esta iniciativa. Lo cual lleva a inferir que los propietarios CEM parecen tener una mayor iniciativa a capacitarse por su cuenta, a diferencia de los SIEM. Al analizar el tipo de capacitación que llevan a cabo los propietarios, se observa que se orientan en mayor medida hacia la parte administrativa, a diferencia de la parte organizacional (control de calidad), mientras que la parte tecnológica es escasa.

8.3 Las capacidades tecnológicas

El criterio utilizado para identificar las capacidades tecnológicas de los talleres de maquinados, toma en consideración la matriz de capacidades establecida por Lall (1992) y mejorada posteriormente por Bell y Pavitt (1995) quienes enfatizan las diferencias entre las capacidades tecnológicas de producción operativas o rutinarias (también capacidades de producción) y las capacidades tecnológicas innovativas. Como se discutió en el capítulo 4, la taxonomía o matriz establece seis funciones técnicas, las cuales se han adaptado para los talleres de maquinados (tabla 4.2). Este trabajo analiza las funciones técnicas de inversión, de producción y de soporte. Las dos

primeras funciones técnicas Bell y Pavitt (1995) las denominan funciones primarias, generan cambio técnico y administran su implementación durante proyectos de inversión relativamente largos, para desarrollar nuevos sistemas de producción como son las nuevas plantas o nuevos productos, así como para las actividades de producción centradas en procesos y productos. La tercera función técnica es la función de soporte centrada en la vinculación externa, que consiste en la creación de vínculos basados en el intercambio y en interacciones con otras empresas e instituciones.

En esta sección se analizan las capacidades tecnológicas que han construido los talleres de maquinados, basados en el análisis de conglomerados del capítulo 7. Las funciones técnicas para los talleres de maquinados se describen en la tabla 8.4, y en la tabla 8.5 se detalla el número de talleres por nivel de capacidades de operación o innovativas de acuerdo a la clasificación de conglomerados del capítulo 7.

En la literatura sobre las capacidades tecnológicas, como se mencionó en la introducción, se han llevado a cabo pocos estudios en donde se analice el nivel de capacidades tecnológicas desarrolladas por las empresas formadas por exempleados de las EMN, es decir que tomen en cuenta la acumulación de capacidades tecnológicas en las empresas, generadas por la derrama tecnológica. Estudios como los desarrollados por Vera-Cruz, Dutrénit y Gil (2003) y (2005) dan cuenta del desarrollo de capacidades tecnológicas de los talleres de maquinados en la región de Ciudad Juárez, Chihuahua. Dichos estudios señalan las capacidades empresariales y tecnológicas de los talleres de maquinados, considerando como variables de las capacidades tecnológicas: el número de ingenieros, la capacitación del personal, las actividades de diseño y mejora, así como la modernidad de los activos fijos; mientras que para las capacidades empresariales se toman como variables: los niveles de escolaridad de los empresarios y los años de vida de los talleres de maquinados.

Para abundar en evidencia que señale el nivel de capacidades tecnológicas acumuladas por los talleres de maquinados, se lleva a cabo una clasificación de los diferentes niveles de capacidades operativas y de innovación, por medio del análisis multivariado. Se identificaron las capacidades tecnológicas por función técnica. En la

tabla 8.4 se resume el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas de los talleres de maquinados, de acuerdo a las funciones técnicas establecidas y adaptadas a la información del censo levantado en agosto del 2002, en la región de Ciudad Juárez, Chihuahua, a 158 talleres de maquinados.

Tabla 8.4 Talleres de maquinados por función técnica

Niveles de Capacidades	Funciones Técnicas Primarias						Funciones Técnicas de Soporte	
	Inversión		Producción				Vinculación externa	
	Talleres CEM	Talleres SIEM	Centrada en los procesos y organización de la producción.		Centrada en el producto			
			Talleres CEM	Talleres SIEM	Talleres CEM	Talleres SIEM	Talleres CEM	Talleres SIEM
Capacidades de producción rutinarias: capacidades para usar y operar la tecnología existente basadas en la experiencia								
Capacidades operativas básicas	34 (34.34%)	14 (40 %)	26 (27.08%)	26 (78.79%)	26 (26.26%)	11 (29.73%)	26 (26.80%)	
Básicas intermedias	53 (53.54%)	16 (45.71%)	52 (54.17%)	0 (0)	36 (36.36%)	26 (70.27%)	71 (73.20%)	
Intermedias	8 (8.08%)	5 (14.29%)	16 (16.67%)	7 (21.21%)	37 (37.38%)	0 (0)	0	
Capacidades tecnológicas de innovación: capacidades para generar y administrar el cambio técnico								
Básicas	4 (4.04%)	0	2 (2.08%)					
Complejidad intermedia(De adaptación y duplicación basadas en la búsqueda								
	99	35	96	33	99	37	97	

Fuente: Tablas: 7.16, 7.39, 7.43, 7.45, del capítulo 7.

El análisis detallado para obtener los conglomerados se realizó en el capítulo 7, y como se puede apreciar en la tabla 8.4, en cada columna el número de talleres de la muestra CEM o SIEM varían ligeramente, lo anterior se debe a que se imputaron valores en cada una de las bases de datos seleccionadas de acuerdo a las variables involucradas, tratando de abarcar al mayor número de talleres de maquinados, como se observa la variación no fue mayor a tres o cuatro talleres. Lo anterior no afecta el análisis del nivel de capacidades, pues lo único que se pretende es tener la mayor muestra posible en cada selección multivariada. Como se puede apreciar en la tabla 8.4, los talleres de

maquinados de precisión, han desarrollado capacidades productivas rutinarias, destacándose que el mayor porcentaje de los talleres se ubica en el nivel de capacidades operativas básicas y básicas intermedias, mientras que en el nivel de capacidades tecnológicas innovativas el número de talleres es muy bajo.

A continuación se analiza cada función técnica: en la sección 8.3.1 se hace el análisis de la función técnica de inversión; en la 8.3.2 la función técnica de producción centrada en los procesos y organización de la producción y, la centrada en el producto. Por último, en la sección 8.3.4 se considera la función técnica de soporte.

8.3.1 Función técnica de inversión

Bell y Pavitt (1995) definen la función técnica de inversión como: "las funciones primarias relacionadas con grandes proyectos de inversión, son las habilidades mediante las cuales se genera y administra cambio técnico, originando nuevos e importantes sistemas de producción, como nuevas plantas o líneas de producción". Por lo que a partir de esta definición se tomaron en cuenta los conocimientos y habilidades adquiridos en la preparación y diseño de la tecnología necesaria para llevar a cabo diferentes procesos de maquinados, considerando las inversiones en maquinaria. Se comparó la infraestructura del 2001 contra la que tenían cuando iniciaron operaciones, así como las habilidades financieras para la obtención de créditos, y el tiempo de fundación del taller. Por lo que se analizarán las capacidades tecnológicas de inversión de aquellos talleres que han llevado a cabo inversiones en maquinaria con tecnología incorporada, que han accedido a créditos que son otorgados por instituciones nacionales o extranjeras, bajo el supuesto de que llevan a cabo estudios de inversión para: el desarrollo de proyectos como la adquisición de maquinaria con tecnología incorporada, nuevas instalaciones en el extranjero (oficinas, talleres y oficinas).

La tabla 8.4 muestra que existe una diferencia en el número de talleres formados por propietarios con y sin experiencia en la IME, ya que del total de talleres CEM y SIEM, el 74% ha sido establecido por propietarios CEM, mientras que sólo el 26% fue formado por propietarios SIEM. A partir de los datos de la tabla 8.4 se puede observar que el

65.7% de la muestra de talleres de maquinados CEM ha desarrollado capacidades de producción superiores a las básicas, es decir se encuentran en los niveles de capacidades básicas intermedias, intermedias y básicas de innovación; pero en la misma tabla se aprecia que el 60% de los talleres de la muestra SIEM se encuentra en estos mismos niveles. Por la experiencia laboral dentro de la IME de los propietarios CEM, se esperaba que esta diferencia fuera mayor.

Los talleres con capacidades operativas intermedias logran avanzar debido a que han iniciado inversiones en maquinaria con tecnología incorporada (CNC, EDM, EDMW); han accedido a créditos, lo que involucra el inicio de habilidades en desarrollo de proyectos de inversión, así como también el inicio de procesos de aprendizaje. Logran una adaptación progresiva a las condiciones existentes en el taller, así como su posterior dominio. Lo anterior se complementa con la instalación, por parte de algunos talleres, de una oficina en El Paso, con la visión de alcanzar un reconocimiento por parte de empresas estadounidenses. Esto porque se observó que la cultura extranjera es más propensa a optar por mantener una relación de proveeduría con las empresas estadounidenses, argumentando la seriedad del trato con este tipo de empresas. La oficina en El Paso, les permite a los talleres de maquinados acceder a nuevos clientes, y a la asesoría por parte de las instituciones estadounidenses. En esta categoría se agrupan talleres con diferentes edades.

Los talleres de los conglomerados con capacidades operativas intermedias realizaron una mayor inversión en maquinaria, muestran una incipiente especialización en fresa y EDM, complementando con el rectificado para dar precisión y acabado al producto. Se caracterizan por tener oficinas en El Paso, por lo cual tienen posibilidades de acceder a crédito nacional y estadounidense. Pero solo los talleres SIEM hacen uso de esta última ventaja.

Los talleres con capacidades innovativas básicas cuentan con los niveles de inversión más elevados en comparación al resto de los talleres. No solo tienen oficinas foráneas, sino que han logrado mayores inversiones al instalar talleres de maquinados, lo que

involucra el desarrollo de mayores habilidades tecnológicas y administrativas. Lo anterior implica un mayor dominio de los procesos y un mayor desarrollo de esfuerzos de aprendizaje para el dominio de la tecnología incorporada en la maquinaria. También son talleres que han accedido más a créditos nacionales en comparación a los créditos con instituciones estadounidenses. Asimismo 3 de los 4 propietarios de los talleres en este nivel, llevaron a cabo una mayor capacitación independiente, lo que muestra un proceso de aprendizaje del propietario por incrementar principalmente sus habilidades organizacionales y administrativas. Al lograr desarrollar su capacidad productiva en Estados Unidos, se incrementa la confianza del cliente americano en su proveedor también americano, mientras que para el taller además de gozar de una ventaja regional, tienen mayor facilidad de acceder a créditos y capacitación por parte de las instituciones estadounidenses. Esto se pudo corroborar ya que en entrevistas con diferentes instituciones de asesoría a las PyME en El Paso, pertenecientes a la Administración de Pequeñas Empresas (small business administration, SBA), se señaló que tienen identificados a los talleres que han accedido a capacitación y asesoría bajo este programa⁴⁸.

Dos aspectos resaltan en la clasificación por inversiones, como se observa en la tabla 8.4: primero, que es mayor la proporción de talleres SIEM (14.29%) en relación a los talleres CEM (8.08%), que tienen capacidades operativas intermedias; segundo, que solo 4 talleres CEM habían desarrollado capacidades de inversión innovativas-básicas, mientras que ningún taller SIEM había avanzado a este nivel de capacidades

⁴⁸ Los programas de la SBA tienen la característica de que los propietarios de las PyME recién establecidas en la unión americana, accedan a asesoría técnica y administrativa, ya que las autoridades estadounidenses consideran que las PyME son débiles durante los primeros años de fundación por lo que tratan de establecer una cultura de capacitación en el propietario, de tal manera que se influya en la buena operación de la empresa disminuyendo la desaparición de PyME a temprana "edad", ya que la importancia de mantener activa a este tipo de empresas es que las estadísticas han mostrado que la mayor cantidad de innovaciones tecnológicas en la unión americana se han realizado en este tipo de empresas.

tecnológicas. Estos talleres lograron alcanzar el nivel de básicos innovativos después de 16 años de haberse formado, lo cual indica que el proceso ha sido complejo. Bell y Pavitt (1995) resaltan el aspecto del tiempo en la acumulación de capacidades como un factor importante en las empresas. Otra característica de los talleres avanzados es que están constituidos fiscalmente como personas morales, además de que reflejan que los esfuerzos desarrollados para lograr el avance fueron diferentes en cada taller.

8.3.2 Función técnica de producción

Bell y Pavitt (1995) definen la función técnica de producción como "la función primaria para generar y administrar cambio técnico durante las actividades de producción, llevadas a cabo en la vida de post-inversión". En esta sección se resume la función técnica de producción, centrada en los procesos y organización de la producción, así como las capacidades centradas en el producto, considerando los diferentes niveles de capacidades operativas en los talleres de maquinados. Los planteamientos de Lall (1992) y Bell y Pavitt (1995) resaltan aspectos de las capacidades de producción y, específicamente, las capacidades centradas en los procesos y organización de la calidad. Se destacan aspectos de control de calidad, operación y mantenimiento, así como la asimilación de la tecnología, equipamiento y las actividades de la ingeniería industrial, aspectos que han sido tomados en consideración de acuerdo a la clasificación de los diferentes conglomerados señalados en la sección 7.2.2 Por lo que en esta sección se resumen dichas capacidades tecnológicas.

8.3.2.1 Capacidades orientadas al proceso

En la tabla 8.4, en la tercera y cuarta columnas, se lista función técnica de producción centrada en el proceso y organización de la producción. El 27.08% de talleres CEM tienen capacidades operativas en el nivel básico, contra el 78.79% de los talleres SIEM. Los conglomerados ubicados en este nivel de acumulación, no cuentan con proceso alguno orientado a la calidad en sus procesos de maquinados, tienen poca maquinaria y no tienen técnicos operarios ni ingenieros. El planteamiento de las estrategias así como de las acciones que acompañan a la organización de la producción, son aspectos

que han sido resaltados por Albu (1997), y en estos conglomerados son de un nivel bajo.

Lo anterior refleja que un alto porcentaje de talleres no ha logrado un avance en la acumulación de capacidades tecnológicas en la región, pues si se consideran todos los talleres de la región, el 40.31% se encuentra con capacidades operativas básicas, lo que constituye un porcentaje elevado. Ya que el 53.85% de los talleres CEM con capacidades centradas en los procesos básicos, tienen menos de 5 años de haberse fundado (tabla 7.39), pero si se considera al total de talleres con hasta 10 años de fundación, el porcentaje se eleva a 80.77%. Lo anterior refleja que un alto porcentaje de estos talleres tienen poca experiencia, sin embargo también en estos talleres se encuentran algunos talleres rezagados, ya que aproximadamente el 19% de los talleres básicos CEM tienen más de 10 años de haberse fundado, lo que refleja un estancamiento, en términos de acumulación de capacidades tecnológicas, de algunos talleres.

En el siguiente nivel de capacidades operativas, se tienen las capacidades de producción básicas intermedias, aquí se concentra el 54.17% de los talleres CEM, lo que representa más de la mitad de la muestra. En este nivel no se tienen clasificados talleres SIEM. Los talleres en este nivel de capacidades llevan a cabo pocas actividades orientadas a mejorar la calidad; aunque algunos talleres cuentan con ventas certificadas lo que los obliga a contratar personal calificado (ingenieros) que lleve a cabo un control basado en las recomendaciones de los clientes, así como hacer una búsqueda de las fallas en el proceso. No utilizan equipo de cómputo para llevar a cabo su proceso de calidad. Es un grupo de talleres que señala reproducir piezas de acuerdo a una muestra física, son escasas las actividades de diseño orientadas a buscar la solución a los problemas del cliente. Su infraestructura es pequeña, pero es un conglomerado que empieza a establecer estrategias y acciones para mejoras. En este conglomerado se encuentran talleres con diferentes tipos de estrategias y mejoras con bajos valores de intensidad. Sin embargo no existe una iniciativa por iniciar la implementación de un sistema formal como el ISO, a pesar de que algunos de los talleres han empezado a

formalizar por escrito sus procesos. Si se considera la experiencia acumulada, el 38.46% de estos talleres cuentan con menos de 5 años de haberse fundado, y el 76.92%, de los mismos tienen menos de 10 años de haber iniciado operaciones, lo que refleja que en este nivel es grande el porcentaje de talleres con más de cinco años de fundación. Este grupo de talleres tiene pocos avances en la calidad, con avances en el desarrollo de estrategias, y un gran logro al introducir personal capacitado, por lo que se notan esfuerzos incipientes en el dominio de los procesos organizacionales del taller. Sin embargo, su poca infraestructura no les permite avanzar a un mejor paso en el aspecto tecnológico.

En el nivel de capacidades operativas intermedias, se refleja una polaridad en el nivel de capacidades en los talleres SIEM, pues no tienen talleres en el nivel anterior, y en este nivel de capacidades intermedias aparece un grupo de 7 talleres. La proporción de talleres SIEM es ligeramente mayor a la de los talleres CEM, 21,21% contra el 16.67% respectivamente. El 57.14% de los talleres SIEM tienen menos de 5 años de fundación, y el 85.71% tienen menos de 10 años, lo que representa un gran avance para este nivel. Mientras que en los talleres CEM el 18.75% tienen menos de 5 años de fundación, y el 62.5% cuenta con menos de 10 años de fundación, lo que refleja que para alcanzar este nivel de capacidades a los talleres CEM les toma más tiempo.

El nivel de calidad alcanzado por los talleres con capacidades de producción intermedia, está formalizado al iniciar el proceso de certificación de la calidad en ISO 9000, proceso que se encuentra en diferentes niveles de avance entre los talleres. Cuentan con un nivel de infraestructura medio, lo que les permite especializarse en fresa y torno cnc, EDM y muy poco EDMW. Su personal está formado por técnicos e ingenieros, lo que les permite tener una mayor formalización de los procesos de maquinados, así como también una formalización de los procesos organizacionales entre el personal. También llevan a cabo un mayor uso de sistemas de paquetería orientados a los procesos de maquinados y al desarrollo de programación del proceso mismo en máquinas cnc. Son talleres que han iniciado la búsqueda de imitación de maquinaria o la fabricación de la misma, ya sea por ingeniería en reversa o bajo pedido

del cliente, iniciando un proceso de comercialización, lo que les brinda un potencial para el desarrollo de capacidades de innovación. Entre algunos de estos talleres se considera el diseño por imitación, la ingeniería en reversa o por diseño de los clientes. Asimismo llevan a cabo el análisis de esfuerzos, lo que involucra profundizar en el conocimiento de los materiales. Esto también les permite identificar el posible comportamiento de las piezas o componentes o partes de maquinaria, ante el esfuerzo desarrollado en su operación.

Los talleres con capacidades de innovación básica, han avanzado en la obtención de la certificación ISO-9000, lo que les brinda una ventaja organizacional y, además, autores como Dutrénit (1998), Figueredo (1999) y Villavicencio y Salinas (2002) han identificado que este tipo de sistemas permite socializar y codificar el conocimiento, además de establecer que involucran conocimientos y formas de aprendizaje. Los talleres de este nivel cuentan con una mayor infraestructura, desarrollan todos los procesos de maquinados, principalmente con una mayor infraestructura en maquinaria CNC, rectificado, EDM y también en EDMW. Su maquinaria es automatizada sin dejar, por cuestiones de costos de la maquinaria, el uso de procesos manuales. Este grupo tiene técnicos e ingenieros capacitados, quienes se apoyan para sus procesos de maquinados en la paquetería computacional, paquetería que involucra el manejo de diagramas de flujo, diseño paramétrico mecánico, mastercam (para el EDMW), cosmoswork para el análisis de esfuerzos y análisis de ensambles. Esta paquetería involucra un conocimiento y operación tanto computacional como de programación, para la correcta interacción y operación con la maquinaria. Son talleres dedicados al diseño y a la recepción de planos, a su interpretación y fabricación de los productos requeridos. Sin embargo, aún no son talleres que tengan ya en el mercado un producto propio que les diferencie, pero tienen el potencial pues algunos de estos talleres fabrican en escala partes pequeñas que son materiales directos para sus clientes maquinadores. Asimismo este tipo de talleres tienen la capacidad de diseñar y llevar a cabo estudios de análisis de esfuerzos con la finalidad de identificar el comportamiento de los componentes como ya se señaló.

8.3.2.2 Capacidades orientadas al producto

La segunda división de las capacidades de producción, es la función técnica centrada en el producto. En la tabla 8.4 se lista la distribución de los talleres de maquinados de acuerdo a la clasificación por tipo de propietario CEM o SIEM. Se aprecia que existe poca diferencia porcentual entre los dos tipos de talleres, aquí los CEM con capacidades operativas básicas representan el 26.26% de la muestra contra el 29.73% de los talleres SIEM. Los talleres considerados en este nivel no llevan a cabo ninguna modificación a los productos, esto indica que el 22.2 % de los talleres de la región no llevan a cabo ninguna modificación a los productos.

El siguiente nivel de capacidades operativas es el de básicos intermedios. En este nivel se concentra el 70.27% de los talleres SIEM, mientras que solo se tiene al 36% de los talleres CEM en este nivel. Las principales características de estos talleres es que reciben pocos pedidos que involucran diseño, inician ya las modificaciones de las dimensiones, y el desarrollo del diseño y la fabricación de productos. Estas modificaciones se deben a mejoras en la calidad del producto.

En el nivel de capacidades operativas intermedias únicamente se registran talleres CEM, con el 37.38% de la muestra. Aquí los talleres reciben un porcentaje pequeño de pedidos que involucran diseño, modifican el producto en sus características intrínsecas (dureza, aleaciones, materiales sustitutos), así como en sus dimensiones, y en el diseño mismo del producto, orientados por la reducción de costos, la falta de materia prima y por la mejora del producto.

Como se puede apreciar en esta clasificación son pocos los talleres en la región que llevan a cabo modificaciones al producto con un nivel de capacidades operativas intermedias, ya que representan solo el 27.2%, de los talleres de la región. Como se observa en la tabla 8.4, en esta función técnica ya es evidente el lento avance de los talleres de maquinados, principalmente de los talleres SIEM, en la acumulación de capacidades centradas en el producto.

8.3.3 Función técnica de soporte

Para Bell y Pavitt (1995) la función técnica de soporte consiste "del desarrollo de vínculos centrados en el cambio, e interacciones con otras empresas e instituciones...". Por lo que a partir de la definición se analiza la función técnica de soporte, orientada a la vinculación de los talleres de maquinados con instituciones locales y foráneas. Se observa que estas actividades las llevan a cabo principalmente los talleres CEM, con una baja intensidad. De acuerdo a estos eslabonamientos el nivel de acumulación de capacidades de vinculación básicas representa el 26.80% de la muestra, son talleres que prácticamente no mantienen ninguna relación con cámaras de comercio, con otros talleres de maquinados o con instituciones educativas. El siguiente nivel, básico intermedio, representa el 73.20% de la muestra. Este grupo de básicos intermedios, también mantiene una baja escala de intensidad en sus relaciones con otras instituciones, pero son talleres que lo único que no utilizan son los servicios de consultores externos. Es bajo el nivel de talleres que mantienen una relación con las cámaras de comercio, también mantienen relaciones con otros talleres y comparten proyectos, siendo el valor más elevado de la muestra. Asimismo comparten capacitación y mantienen una relación con centros de capacitación para apoyar al personal. Como se señaló en la sección 7.2.4.1 estos talleres de maquinados, recurren con una baja intensidad a mantener relaciones con otros talleres o a compartir proyectos.

En diversas entrevistas a socios de la asociación de industrias de maquinados, en la CANACINTRA, a ex socios de la AIM, a un asesor empresarial del CRECE en Juárez, así como al director general de Desarrollo Económico de Ciudad Juárez, a asesores del TMAC⁴⁹ en la Universidad de Texas en El Paso (UTEP), coincidieron en que algunos talleres de maquinados asisten cada año a las ferias para detectar nuevos proveedores de maquinaria. Asimismo, este aspecto se detectó entre los miembros de la AIM, ya que además de que acuerdan reuniones dos veces por mes, se tienen diferentes agendas

⁴⁹ TMAC son las siglas del grupo asesor tecnológico Texas Manufacturing Assistance Center, ubicado en la Universidad de Texas en El Paso.

para la capacitación y actualización de procesos de maquinados entre los miembros y para los técnicos e ingenieros de los talleres. En la CANACINTRA local tienen la tradición de ofrecer cursos periódicamente, dirigido a los propietarios con la finalidad de que se actualicen en aspectos técnicos, de mercado y fiscales, lo cual les ha beneficiado. Asimismo se detectó que entre los pocos propietarios que acuden a solicitar asesoría, un pequeño grupo de 9 talleres han solicitado asesoría en el TMAC y en la SBA, lo cual es una ventaja para aquellos propietarios que han instalado al menos una oficina en El Paso.

8.4 Relación entre la capacitación en la IME y las capacidades tecnológicas de los talleres de maquinados.

De acuerdo a lo observado en las diferentes clasificaciones se realizó una serie de análisis, donde destacan: la formación de talleres de maquinados por exempleados de la IME, se clasificó la naturaleza de las diversas derramas generadas por la IED, se identificó la estrategia de capacitación de la IME de acuerdo al nivel de escolaridad del empleado, se identificaron otros determinantes para la movilidad de los exempleados de la IME. Otro aspecto analizado es la identificación de la naturaleza, así como del nivel de capacitación que los propietarios CEM y SIEM llevan a cabo de manera independiente. Se construyó la matriz de capacidades tecnológicas adaptada a los talleres de maquinados de precisión, identificando las funciones técnicas.

Por lo que a continuación se identifica la posible existencia o no, de una relación entre la capacitación de los propietarios de talleres de maquinados en la IME y el nivel de capacidades tecnológicas alcanzado. Para ello se utiliza la prueba de relación chi-cuadrada, conservando la notación de las tablas respectivas, se considera la tabla 8.5

de contingencia en la que se observa la siguiente clasificación, y bajo la hipótesis nula que no existe relación entre las variables del renglón y de la columna, se tiene⁵⁰:

Tabla 8.5 Tabla de contingencia capacidades de proceso vs. Estrategia de capacitación IME

Conglomerado capacidades de proceso	Conglomerados estrategia de capacitación				
	empíricos	Profesión1	Profesión 2	Técnicos y empíricos	Total
Básicos	8	5	8	5	26
Básicos Intermedios	11	14	15	11	51
Intermedios y Avanzados	5	6	6	1	16
Total	24	25	29	17	95

Fuente: tabla 6.3 y 7.39.

Al aplicar la prueba de relación se tienen los siguientes resultados:

chi-cuadrada = 3.5

correlación 0.188

valor-p = 0.744

Estos resultados indican que no hay evidencia en contra de la hipótesis nula. Es decir, las capacidades tecnológicas tanto operativas como innovativas adquiridas por este grupo de talleres, no tiene una aparente relación con la capacitación que recibieron los propietarios cuando se encontraban laborando dentro de la industria maquiladora.

Pero el análisis de capacidades tecnológicas adquiridas por los diferentes talleres muestra la existencia de un grupo de talleres, con capacidades innovativas en inversiones y otro con un potencial para subir a este nivel (tabla 8.3). En la tabla 8.3 en

⁵⁰ La prueba de chi-cuadrada se realizó con calculadora del Profesor Hossein Arsham en : <http://ubalt.edu/ntbarsh/Business-stat/otherapplets/Catego.htm>

las capacidades operativas intermedias aparece también otro grupo de talleres con un potencial para pasar al siguiente nivel de capacidades innovativas, en el momento que estos talleres concluyan su proceso de certificación de ISO-9000. La evidencia anterior sugiere la existencia de procesos de aprendizaje de los diferentes talleres, ya que como se mostró en las diferentes clasificaciones, existen procesos de toma de decisiones en proyectos de inversión. Además, por medio de las entrevistas surgió que los propietarios de talleres, y en especial los que están afiliados en la AIM, llevan a cabo visitas a ferias y constantemente monitorean nuevos procesos, esto les permite a las empresas acumular conocimiento externo al taller, de tal forma que identifican y aprenden de fuentes externas de conocimiento. Asimismo mantienen un nivel aceptable de interacción para llevar a cabo una capacitación entre los miembros de los diferentes talleres, compartiendo también en ocasiones algunos proyectos, lo que les permite por medio de la interacción obtener un aprendizaje.

El sistema de calidad es el proceso mediante el cual se cumplen las especificaciones, siendo uno de los mecanismos más importantes en el desarrollo de procesos de aprendizaje dentro de los talleres, ya que a partir de este proceso los técnicos e ingenieros asimilan conocimiento y llegan a desarrollar habilidades para lograr mejores desempeños del taller, por lo que aquellos talleres que llevan un avance sustancial en la certificación ISO, son los talleres que más rápido se espera que avancen. Lo anterior muestra que existe un pequeño aprendizaje colectivo, principalmente en aquellos talleres que llevan a cabo avances en la certificación o aquellos que ya están certificados.

8.5 Conclusión

En este capítulo se analizó la evidencia empírica del surgimiento de los talleres de maquinados de precisión en la región de Ciudad Juárez. Se estableció que el crecimiento del número de talleres de maquinados fue originado por la demanda por materiales indirectos para la producción por parte de las plantas maquiladoras de la región. Se señaló que uno de los factores que mayor incidencia tuvieron en el

crecimiento de dicho número de talleres fue la instalación de la industria de autopartes, principalmente a finales de la década de 1970. Asimismo se establecieron los tres periodos considerados más importantes en el cual se fueron formando los nuevos talleres, tomando en cuenta el contexto socio-económico de la región.

También se identificó la naturaleza de las derramas generadas por la IME en la región de Ciudad Juárez por:

- La formación de capital humano
- Formación de encadenamientos productivos
- Un efecto multiplicador de la IME en los talleres de maquinados

De acuerdo a la evidencia también se estableció la estrategia de capacitación de las plantas maquiladoras de la región, dicha estrategia toma en cuenta el nivel escolar de los empleados. Se identificó la falta de capacitación formal a todo el personal técnico en los primeros 5 años de permanencia en la IME. Y en los siguientes periodos de cinco años, la capacitación se otorga de acuerdo al nivel de escolaridad. Los ingenieros son quienes reciben la mayor capacitación de los 6 a los 15 años de permanencia, principalmente en la organización de la producción. De acuerdo a la literatura es una capacitación de tipo general, infiriéndose que la difusión de tecnología más compleja, aún es incipiente.

También se evidenció que los determinantes para la movilidad de los empleados fuera de la IME, obedecen a dos factores primordialmente. El primero fue el factor dominio del proceso y el segundo es un factor sustentado en las relaciones construidas dentro de la planta maquiladora. Asimismo se identificó que el mayor porcentaje de exempleados se desplaza fuera de la IME por considerar que tienen un dominio del proceso de maquinados.

En lo referente a la capacitación independiente, se descubrió que está orientada mayormente a las habilidades administrativas, y que un grupo pequeño de propietarios son los que han tenido la iniciativa de capacitarse de manera independiente. Se

encontró que la orientación de la capacitación independiente esta sustentada principalmente en aspectos administrativos. Aproximadamente el 48% de todos los propietarios CEM considerados en la muestra, contaron con la iniciativa de actualizarse, mientras que el 24% de los propietarios SIEM también lo hicieron. Lo que lleva a inferir que los propietarios CEM tienen una mayor iniciativa para capacitarse por su cuenta.

La construcción de capacidades tecnológicas, permitió identificar a dos talleres de maquinados CEM con capacidades innovativas básicas, talleres que han logrado establecer instalaciones fuera del país. También se determinó que es mayor la influencia de la IME en la exigencia de calidad del producto hacia los proveedores, lo que determina que estos implementen acciones orientadas a la calidad de su producto, y acciones encaminadas a establecer rutinas de calidad dentro del taller. Otro aspecto identificado fue que el grupo de talleres de maquinados que cuenta con mayor infraestructura en términos de maquinaria al 2001, acceso a créditos e instalaciones foráneas, proviene de talleres que iniciaron operaciones con baja infraestructura. Mientras que de los talleres que iniciaron operaciones con mayor infraestructura, solo un taller logra inversiones importantes y se ubica entre los talleres clasificados originalmente como avanzados en el 2001.

Por medio de la matriz de capacidades tecnológicas se pudo observar a un grupo importante de talleres de maquinados con el potencial para avanzar a un nivel de innovación, en las funciones técnicas de inversión y de producción. Al momento de llevar a cabo la prueba de relación entre las capacidades de proceso y la capacitación en la maquila se encontró que no existe una aparente relación entre estas variables.

CAPÍTULO IX

CONCLUSIONES

En este trabajo de tesis se investigaron las diferentes derramas tecnológicas generadas por la IED, en la frontera norte de México de Ciudad Juárez, Chihuahua, así como la influencia de dichas derramas en la construcción de capacidades tecnológicas en los talleres de maquinado de precisión formados en la región. Las derramas tecnológicas generadas por la movilidad de los exempleados de la IME, han sido analizadas en diversos estudios en la literatura. Sin embargo la naturaleza del conocimiento adquirido así como las estrategias desarrolladas por las plantas maquiladoras que conforman la IME, no se habían explorado con anterioridad por la dificultad para acceder a información adecuada. Asimismo el efecto multiplicador existente por la relación del personal del proveedor de maquinados de precisión con las plantas maquiladoras, tampoco se ha señalado en la literatura, estableciendo la existencia de un nuevo tipo de derrama generado por la IME.

A partir de la identificación de las derramas se investigó la relación existente entre las derramas de movilidad de los empleados y la construcción de capacidades tecnológicas.

Para examinar la naturaleza de las derramas, así como para el análisis de las capacidades tecnológicas se elaboró un marco analítico, el cual contempla la literatura sobre derramas tecnológicas así como la literatura de capacidades tecnológicas de los países en desarrollo.

La estrategia de investigación combina enfoques cualitativos, con enfoques cuantitativos descriptivos. Basado en un estudio de caso al nivel del sector, este trabajo de tesis se desarrolló sobre evidencia empírica reunida por medio de actividades de trabajo de campo, así como de la información generada por un censo de la industria de maquinados en la localidad de Ciudad Juárez.

En la tesis se han analizado tres aspectos:

- El tipo de capacitación proporcionada por empresas de la IME a sus empleados.
- Las motivaciones que propician la creación de empresas por exempleados de la IME.
- Los niveles de capacidad tecnológica adquirida por los talleres de maquinados de precisión y su relación con las derramas tecnológicas.

Esta tesis presenta evidencia de las derramas tecnológicas por la movilidad de los empleados quienes forman sus empresas, y aporta un enfoque diferente a los estudios que han señalado únicamente la existencia de dichas derramas o externalidades, (e.g. Caves,1971; Globerman,1979; Hymer,1976; Dunning y Rayman,1985; Teece, 1985;Findlay,1978; Lall,1980; Das,1987; Romer,1990; Ritchie,2002, Blomström y Kokko, 1993, Crespo y Fontoura, 2007).

En esta tesis se presenta evidencia de la naturaleza del conocimiento adquirido por los empleados de EMN, por lo que va más allá de aquellos autores que únicamente han presentado aspectos teóricos o evidencia de derramas por la movilidad de los empleados y la formación de empresas (e.g. Fosfuri, Motta y Ronde, 2001; Görg y Strobl, 2002; Vera-cruz, Dutrénit y Gil, 2003; Dahl, Pedersen y Dalum, 2003; Carrillo (2001).

Se señalan las implicaciones que involucra el contar con un conocimiento completo, considerando aspectos administrativos, organizacionales y técnicos para acometer nuevos proyectos productivos.

Esta tesis indica que la acumulación de capacidades tecnológicas en los diferentes talleres de maquinados es un proceso amplio que requiere de arreglos administrativos y de sistemas organizacionales, lo que permite incrementar la mejora en los procesos de producción, (organización, productos y equipo) así como en el desarrollo de actividades ingenieriles señaladas por autores como: Dahlman y Fonseca, 1978; Katz, 1987; Bell et

al., 1982, Lall, 1987, 1992, Hobday, 1995, Kim, 1995, 1997. Esta tesis ha identificado los niveles de capacidades tecnológicas por función técnica, utilizando una serie de variables categóricas por lo que avanza con respecto a otros trabajos que analizan las diferentes capacidades tecnológicas sin considerar las funciones técnicas por completo (e.g. Yan Aw Batra, 1998; Costa y Queiroz, 2001; Wignaraja, 2001, Vera-Cruz, Dutrénit y Gil, 2003; Rasiah y Tamale, 2004; Dutrénit y Martínez, 2004, Domínguez y Brown, 2004).

En la sección 9.1 se lleva a cabo una breve revisión de dichos aspectos, haciendo un resumen de las conclusiones de la tesis. La sección 9.2 Señala las posibles implicaciones para la administración, las políticas e investigaciones futuras.

9.1 Revisión de las preguntas de investigación

Esta sección resume las respuestas a las preguntas de investigación señaladas en esta investigación:

- 1.- ¿En que medida las derramas tecnológicas generadas por la IME, por medio de la movilidad de los empleados al mercado local, contribuyen a la creación de PyME proveedoras de maquinados de precisión, considerando la capacitación recibida, así como la motivación para desplazarse.
- 2.- ¿Cuál es el nivel de capacidades tecnológicas que las PyME proveedoras de maquinados de precisión han logrado desarrollar?
- 3.- ¿Qué relación existe entre el nivel de capacidades tecnológicas logrado por las PyME proveedoras de maquinados de precisión y la capacitación recibida por sus fundadores dentro de la IME?

En la siguiente sección se da respuesta a las preguntas de investigación aquí planteadas.

9.1.1 Contribución de las derramas tecnológicas la creación de pequeñas empresas.

En el capítulo 6 de este trabajo de tesis se señalaron los periodos de formación de los talleres de maquinados de precisión, así como la naturaleza de las derramas, considerando las motivaciones que originan la movilidad de los empleados de la IME, quienes forman su taller de maquinado. La identificación y análisis de estas derramas tecnológicas tomó en cuenta lo siguiente:

- a) La formación de talleres de maquinados de precisión en diferentes periodos
- b) Los motivos de los empleados para desplazarse fuera de la IME y formar su propio taller.
- c) La naturaleza del conocimiento adquirido en la IME.

9.1.1.1 Formación de talleres de maquinados de precisión

En la gráfica 6.1 de la sección 6.1 así como en la tabla 8.1 de la sección 8.1.1, se resumen los periodos de la formación de los talleres de maquinados en la región de Ciudad Juárez. En general la formación de talleres de maquinados se dividió en 4 periodos. El periodo correspondiente a 1996-2002, fue el de mayor auge en la formación de talleres.

El principal determinante para la formación de talleres de maquinados ha sido la demanda de maquinados de precisión en materiales indirectos para la fabricación de fixturas, escantillones y herramientas, por parte de las plantas maquiladoras, aunado a las crisis económicas que han favorecido el dinamismo de las plantas maquiladoras incrementando la demanda.

Los nichos de negocios en los que se han insertado los talleres de maquinados de precisión son vistos, como nichos en los que no requieren una gran infraestructura, ni largos procesos de aprendizaje tecnológico para poder insertarse como proveedores de materiales indirectos.

9.1.1.2 Los motivos de los empleados para desplazarse fuera de la IME y formar su propio taller.

La gráfica 6.3 de la sección 6.3 así como en la sección 8.1.3, se analizan los motivos que determinan la movilidad del empleado fuera de la maquila. En este análisis se descubrió que el 37% de los exempleados de la IME se han visto motivados por la confianza en las relaciones que han construido dentro de la IME y la confianza en sus habilidades para establecer un taller de maquinados para proveer a la IME. Y los motivos más importantes para la mayoría de los ex-empleados (63%) ha sido la confianza en el dominio de los procesos de maquinados, así como por un deseo natural a superarse, para establecer su taller de maquinados. Sin embargo en las entrevistas a varios propietarios de talleres de maquinados, se observó que la cercanía con la IME por ser expleado, ha sido determinante para ser aceptado más fácilmente como proveedor de material indirecto.

9.1.1.3 La naturaleza del conocimiento adquirido

La naturaleza del conocimiento así como la estrategia de capacitación a los empleados de la IME, son aspectos poco tratados en la literatura, estos aspectos se analizan en la tabla 6.3 y en la gráfica 6.2. La capacitación está orientada primordialmente a desarrollar innovaciones de detalle, así como hacia aspectos de organización de la producción y de relaciones humanas. Por el contrario otros aspectos técnicos se dejan rezagados de esta capacitación. La IME toma en cuenta el tipo de escolaridad del empleado para capacitarlo, dejando pasar un periodo de 5 años después de la contratación antes de iniciar formalmente la capacitación.

9.1.2 Nivel de capacidades tecnológicas alcanzado por los talleres de maquinados.

En el capítulo 7 de este trabajo de tesis se examinan las características que diferencian el nivel de capacidades tecnológicas en los talleres CEM y los talleres SIEM. En el capítulo 8, la sección 8.3 resume las características de las capacidades tecnológicas de los talleres, resaltándose los siguientes aspectos:

- a) La capacitación de los propietarios,
- b) El nivel de capacidades tecnológicas de los talleres CEM.

9.1.2.1 La capacitación independiente de los propietarios

La capacitación que los propietarios de los talleres CEM han logrado desarrollar por iniciativa propia indica, como se ha señalado en la hipótesis planteada en el capítulo introductorio, que el conocimiento adquirido dentro de la IME, no es suficiente para generar la totalidad del conocimiento necesario para enfrentar nuevos proyectos. Por lo que los propietarios CEM llevaron a cabo de manera independiente un aprendizaje orientado principalmente a técnicas administrativas y en menor medida a la organización de la producción, lo que les permite desarrollar procesos de aprendizaje colectivo. Sin embargo aplazan el desarrollo de las habilidades técnicas y tecnológicas (diseño de moldes, Mecatrónica, etc.) complementarias al maquinado de precisión. En la tabla 8.3 se resume la intensidad del aprendizaje de los talleres, esta tabla sugiere una mayor iniciativa por la capacitación independiente de los propietarios de talleres de maquinados CEM, que de los propietarios de talleres SIEM que no tuvieron experiencia laboral en la IME.

9.1.2.2 El nivel de capacidades tecnológicas de los talleres de maquinados

La tabla 8.4 resume el nivel de capacidades tecnológicas que han alcanzado los talleres CEM y SIEM, así como las diferencias en estos niveles. Si bien la mayoría de los talleres de maquinados solo ha construido capacidades tecnológicas de producción, el grupo de los talleres CEM es el grupo de talleres que muestra avances hacia capacidades innovativas básicas, en las funciones técnicas de inversión y en la función técnica de producción centrada en los procesos.

La clasificación permite observar el potencial existente de los talleres en el nivel de capacidades operativas intermedias. Los talleres con capacidades operativas intermedias, cuentan con el potencial para desarrollar capacidades tecnológicas

innovativas, cuando decidan certificarse en el sistema ISO-9000 y lograr nuevas instalaciones de producción en El Paso.

La debilidad de los talleres es lograr una vinculación externa más intensiva, ya que les falta un mayor monitoreo de las oportunidades de capacitación y financieras, así como cambiar la cultura, para relacionarse con otros talleres e instituciones.

La tesis sugiere que los talleres CEM con capacidades de producción centradas en el producto, tienen un potencial técnico para desarrollar diseños y productos propios, ya que han acumulado capacidades en el diseño, algunos talleres muestran un avance en pequeños moldes para inyección de plástico, desarrollos de ingeniería en reversa, y maquinaria semi y automatizada. Esta acumulación de capacidades tecnológicas no hubiera sido posible si en la región no estuviera instalada la IME.

9.1.3 La relación entre la capacitación del propietario en la IME y el nivel de capacidades tecnológicas de los talleres CEM

En la tabla 7.11 y en la sección 8.4 se resumen las pruebas de hipótesis en las cuales se busca la relación entre la capacitación del propietario dentro de la IME y el nivel de capacidades de inversión alcanzado. La evidencia sugiere que la acumulación de capacidades de inversión y la capacitación que recibió el propietario, son independientes, por lo que se plantea la hipótesis de que esta relación sea multifactorial. En este sentido esta tesis sugiere que la capacitación dentro de la IME es incompleta.

La tesis no tiene como objetivo hacer un análisis de los procesos de aprendizaje que tienen influencia en la acumulación de capacidades tecnológicas de los talleres, pero la tesis sugiere que por la distribución de los talleres en los niveles de capacidades tecnológicas, y por el tipo de variables utilizadas para la clasificación de conglomerados, que existen procesos de aprendizaje tecnológico, procesos internos y de socialización dentro del taller, principalmente de aquellos que han iniciado el sistema de calidad ISO-9000, así como de aquellos talleres que ya tienen la certificación ISO-9000.

9.1.4 Otros factores que afectan los aspectos estudiados

La tesis reconoce que la región presenta condiciones favorables para los talleres de maquinados, por encontrarse cerca de la frontera estadounidense. Como se ha señalado, al llevar a cabo la clasificación de los conglomerados para las capacidades tecnológicas, estas condiciones presentan una ventaja adicional con respecto a otros talleres de maquinados que no se encuentran en una región similar. Se puede acceder a asesorías tecnológicas con instituciones foráneas con amplia experiencia en PyME a la capacitación y asesoría por parte de instituciones estadounidenses y a créditos baratos por parte de los bancos estadounidenses. Debido a las condiciones de capacitación que se han expresado en el capítulo 8, la tesis sugiere que el acceder a asesoría técnica y administrativa por parte de los programas de la SBA, es una ventaja, ya que esta asesoría es personal y se les brinda un seguimiento, proceso que en el país es difícil por los recursos necesarios para llevar a cabo este tipo de programas.

9.2 Implicaciones para la administración, las políticas y futuras investigaciones.

Esta tesis genera las siguientes implicaciones para los administradores (sección 9.2.1), para los tomadores de decisiones (sección 9.2.2) así como para futuras investigaciones (sección 9.2.3)

9.2.1 Implicaciones para la administración

Esta tesis genera conclusiones para los administradores de PyME de talleres de maquinados de precisión. Las cuales pueden ayudar a mejorar las decisiones de largo plazo, así como las decisiones del día a día.

Esta tesis ha mostrado que las derramas tecnológicas por la movilidad de los empleados de las EMN no contienen la totalidad del conocimiento para que se enfrenten nuevos proyectos productivos. El conocimiento adquirido de una forma estrecha (administrativo y organizacional) no es suficiente para brincar las barreras tecnológicas a las que tienen que enfrentarse las PyME en la proveeduría con las EMN. Los propietarios deben desarrollar formas de organización administrativa que les permitan afrontar estas

características de la producción. Asimismo la tesis ha mostrado que el desarrollo de las capacidades tecnológicas es un proceso que requiere de esfuerzo dentro de la empresa; es demandante de recursos, y de esfuerzos de aprendizaje tecnológico que les permitan tomar decisiones basadas en el conocimiento de las habilidades. Deben ser conscientes de la incertidumbre al modificar una de las variables dentro de la organización. Las capacidades tecnológicas son más dinámicas, si se desarrollan procesos organizacionales que permitan dar fluidez a la tasa de mejora en la organización de los procesos y de la producción, en los productos y en las actividades de ingeniería. Asimismo la toma de decisiones debe ser llevada a cabo sobre una base firme, basada en estrategias y acompañada de acciones encaminadas a dar los resultados en los plazos establecidos. Este tipo de recomendaciones aparecen con mayor frecuencia en los estudios señalados por la literatura.

La tesis muestra evidencia de la naturaleza del conocimiento adquirido por los empleados de EMN, así como de las estrategias que este tipo de empresas emplean ante situaciones culturales fuera de su país. Como se señaló anteriormente la estrategia de capacitación de las plantas maquiladoras en Ciudad Juárez, no permite adquirir conocimiento tecnológico más complejo que permita a los empleados de la IME, afrontar las barreras tecnológicas, limitando también sus capacidades de absorción. Debe la administración de los talleres de maquinados desarrollar las capacidades de soporte centradas en la vinculación con instituciones académicas, con otros talleres y con cámaras de comercio locales, de tal manera que les permita incrementar las capacidades tecnológicas de sus talleres.

9.2.2 Implicaciones para los tomadores de decisiones

La tesis no se diseñó en específico para señalar aspectos relacionados con políticas públicas, sin embargo se resaltan aspectos del sector de los maquinados en la región de Ciudad Juárez. Primeramente se debe indicar la importancia de que las instituciones desarrollen políticas industriales, enfocadas a las necesidades reales de las PyME, como señala la evidencia aquí presentada, cuando los propietarios inician una nueva

empresa no cuentan con todo el conocimiento para afrontar nuevos proyectos de manera independiente. Deberán ser apoyados con capacitación técnica y administrativa, de tal forma que puedan tomar decisiones conjuntamente con el apoyo de consultores externos. Este aspecto se inició con la participación de los propietarios de los talleres, las instituciones de asesoría locales y directivos de las plantas maquiladoras, cuando académicos de la UAM organizaron talleres de asistencia tecnológica en la región en el año de 2003. Actualmente se cubre dicha asesoría de manera parcial con el apoyo de la fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC) en la región, pues apoyan a un grupo importante de talleres los cuales han logrado insertarse como proveedores de piezas maquinadas en la NASA.

Como lo muestra la evidencia en esta tesis, la totalidad del conocimiento técnico y administrativo se adquiere paulatinamente, por lo que se considera que los programas de asistencia tecnológica, deben estar cerca de las PyME desde que se detecta su fundación. Se considera que cuando las empresas han acumulado capacidades básicas de producción básicas intermedias, es necesario continuar con el apoyo a través de proyectos monitoreados para la implementación de sistemas de calidad, de tal forma que puedan construir una infraestructura mínima que les permita avanzar en la acumulación de las capacidades tecnológicas, exponiendo a estas empresas a la competencia internacional dentro de su región, pero con habilidades y bajo el monitoreo de los sistemas de asistencia tecnológica.

9.2.3 Sugerencias para futuras investigaciones.

Esta tesis señala algunos aspectos para futuras investigaciones. Muchos de los estudios en los países en desarrollo no identifican el conocimiento derivado de la movilidad de los actores y su influencia en el desarrollo de capacidades tecnológicas. La literatura no establece indicadores que permitan explorar la naturaleza del conocimiento por la movilidad de los actores. Esta tesis ha explorado algunos aspectos, pero sería fructífero que se identificara en otros estudios cual es el nivel del conocimiento que los actores desplazan al moverse a otras empresas. De tal manera que se determine si este

conocimiento desplazado es mejor dependiendo de si el empleado se capacita en sectores tecnológicos más dinámicos. Asimismo identificar nuevas variables que permitan acceder a información para conocer la dinámica de las capacidades tecnológicas derivadas de estas externalidades.

Este trabajo ha examinado diferentes derramas originadas por la presencia de EMN y su influencia en la formación de nuevas empresas. Por lo que se pudiera utilizar esta metodología para identificar por medio de variables categóricas complementando con datos estadísticos, los fenómenos multivariados en diferentes campos de las ciencias sociales. Esto ayudaría a identificar con mayor precisión los factores que afectan a estos fenómenos sociales.

Bibliografía

- Agosin, M., Mayer, R. 2000. *FOREIGN INVESTMENT IN DEVELOPING COUNTRIES: 1-19*. Geneve: UNCTAD.
- Aitken, B., Harrison, A., 1999. *Do Domestic Firms Benefit from Direct Foreign Investment? Evidence from Venezuela*. *The American Economic Review*, 89(3): 605 - 618.
- Albaladejo, M. 2001. *Determinants and policies to foster the competitiveness of SME clusters: Evidence from Latin America*. Queen Elizabeth House Working Paper Series: 1-17. London.
- Albu, M. 1997a. *Technological Learning and Innovation in Industrial Clusters in the South*. Unpublished M. Sc. in Science and Technology Policy. University of Sussex, Falmer, Brighton., U. K.
- Bell, M., M. Albu. 1999. *Knowledge Systems and Technological Clusters in Developing Countries*. *World Development*, V27, 1-9. Elsevier Science Ltd.
- Aitken, B., Harrison, A., 1999. *Do Domestic Firms Benefit from Direct Foreign Investment? Evidence from Venezuela*. *The American Economic Review*, 89(3): 605 - 618.
- Altenburg, T., Meyer-Stamer, J. 1999. *How to Promote Clusters: Policy Experiences from Latin America*. *World Development*, 27(9): 1693 -1713.
- Altenburg, T., 2000. *Linkages and Spill-overs between Transnational Corporations and Small and Medium-Sized Enterprises in Developing Countries*. Opportunities and Policies. German Development Institute, (DIE), Bonn, Germany. No. 5.
- Almeida, B. 2001. *Jet Engine Manufacturing in New England*, University of Massachusetts Amherst, Donahue Institute.
- Ampudia, L. 2000. *Desarrollo y Perspectiva de la Industria Maquiladora en Ciudad Juárez.*, en Jorge Carrillo (coord), *Aglomeraciones locales o clusters globales?: Evolución empresarial e institucional en el norte de México*. Colegio de la

Frontera Norte-Universidad Autónoma de Ciudad Juárez- Fundación Friedrich Ebert, México

- Arvanitis, R. y. D. Villavicencio. 1994. Transferencia de Tecnología y Aprendizaje Tecnológico: Reflexiones basadas en trabajos empíricos. EL TRIMESTRE ECONOMICO, FCE, 61(242): 257-280.
- Arrow, K. J., 1971. *Essays in the theory of Risk-Bearing*. Amsterdam: North-Holland Pub. Co.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., Black, W. 1999. *Análisis Multivariante*. Prentice Hall. Madrid.
- Baldwin, R., Braconier, H., Forslid, R., 1999. Multinationals, Endogenous Growth and Technological Spillovers: Theory and Evidence. *Center for Economic Policy Research. Working paper 2155*
- Barajas, Ma. del R., et-al. (2004) "Industria Maquiladora en México: Perspectivas del Aprendizaje. El Colegio de la Frontera Norte
- Barrel, R., Pain, N. 1999. Domestic institutions, agglomerations and foreign direct investment in Europe. EUROPEAN ECONOMIC REVIEW, 43: 925-934.
- Barrios, S., Dimelis, S., Louri, H., Strobl, E. 2002. Efficiency Spillovers from Foreign Direct Investment in the EU Periphery: A Comparative study of Greece, Ireland and Spain, FEDEA Discussion Paper: 1-22.
- Baumol, W., Nelson, R., Wolff, E. 1994. Convergence of Productivity, Its Significance and Its Variety Connotations. In W. Baumol, Nelson, R., Wolff, E. (Ed.), Convergence of Productivity Cross National Studies and Historical Evidence. New York: Oxford University Press.
- Bell, M., Scott-Kemmis, D., Satyarakwit, D. 1982. Limited learning in infant industry: a case of study. In F. Stewart, James, J., (Ed.), The Economics of New Technology in Developing Countries. London: Frances Pinter.
- Bell, M., Ross-Larson, L. E. Westphal. 1984. Assessing the Performance of Infant Industries. Journal of Development Economics, 16(1-2): 101-128.

- Bell, M. 1984. "Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries. In M. Fransman, King, K., (Ed.), Technological Capability in the Third World. London: Macmillan.
- Bell, M., Pavitt, K., 1993. Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. Industrial and Corporate Change, 2(2): 157-211.
- Bell, M., Pavitt, K., 1995. The Development of Technological Capabilities. In Irfan ul. Haque, M. Bell, et al (Ed.), The International Bank for Reconstruction and Development: 69-101. Washington: THE WORLD BANK.
- Bell, M., Albu, M. 1999. Knowledge Systems and Technological Dynamism in Industrial Clusters in Developing Countries. World Development, 27(9): 1715-1734.
- Berhman, J., H. W. Wallender, 1976. Transfers of Manufacturing Technology within Multinational Enterprises. Ballinger Publishing Company. Cambridge Massachusetts.
- Bessant, J. y R. K. 1995. Industrial Restructuring_ Facilitating Organizational Change at the firm level. World Development, 23(1): 129-141.
- Bitzer, J., I. Geishecker, H. Görg, 2007. Productivity spillovers through vertical linkages: Evidence from 17 OECD countries. Leverhulme Centre. Research paper 2007/26.
- Blomström, M., H. Persson. 1983. Foreign Investment and Spillover Efficiency in an Underdeveloped Economy: Evidence from the Mexican Manufacturing Industry. World Development, 11(6): 493-501.
- Blomström, M. 1986." Foreign Investment and Productive Efficiency: The Case of México. Journal of Industrial Economics 15:97-110
- Blomström, M. 1990. Transnational Corporations and Manufacturing Exports from Developing Countries: 1-55. New York: United Nations Centre on Transnational Corporations, United Nations.
- Blomström, M. 1991. Host Country Benefits of Foreign Investment. In D. McFetridge (Ed.), Foreign Investment and Economic Growth: 93-108. Canada: University of Calgary Press.

- Blomström, M., A. Kokko. 1993. Policies to Encourage Inflows of Technology Through Foreign Multinationals. National Bureau of Economics Research. Working Paper No 4289.
- Blomström, M., Lipsey, R., Zejan, M., 1994. What Explains the Growth of Developing Countries? In W. Baumol, R. Nelson, E. Wolff (Ed.), *Convergence of Productivity Cross National Studies and Historical Evidence*: 243-259. New York: Oxford University Press, New York.
- Blomström, M. y E. Wolff, 1994. Multinational Corporations and Productivity Convergence in México. In W. Baumol, R. Nelson, E. Wolff (eds.), *Convergence of Productivity: Cross-national Studies and Historical Evidence*. Oxford: Oxford University Press.
- Blomström, M. and A. Kokko, 1997. REGIONAL INTEGRATION AND FOREIGN DIRECT INVESTMENT. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH. Working Paper No. 6019.
- Blomström, M. K., A. 1998. Multinational Corporations and Spillovers. Journal of ECONOMIC SURVEYS, 12(3): 247- 277.
- Blomström, M., Sjöholm, F. 1999. Technology transfer and spillovers: Does local participation with multinationals matter? EUROPEAN ECONOMIC REVIEW, 43: 915-923.
- Blomström, M., A. Kokko. 2000. THE DETERMINANTS OF HOST COUNTRY SPILLOVERS FROM FOREIGN DIRECT INVESTMENT, Centre for Economic Policy Research, Vol. Discussion Paper No. 2350: 38.
- Blomström, M., A. Kokko, 2003. THE ECONOMICS OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT INCENTIVES. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH, Vol. Working Paper No. 9489: 1-25. Cambridge.
- Blomström, M., A., Kokko. 2003. Human Capital and Inward FDI, Centre for Economic Policy Research, Vol. Discussion Paper 3762: 25.
- Branstetter, L. 2000. IS FOREIGN DIRECT INVESTMENT A CHANNEL OF KNOWLEDGE SPILLOVERS? EVIDENCE FROM JAPAN'S FDI IN THE UNITED STATES. <http://www.nber.org/papers/w8015>, 2004.

- Domínguez, L., F. Brown. 1998. Transición Hacia Tecnologías Flexibles y Competitividad Internacional en la Industria Mexicana. CCH-UNAM-Miguel Ángel Porrúa, México.
- Brown, F., L. Domínguez. 1989. Nuevas Tecnologías en la Industria Maquiladora de Exportación. Comercio Exterior, v39, no. 3, marzo 1989.
- Brown, F.; LA INDUSTRIA DE AUTOPARTES MEXICANA: REESTRUCTURACION RECIENTE Y PERSPECTIVAS;
- Brooks, A. and L. Keneth 2001. Economic Development. The University of Michigan. www_personal.umich.edu/~kenlo/econdeu/esj-home.html
- Bustelo, P. 1992. La industrialización en América Latina y Asia Oriental: un análisis comparado. Comercio Exterior, 42(12 Dic.): 1111-1119.
- Buitelaar, R., Padilla, R., Urrutia, R. 1999. The in-bond assembly industry and technical change. CEPAL REVIEW: 137-156.
- Buitelaar, R. y Padilla, R. 2000. Maquila, Economic Reform and Corporate Strategies. World Development, 28(9): 1627-1642.
- Caniels, M., Verspagen, B. 2001. Barriers to knowledge spillovers and regional convergence in an evolutionary model. Journal of Evolutionary Economics, 11: 307-329.
- Caniels, M., Romijn, H., 2003. SME Clusters, Acquisition of Technological Capabilities and Development: Concepts, Practice and Policy Lessons. Journal of Industry, Competition and Trade. 3(3) 187-210
- Carrillo, J. 1995. Flexible Production in the Auto Sector: Industrial Reorganization at Ford- México. World Development, 23(1): 87-101.
- Carrillo, J., A. Hualde. 2000. EXISTE UN CLUSTER EN LA MAQUILADORA ELECTRONICA EN TIJUANA. Paper presented at Aglomeraciones Locales o Clusters Globales?:Evolución Empresarial e Institucional, Tijuana, Baja California.

- Carrillo, J. 2001. Maquiladoras de exportación y la formación de empresas mexicanas exitosas. En E. Dussel (Ed.), CLAROSCUROS: 157-183. México: Editorial JUS.
- Carrillo, J. 2001. FOREIGN DIRECT INVESTMENT AND LOCAL LINKAGES: EXPERIENCES AND THE ROLE OF POLICIES. THE CASE OF THE MEXICAN TELEVISION INDUSTRY IN TIJUANA. Mimeo.
- Carrillo, J., Martha, M., 1998. Exportaciones automotrices y formación de clusters en el norte de México. El caso de Ciudad Juárez. NOESIS. Procesos de Industrialización y Política Industrial, 9(19): 29-74.
- Capdevielle, M. 2001. Desempeño Productivo y Tecnológico de la Industria Manufacturera Mexicana, en Celso Garrido, Gabriela Dutrénit, Giovanna Valentí (Eds.), SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA: Temas para el debate en México. Pp.271-298. México, Universidad Autónoma Metropolitana.
- Capdevielle, M. ?? La globalización de procesos productivos y sus efectos en la Economía Mexicana: El caso de la industria maquiladora de exportación. UAM. Mimeo.
- Caves, R. 1971. International Corporations: The Industrial Economics of Foreign Investment. ECONOMICA, 38(149): 1-27.
- Caves, R. 1999. SPILLOVERS FROM MULTINATIONALS IN DEVELOPING COUNTRIES: THE MECHANISMS AT WORK. Paper presented at the The Impact of Foreign Investment on Emerging Markets, Michigan, Ann Arbor.
- Caves, R. 1974. Multinational Firms, Competition and Productivity in Host Country Markets. *Economica* 41:176-93
- CEPAL, 2006. La inversión extranjera en América Latina y el Caribe, 2006. Unidad de Inversiones y Estrategias Empresariales de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL
- Chew, Y., Yeung, W. 2001. The SME Advantage: Adding Local Touch to Foreign Transnational Corporations in Singapore. Regional Studies, 35(5): 431- 448.

- Chung, W., Mitchell, W., Yeung, B., 2002. Foreign Direct Investment and Host Country Productivity: The American Automotive Component Industry in the 1980s: 1-36. Michigan: University of Michigan, School of Business Administration.
- Corden, W. M. 1967. Protection and foreign investment. *Economic Record* 43:209-232
- Costa, I., S. Queiroz. 2002. Foreign direct investment and technological capabilities in Brazilian industry. Research Policy, Elsevier vol. 31(8-9) pp. 1431-1443.
- Crespo, N., Fontoura, P., 2007. Determinant Factors of FDI Spillovers- What Do We Really Know?. *World Development* Vol. 35, No. 3. Pp410-425
- Dahl, M., Pedersen, C., Dalum, B. 2003. Entry by Spin off in a High-tech Cluster, Danish Research Unit for Industrial Dynamics: 1-33.
- Dahlman, C., Westphal, L., 1982. Technological effort in industrial development-an interpretative survey of recent research. In F. Stewart, James, J., (Ed.), The Economics of New Technology in Developing Countries. London: Frances Pinter.
- Dahlman, C., Ross-Larson, B., Westphal, L. 1985. Managing Technological Development. Lessons from the Newly Industrializing Countries, World Bank Staff Working Papers No. 717: 1-55.
- Dahlman, C., Fonseca, F., 1987. From Technological Dependence to Technological Development: The Case of the USIMINAS Steel Plant in Brazil, IBD/ECLA Research Program, Vol. Working Paper, No.21.
- Das, S., 1987. "Externalities and Technology Transfer through Multinational Corporations: A Theoretical Analysis." *Journal of International economics* 123:188-206
- De Backer, K., Sleuwaegen, L. 2002. DOES FOREIGN DIRECT INVESTMENT CROWD OUT DOMESTIC ENTREPRENEURSHIP? Vlerick Leuven Gent, Management School: 1-35.
- docto, U. F. 1994.
- De la O, Maria Eugenia 2000. Ciudad Juárez; La conformación de una ciudad maquiladoras. En Josefina Morales (Ed.), El eslabón Industrial. Cuatro Imágenes de la Maquila en México. México: Editorial Nuestro Tiempo.

- Domínguez, L., F. Brown. 1998. *Transición Hacia Tecnologías Flexibles y Competitividad Internacional en la Industria Mexicana*. CCH-UNAM-Miguel Ángel Porrúa, México.
- Dussel, E. 1999. *La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa*. En N. U. CEPAL (Ed.), *Red de Reestructuración y Competitividad*. División de Desarrollo productivo y Empresarial, Vol. 55:69. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Dussel, E. 2000. Integración externa-interna de la industria Electronica de Jalisco. Documento presentado en Libre Comercio, Integración y el Futuro de la Industria Maquiladora, Tijuana, B. C.
- Dutrénit, G. 1998. From Knowledge Accumulation to Strategic Capabilities: Knowledge management in a Mexican Glass Firm., University of Sussex, Brighton.
- Dutrénit, G. 2000. *Learning and Knowledge Management in the Firm: From Knowledge Accumulation to Strategic Capabilities*.D, Phil., University of Sussex, Brighton U. K.
- Dutrenit, G., A. O. Vera-Cruz., A, Arias. 2001. *Aprendizaje, conocimiento y capacidades tecnológicas*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Xoch.
- Dutrénit, G., A. O. Vera-Cruz 2002. *Rompiendo Paradigmas: acumulación de capacidades tecnológicas en la maquila de exportación, Innovación y Competitividad*, Vol. II: 11-15.
- Dutrenit, G., A.O. Vera-Cruz, J. L. Gil, C. De Fuentes, J. L. Sampedro, Z. Valdés, A. Torres. 2003. *Diagnóstico de oportunidades de mejora e identificación de apoyos específicos para Pymes: un enfoque sectorial y local*. 65. México: ADIAT.
- Dutrénit, G., A. O. Vera-Cruz, J. L. Gil. 2003. *Estadísticas del sector de maquinados industriales en Ciudad Juárez 2001-2002*. Características de mercado tecnológicas y empresariales. México: ADIAT, UAM-Xochimilco.
- Dutrénit, G., J. Martines. 2004. *Knowledge spillovers absorptive capacities and economical performance of the SMEs*. Paper presented at the Globelics II, Beijing.

- Dunning, J. H., and A. M. Rayman, 1985. "In Honor of Stephen Hymer, the First Quarter Century of the Theory of Foreign Direct Investment: The Influence of Hymer's Dissertation on the Theory of Foreign Direct Investment." *AEA Papers and Proceedings* 75(2):228-32
- Dunning, John H., (1976) "La empresa multinacional: antecedentes.", en *La empresa multinacional*, Dunning, John H., compilador. FCE, México, 1ª, edición en español, pp. 15-56.
- Ernst, D. 1998. *Catching-Up, Crisis and Industrial Upgrading. Evolutionary Aspects of Technological Learning in Korea's Electronics Industry: 75. Danish: Danish Research Unit for Industrial Dynamics.*
- Evans, J. 1993. *Applied Production and Operations Management.* West Publishing Company U.S.A.
- Fanjizylber, Fernando. 1988. *Cambio técnico y desarrollo económico, Santiago de Chile, CEPAL*
- Figuereido, P. 1999. TECHNOLOGICAL CAPABILITY-ACCUMULATION PATHS AND THE UNDERLYING LEARNING PROCESSES IN THE LATECOME CONTEXT: A COMPARATIVE ANALYSIS OF TWO LARGE STEEL COMPANIES IN BRAZIL. Unpublished D. Phil., University of Sussex, Brighton.
- Findlay, R., 1978. "Relative Backwardness, Direct Foreign Investment, and the Transfer of Technology: A Simple Dynamic Model." *Quarterly Journal of Economics* 92:1-16
- Fleury, A. 1995. Quality and Productivity in the Competitive Strategies of Brazilian Industrial Enterprises. *World Development*, 23(1): 73-85.
- Fosfuri, A., M. Motta, T. Ronde. 2001. Foreign direct investment and spillovers through workers mobility. *Journal of International Economics*, 53: 205-222.
- Gao, T. 2003. Regional industrial growth: evidence from Chinese industries. regional SCIENCE & urban ECONOMICS, IN PRESS: 1-26.
- Gaviria M. A. . 2007. EL CRECIMIENTO ENDÓGENO A PARTIR DE LAS EXTERNALIDADES DEL CAPITAL HUMANO. *Cuad. Econ.*, jan./jun. , vol.26,

no.46, p.50-73. ISSN 0121-4772. [citado 25 Março 2008],
 <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-

- Gereffi, G. 1991. The "old" and "new" Maquiladora Industries in Mexico: What is their Contribution to National Development and North American Integration? nuestra economia (8): 39-63.
- Gershenberg, I. 1987. The Training and Spread of Managerial Know-How, A Comparative Analysis of Multinational and Other Firms in Kenya. World Development, 15(7): 931- 939.
- Gerschenkron, A., 1962. *Economic Backwardness in Historical Perspective*. Massachusetts: Belknap Press of Harvard
- Glass, J., Saggi, K. 2002. Multinational Firms and Technology Transfer, Scandinavian Journal of Economics, Vol. 104: 495-513.
- Globerman, S., 1979. Foreign Direct Investment and "Spillover" Efficiency Benefits in Canadian Manufacturing Industries. *Canadian Journal of Economics* 12:42-56
- Görg, H., Ruane, F.; Linkages between Multinationals and Indigenous Firms: Evidence for the Electronics Sector in Ireland.
www.netec.mec.ac.uk/wopec/data/papers/tedtcdue9813.html, 2004.
- Görg, H. and E. Strobl. 2002. Spillovers from foreign firms through worker mobility: An empirical investigation: 18. Nottingham: The University of Nottingham. Leverhulme Centre.
- Görg, H., Strobl, E., 2005. Spillovers from Foreign Firms through Worker Mobility: An Empirical Investigation. *Scandinavian Journal of Economics* 107, 693-709.
- Graham, E., Wada, E., 2001. FOREIGN DIRECT INVESTMENT IN CHINA: Effects on Growth and Economic Performance. In P. Drysdale (Ed.), *Achieving High Growth: Experience of Transitional Economies in East Asia*. Oxford: Oxford University Press.
- Gupta, A., Govindarajan, V., 2000. Knowledge Flows Within Multinational Corporations. Strategic Management Journal, 21: 473-496.

- Haddad, M. and A. Harrison, 1991. Are There positive spillovers from direct foreign investment? Evidence from panel data for Morocco: Mimeo, Harvard University and the World Bank, September.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., Black, W. 1999. *Análisis Multivariante*. Prentice Hall. Madrid.
- Hanson, G. 2001. Should Countries Promote Foreign Direct Investment?, Discussion Paper Series G-24: 1-31. New York: UNCTAD- Center for International Development Harvard University.
- Harris, R., Robinson, C., Spillovers from Foreign Ownership in the United Kingdom Estimates for UK Manufacturing Using the ARD: 1-35.
- Herbert-Copley, B. 1990. Technical Change in Latin American Firms: Review and Synthesis. World Development, 18(11): 1457-1990.
- Hobday, M. 1995. Innovation in East Asia: The challenge to Japan: Edward Elgar Publishing Limited, U.K.
- Hobday, M. 2001. OEM vs TNC-LED GROWTH IN ELECTRONICS: COMPARING EAST AND SOUTH EAST ASIAN INNOVATION SYSTEMS. En Celso Garrido, Gabriela Dutrénit, Giovanna Valentí (Eds.), *SISTEMA NACIONAL DE INNOVACION TECNOLOGICA. TEMAS PARA EL DEBATE EN MÉXICO*. Pp.343-360. MEXICO: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Hualde, A. y. J. C. 1997. Maquiladora de tercera generación. El caso Delphi-General Motors. *Comercio Exterior*, 47(9). México
- Hualde, A. 2001. Formación de Recursos Humanos y Territorios: La Experiencia de los Ingenieros en la Industria del Norte de México. En Celso Garrido. Gabriela Dutrénit, Giovanna Valentí (Eds.), *SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA: Temas para el debate en México*. Pp.271-298. México, Universidad Autónoma Metropolitana.
- Hualde, A. 2002. Gestión del Conocimiento en la industria maquiladora de Tijuana: trayectorias, redes y desencuentros. Comercio Exterior, 52(6): 508-520. México
- Humphrey, J. 1995a. Introduction. World Development, 23(1): 57-71.

- Humphrey, J. 1995b. Industrial Reorganization in Developing Countries: From Models to Trajectories. World Development, 23(1): 149-162.
- Hymer, S. H., 1976. The International Corporations of National Firms: A study of Direct Foreign Investment (1960). MIT Monographs in Economics, Cambridge, Massachusetts.
- Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Historia. www.itcj.mx
- Javorcik, Beata Smarzynka, 2004. Does Foreign Direct Investment Increase the Productivity of Domestic Firms? In Search of Spillovers Through Backward Linkages. *American Economic Review* Vol. 94, No.3, pp. 605-627
- Jenkins, R. O. 1992. La experiencia de Corea del Sur y Taiwán, ¿ejemplo para América Latina?. *Comercio Exterior*, Vol. 42, no.12
- Johnson, H. G., 1970. The efficiency and welfare implications of the international corporation. In C. P. Kindleberger (Ed). *The International Corporation*. MIT Press, Cambridge.
- Jonker, M., H. Romijn, A. Szirmai. 2006. Technological effort, technological capabilities and economic performance. A case study of the paper manufacturing sector in West Java. Technovation, 26: 121-134.
- Kaplinsky, R. 1995. Technique and System: The Spread of Japanese Management Techniques to Developing Countries. World Development, 23(1): 57-71.
- Kathuria, V. 1998. Foreign Firms and Technology Transfer Knowledge Spillovers to Indian Manufacturing Firms, Institute for New Technologies, United Nations University, Working Papers No 9804: 1-34.
- Katz, J. 1987. Domestic Technology Generation in LDCs: A Review of Research Findings. In J. Katz (Ed.), *Technology Generation in Latin America Manufacturing Industries*. London, Macmillan.
- Katz, J. 1990. Las Innovaciones Tecnológicas Internas y la Ventaja Comparativa Dinámica. Nuevas Reflexiones Sobre un Programa Comparativo de Estudios de Caso. In S. Teitel, y L. Westphal (Ed.), *CAMBIO TECNOLÓGICO Y DESARROLLO INDUSTRIAL*. México: BID., FCE.

- Katz, J. 2000. The Dynamics of Technological Learning during the Import-Substitution Period and Structural Changes in the Industrial Sector of Argentina, Brazil and México. In L. K. R. Nelson (Ed.), Technology, Learning, & Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies. New York: Cambridge University Press.
- Kim, L. 1993. National System of Industrial Innovation: Dynamics of Capability Building in Korea. In R. R. Nelson (Ed.), National System of Innovation: a comparative study. New York: Oxford University Press.
- Kim, L. a. 1995. CRISIS CONSTRUCTION AND ORGANIZATIONAL LEARNING: Capability Building in Catching-up at Hyundai Motor. Paper presented at the Hitotsubashi-Organization Science, Tokyo.
- Kim, L. 1997. Imitation to Innovation. The Dynamics of Korea's Tecnological Learning. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press.
- Kim, L. 2000. Korea's National Innovation System in Transition. In L. K. R. Nelson (Ed.), Technology, Learning, & Innovation: Experiences of Newly Industrilizing Economies. New York: Cambridge University Press.
- Kim, L. 2000. The Dynamics of Technogical Learning in Industrialization, UNU/INTECH, working paper series: 1-35.
- Koizumi, T., K. J. Kopecky. 1977."Economic Growth, Capital Movements and the International Transfer of Technical Knowledge." *Journal of International Economics* 7:45-65
- Kumar, N., Pradhan, J. 2002. Foreign Direct Investment, Externalities and Economic Growth in Developing Countries: Some Empirical Explorations and Implications for WTO Negotiations on Investment, Research and Information System for the Non-Aligned and Other Developing Countries.
- Lall, S. 1980. Transnationals, Domestic Enterprises and Industrial Structure in Host LDCs: A Survey. In S. Lall (Ed.), THE MULTINATIONAL CORPORATION: THE MACMILLAN PRESS LTD.

- Lall, S. 1982. "Technological learning in the Third World: some implications of technology exports." In F. Stewart, James, J., (Ed.), *The Economics of New Technology in Developing Countries*. London: Frances Pinter.
- Lall, S. 1987. Learning to Industrialize: The Acquisition of technological Capability by India. London: The Macmillan Press, LTD.
- Lall, S. 1992. Tecnological Capabilities and Industrialization. World Development, 20(2): 165- 186.
- Lall, S. 1996. Las Capacidades Tecnológicas. In J.-J. Salomon, Sagasti, F., Sachs, C. (Ed.), La Búsqueda Incierta, Español ed. México: Universidad de las Naciones Unidas, Fondo de Cultura Económica.
- Lee, H. S. 1992. Diversidad de los procesos de crecimiento económico de los cuatro países asiáticos. Comercio Exterior, 42(2): 177- 181.
- Lim, L., Fong, P. 1982. Vertical Linkages and Multinational Enterprises in Developing Countries. World Development, 10(7): 585- 595.
- Linden, G., Jeffrey, Hart., Stephanie, Lenway. 1997. Advanced Displays in Korea and Taiwan. Berkeley, Ca.: University of California.
- Lipsey, R. E., and F. Sjöholm, 2005. The Impact of Inward FDI on Host Countries: Why Such Different Answers?, in Theodore H. Moran, Edward M. Graham and Magnus Blömstrom (eds) DOES FOREIGN DIRECT INVESTMENT PROMOTE DEVELOPMENT?. *Institute for International Economics. Center for Global Development*. Washington, DC. Pp.23-43
- Lipsey, R. E., and F. Sjöholm, 2004. Foreign Direct Investment, Education and Wages in Indonesian Manufacturing. *Journal of Development Economics* 73, no. 1 (February) 415-22.
- Lowe, N. and M. Kenney. 1999. Foreign investment and the global geography of production: Why the Mexican consumer electronics industry failed. World Development, 27(8): 1427- 1443.
- Malerba, F. 1992. Learning by Firms and Incremental Technical Change. The Economic Journal, 102: 845-859.

- Marin, A., Bell, M. 2003. Technology spillovers from foreign direct investment (FDI): an exploration of the active role of MNC subsidiaries in the case of Argentina in the 1990s. Paper presented at Workshop: Understanding FDI-Assisted Economic Development, University of Oslo, Norway 22-25 May 2003.
- Mansfield, E., and A. Romeo, 1980. " Technology Transfer to Overseas Subsidiaries by US- based Firms." *Quarterly Journal of Economics* 95(4): 737-50
- Marin, A., Bell, M. 2006. Technology spillovers from foreign direct investment (FDI): an exploration of the active role of MNC subsidiaries in the case of Argentina in the 1990s. Journal of Development Studies, 42(4): 678-697.
- Markusen, J. y A. Venables, 1997. Foreign Direct Investment as a Catalyst for Industrial Development, National Bureau of Economic Research: 1-29.
- McDougall, G. D. A., 1960. The benefits and costs of private investments from abroad: A theoretical approach. *Economic Record* 36:13-35
- McKendrick, D., R. F. Doner and S. Haggard, 2000. From Silicon Valley to Singapore: Location and Competitive Advantage in the Hard Disk Drive Industry, Stanford University Press, Stanford.
- Mefford, R. and P. Bruun. 1998. Transferring world class production to developing countries: A strategic model. International Journal of Production Economics, 56(57): 433-450.
- Meyer, K., 2003. FDI Spillovers in Emerging Markets: A literature Review and New Perspectives, CENTRE FOR NEW AND EMERGING MARKETS, LONDON BUSINESS SCHOOL: 1-55.
- Meyer-Stamer, J. 1995. Micro.Level Innovations and Competitiveness. World Development, 23(1): 143-148.
- Micheli, J. 1994. Nueva Manufactura, Globalización y Producción de Automóviles en México, UNAM, Facultad de Economía, México.
- Mitelka, L. K. 2000. Local Systems of Innovation in a Globalized World Economy. Industry & Innovator, 7(1): 15-32.

- Morales, J. 2000. Maquila 2000. En, Josefina Morales (coord.), El eslabón industrial cuatro imágenes de la maquila en México. México. Editorial Nuestro Tiempo
- Morales, J. 2002. México, país maquilador, INFO LATINA: 5. México, D. F.
- Morone, P. Globalization and Inequality: The effects of trade liberalization on developing countries. 42. Sussex, U.K: SPRU, University of Sussex.
- Mortimore, M., y W. Peres, 2001. La Competitividad Empresarial en América Latina y el Caribe. Revista de la CEPAL No. 74:37-59
- Navarro, A. A. 2003. Mecanismos de Aprendizaje y Capacidades Tecnológicas: El Caso de una Empresa del sector Curtidor. In J. Aboites, Dutrénit, G., (Ed.), Innovación aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas: UAM, PORRUA.
- Nelson, R. and Winter, S G (1982) *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge MA: Harvard University Press
- OECD. 2002. Foreign Direct Investment for Development: 1-32. Paris: OECD.
- Padilla, R., y J. M. Martínez, 2007. "Apertura Comercial y Cambio Tecnológico en el Istmo Centroamericano." CEPAL, serie estudios y perspectivas no.81.
- Partida, R. 2000. Descentralización industrial y redes de subcontratación en la industria electrónica de Jalisco 1995-2000. Paper presented at the Libre Comercio, Integración y el futuro de la Industria Maquiladora, Tijuana, B.C.
- Patibandla, M., Petersen, B., 2002. Role of Transnational Corporations in the Evolution of a High-Tech Industry: The Case of India Software Industry. World Development, 30(9): 1561- 1577.
- Pavitt, K. (1984), "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory" *Research Policy*, vol.13, núm. 9, pp343-373
- Pozas, M. de los A. 2000. Las empresas regiomontanas y la nueva economía global., en J. Basave (Ed.) Empresas mexicanas ante la globalización: 191-242. México:
- Ramírez, J. C. 2000. Los Patrones de Aprovisionamiento de la Industria Maquiladora de Exportación en México., en J. Carrillo (Ed.), Aglomeraciones locales o clusters globales?:Evolución empresarial e institucional en el norte de México:

- 79-96. Tijuana, B. C.: El Colegio de la Frontera Norte, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y Fundación Friedrich Ebert.
- Rasiah, R. 2002. Systemic Coordination and Human Capital Development: Knowledge Flows in Malaysia's MNC-Driven Electronics Clusters, Institute for New Technologies, Vol. Discussion Papers No 2002-7: 1-56.
- Rasiah, R., Tamale, H., 2004. Productivity, Exports, Skills and Technological Capabilities: A Study of Foreign and Local Manufacturing Firms in Uganda, Discussion Paper Series: 1-31. Maastricht: United Nations University.
- Ritchie, B., 2002. Foreign Direct Investment and Intellectual Capital Formation in Southeast Asia. OECD Development Centre Technical Papers, No. 194.
- Rivera, J. M. 1986. Desarrollo, crecimiento y estrategia gubernamental. Los modelos de Formosa y Corea del Sur como posibles respuestas a la crisis económica de México. EL TRIMETRE ECONOMICO, (2): 393-409.
- Rivera, J. M., 2000. La Globalización y regionalización del capitalismo. Implicaciones para México., en J. Basave (coord) *Empresas mexicanas ante la globalización*. UNAM-IIE-Porrúa
- Robertson, P., Yu, T. 2004. The strategic Use of Technological Capabilities by Small Manufacturing Firms in Hong Kong: 1-18. Canberra, Australia: School of Economics and Management.
<http://www.sbaer.uca.edu/research/1998/ICSB/s003.htm>
- Rodriguez-Clare, A. 1996. Multinationals, Linkages, and Economic Development. The American Economic Review, 86(4): 852-873.
- Rogers, M. 2002. A Survey of Economic Growth: 1- 40. Manchester: Harris Manchester College, Oxford.
- Romer, P. M., 1990. Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy* V98, No.5, Part2: The Problem of Development: A Conference of the Institute of Free Enterprise Systems (Oct. 1999), pp. S71-S102. The University of Chicago Press.
- Romo, D. 2003. Derramas tecnológicas de la inversión extranjera en la industria mexicana. Comercio Exterior, 53(3): 230-243.

- Romo, D. 2005. Inversión extranjera, derramas tecnológicas y desarrollo industrial en México. Fondo de Cultura Económica
- Rothery, B. 1991. ISO 9000 LA Norma y su Implantación. Editorial Panorama, 2ª reimpression, México.
- Saggi, K. 2002. Trade, Foreign Direct Investment, and International Technology Transfer: A Survey, The World Bank Research Observer, Vol. 17: 191-235. The World Bank. U.S.A.: The International Bank for Reconstruction and Development.
- Santiago, G., 2002. La Industria Maquiladora de Ciudad Juárez. docentes.uacj.mx/rquinter/cronicas/maquilas.htm - 57k -
- Sargent, J. M., Linda. 2001. Combining Export Processing Zones and Regional Free Trade Agreements: Lessons from the Mexican Experience. World Development, 29(10): 1739-1752.
- Schmookler, J. 1966. Invention and Economic Growth. Cambridge: Harvard University Press.
- Sinani, E., Meyer, K. 2002. Identifying Spillovers of Technology Transfer from FDI: The case of Estonia, Centre for East European Studies, Copenhagen Business School: 1-35.
- Sklair, L. 1989. Assembling for Development: The maquila Industry in México and the United States. Routledge, 320 pp.
- Smarzynska, B. 2002. Determinants of Spillovers from Foreign Direct Investment through Backward Linkages: 1-28. Washington: The World Bank.
- Solow, R. M., 1956. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics* 70:65-94
- Sun, X. 2002. Foreign Direct Investment and Economic Development. What Do the States Need to Do? Paper presented at the Capacity Development Workshops and Global Forum on Reinventing Government on Globalization, Role of the State and Enabling Environment, Marrakech, Morocco.

- Taylor, L. 2000. The Origins of the Maquila Industry in México. Documento presentado en Libre Comercio, Integración y el Futuro de la Industria Maquiladora: producción global y trabajadores locales, Tijuana, México.
- Teece, D. G. P. 1994. The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction. *Industrial and Corporate Change*, 3(3): 537-556.
- Tremblay, P. 1994. COMPARATIVE ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL CAPABILITY AND PRODUCTIVITY GROWTH IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY IN INDUSTRIALISED AND INDUSTRIALISING COUNTRIES. Unpublished D. Phil, University of Sussex, Brighton.
- UNCTAD. 2001. World Investment Report 2001 Promoting Linkages: 127-162. New York: United Nations.
- UNCTAD. & Division on Trade, I. a. E. D. 2001. PROMOTING LINKAGES BETWEEN FOREIGN AFFILIATES AND DOMESTIC FIRMS: 1-22. Geneva: United Nations Economic Commission for Europe.
- UNCTAD, 2002. World Investment Report 2002: Transnational Corporations and Export Competitiveness. New York: United Nations
- Unger, K. 1988. Industrial structure, technical change and microeconomic behaviour in LDCs. In G. Dosi, Freeman, C., Nelson, R., Silberbeg, G., Soete, L. (Ed.), Technical Change & Economic Theory. Londres: Frances Pinter.
- U.S. Environmental Protection Agency, Multivariate Analysis of Variance (MANOVA), <http://www.epa.gov/bioindicators/statprimer/manova.html>
- Vargas, L. 1999. THE BINATIONAL IMPORTANCE OF THE MAQUILADORA INDUSTRY, Southwest Economy. Federal Reserve Bank of Dallas, Vol. November-December: 1-15.
- Vargas, L. 2000. La Importancia Binacional de la Industria Maquiladora. Documento presentado en Libre Comercio, Integración y el Futuro de la Industria Maquiladora, Tijuana, México
- Vera-Cruz, A., J.L. Gil. 2003a. Creación de redes como mecanismo para el desarrollo de capacidades de los proveedores mexicanos de la maquila: el caso de la industria del maquinado. In H. M. M. Lastres, J.E. Cassiolato, M.L. Maciel (Ed.),

- Pequena Empresa. Cooperacao e Desenvolvimento Local: 171-187. Rio de Janeiro: U.F.R.J, RedeSist, RELUME DUMARA.
- Vera-Cruz, A., (2000). MAJOR CHANGES IN THE ECONOMIC AND POLICY CONTEXT, FIRMS' CULTURE AND TECHNOLOGICAL BEHAVIOUR: THE CASE OF TWO MEXICAN BREWERIES., University of Sussex, Brighton, U. K.
- Vera-Cruz, A. O. 2001. Major Changes in the Economic and Policy Context, Firms' Culture and Technological Behavior: The Case of Two Mexican Breweries. University of Sussex, Brighton, U. K.
- Vera-Cruz, A., G. Dutrenit, J. L. Gil, 2003. Derramas de la maquila y Capacidades Tecnológicas y Empresariales de las Pymes proveedoras. Artículo presentado en el X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC 2003. Conocimiento, Innovación y Competitividad: Los Desafíos de la Globalización, Ciudad de México.
- Vera-Cruz, A., y G. Dutrénit, (2005). Spillovers from MNC through worker mobility and technological and managerial capabilities of SMEs in México. Gabriela Dutrénit and Mark Dogson (Eds), *INNOVATION: management, policy & practice*, V-7, issue 2-3, 275-297. April-august.
- Vera-Cruz, A., Dutrenit, G., Gil, J. L. 2005. Derramas de la maquila en un sector de pequeñas y medianas empresas proveedoras. Comercio Exterior, 55(11): 971-986.
- Villavicencio, D. 1990. La transferencia de Tecnología: Un problema de Aprendizaje Colectivo, ARGUMENTOS, Vol. 10/11: 7-18.
- Villavicencio, D. 1992. Las Pequeñas y Medianas Empresas como Actores del Desarrollo Industrial, ARGUMENTOS, Vol. 16/17: 31-42.
- Villavicencio, D. y. R. A. 1994. Aprendizaje y Tecnología en la Industria Mexicana. Perfiles Latino Americanos.
- Villavicencio, D. y. M. Salinas. 2002. La gestión del conocimiento productivo: las normas ISO y los sistemas de aseguramiento de la calidad. Comercio Exterior, 52(6): 508-520. México

WWW.eclac.cl/ddpeudit/proy/clusters/autmex.pdf; MARZO 2003, 2002.

- Warden, S. 2000. *Assessing Export Platforms: The Case of the Maquiladora Sector in México: 43*. Cambridge Massachusetts: Harvard Institute for International Development.
- Wang, J. Y., and M. Blomström, 1992. "Foreign Investment and Technology Transfer, a Simple Model." *European Economic Review* 36(1):137-55
- Williamson, O. 1985. *The Economic Institutions of Capitalism*, New York, The Free Press
- Womack, J., D. Jones. D. Ross. 2007 *The MACHINE that CHANGED the WORLD*. Free Press, New York.
- Woo, G. 2001. *Hacia la integración de pequeñas empresas en la industria electrónica de Jalisco; dos estudios de caso*. In E. D. Peters (Ed.), CLAROSCUROS: 107 - 153. México: Editorial JUS.
- Xiaoqin, E., 2002. *Technological Spillovers from Foreign Direct Investment-A Survey*. Asian Development Bank. ERD Working Paper No.33: 1-36. Economics and Research Department

Anexo A

Como se señaló en la introducción a esta investigación, en este anexo se presentan, los diferentes procesos de maquinados, así como su evolución histórica. El objetivo de esta presentación es dar una breve introducción a los diferentes tipos de maquinados existentes, considerando la importancia de su desarrollo tecnológico. Vale resaltar que en nuestro país estas técnicas no cuentan con la atención debida, ya que en los Estados Unidos de Norteamérica y en Europa, la investigación ha llevado a desarrollos tecnológicos importantes. Países donde universidades de prestigio así como laboratorios gubernamentales y privados llevan a cabo investigación de tal forma que se desarrollen nuevas tecnologías, para la fabricación de formas nano y más complejas.

Los procesos de maquinados de precisión

La historia de los maquinados metálicos convencionales (Fresado, Torneado, taladrado) se inicia con la invención de la primera maquina-herramienta en el año de 1770, convirtiéndose en objeto de estudios empíricos 70 años después de esta invención. En el siglo XX, ante la necesidad de incrementar la productividad, F. W. Taylor estableció nuevas formas de trabajo con sus descubrimientos empíricos sobre la organización y el desarrollo de los herramientas de mayor resistencia que los materiales a maquinar.

En la década de 1940 y después de muchas observaciones, se inició el estudio del desprendimiento de la viruta en los materiales maquinados, apoyándose en la física y la ingeniería para comprender el proceso mecánico y físico, ya que entendiendo los esfuerzos involucrados en el desprendimiento de la viruta se podían comprender los factores que afectaban al herramental de corte en su desgaste, que afectaban la precisión del maquinado así como el tiempo del mismo.

Es hasta la década de los años sesenta con la integración de la computación, con los sistemas de control numérico mecánico, ya desarrollados desde la década de 1950, que

se fabricaron nuevas maquinas-herramientas ya con control numérico computarizado (CNC). Asimismo por el lado de la ciencia de materiales se inician innovaciones en materiales con mejores características de dureza y resistencia térmica que ayudaron a desarrollar "insertos" en las herramientas de corte. Estos cambios originaron también nuevas formas de organización de la manufactura en los maquinados industriales incrementando sustancialmente la productividad, apoyados en paquetes computacionales que simulan las características del maquinado, de tal forma que permiten planear las actividades en forma secuencial considerando el tipo de herramienta y el proceso a utilizar (fresa, tomo, rectificado, cepillo, taladro, etc.). Es tan importante este proceso de remoción de metal, que la compañía no. 1 de autopartes a nivel mundial, Delphi Corp., desarrollo el software denominado. "Remoción de metal basado en matemáticas"⁵¹ (MBMR) para uso interno de la compañía, hasta que en 2003 inicia la comercialización entre sus proveedores por medio de la intermediaria "Precon Machining Optimization Technologies" (Precon) a fin de ayudar a reducir los costos de maquinados. Este sistema ofrece simulación, optimización e implementación del MBMR. (Webcradle, Technology Development: 2003)

Actualmente las maquinas-herramientas cuentan con mayor numero de ejes, varios tipos de procesos de maquinado integrados en una misma maquina y mejores herramientas de corte, así como una serie de sensores para detectar y prevenir errores de precisión, mejorar los ciclos de fijación de las piezas a maquinarse, incrementar la integridad de la superficie, maquinar cierto tipo de formas geométricas incrementando el tiempo de uso productivo de las maquinas-herramientas. Estos avances en las maquinas-herramientas, en la ciencia de materiales y en las formas de organización de la manufactura, han permitido que los maquinados metálicos sigan siendo una opción y aun no sean desplazados por completo por los plásticos.

En lo que resta de este capítulo, se hace una breve revisión de la importancia económica que representa esta actividad, su evolución histórica, las características

⁵¹ traducción de Math Based Metal Removal

principales de su desarrollo, los procesos de maquinado no-convencionales y las tendencias tecnológicas a finales del siglo XX.

A.1.1 Importancia económica e historia de los maquinados

El maquinado se considera uno de los procesos de manufactura de productos mecánicos más ampliamente utilizado. (Boothroyd & Winston, 1989; Merchant, 1998; Childs et-al: 2000) Su importancia económica se estima en aproximadamente el 15% de la producción mundial de la manufactura. (Merchant, 1998) Sin embargo, pareciera que solo los países desarrollados han prestado atención a esta actividad tan importante para el desarrollo industrial.

Childs et-al (2000) señala que durante el periodo de 1978 a 1988 las empresas de manufacturas de los países industrializados, dieron gran importancia a la adquisición de maquinas herramientas (MH), con la finalidad de mejorar sus procesos de producción en maquinados. Estos autores señalan que la mayor inversión se dio en Estados Unidos de Norteamérica, Japón y Alemania, en menor grado Italia, Francia y muy por debajo el Reino Unido. En estudios sobre el desempeño productivo de la industria de manufactura en México, se detectó que las inversiones en activos fijos disminuyeron durante la primera mitad de la década de 1980. (Capdevielle, M: 2001) esta disminución continuo durante el periodo de 1988 hasta 1993, a pesar de reconocerse la importancia de nueva tecnología incorporada en bienes de capital, se registró una pobre inversión en maquinas herramientas (Unger, 2001)

En México el proceso de maquinado a nivel industrial es muy utilizado en las plantas maquiladoras, principalmente de la industria automotriz. La revista Industry Canadá, strategis.gc.ca difundió un estudio en noviembre de 1999, emitido por el Departamento de Comercio de los Estados Unidos de Norteamérica, en el que señala un crecimiento en las importaciones de productos maquinados, ya que en el año de 1996 las importaciones representaban el 60% del total de los productos importados a los USA, este porcentaje se incremento al 65% para 1997 y nuevamente se incrementó en 1998 alcanzando el 70% de las importaciones a este país. El reporte señala que "el valor de

las exportaciones manufacturadas provenientes de México fue de US \$57.323 billones de los cuales US\$ 41.297 billones fueron productos maquinados o productos fabricados de metal. ... El 66% de estas exportaciones fueron partes automotrices” (traducción propia) (Department of Commerce, 11-04-1999). Estas cifras indican que las empresas maquiladoras conservan muchos de sus procesos de maquinados de materiales como parte esencial de sus procesos de manufactura.

Este reporte también señala que México es un fuerte importador en el mercado de las maquinas-herramientas, pues reportan importaciones con un valor de US\$ 534.7 millones en 1998. Resaltan que esta cifra representa un incremento del 72% con respecto al año de 1997, y estiman que el valor de las importaciones se incrementará en 1999 hasta los US\$541.8 millones. Los principales proveedores son USA, Alemania y Japón, y en aumento constante Italia, España, Reino Unido, Taiwán y Surcorea. (Ibíd.) Estas cifras muestran la importancia económica que representan los productos maquinados en nuestro país.

A este mercado de maquinados acceden empresas de capital mixto, como es el caso de la empresa Pistones Moresa, S.A. de C.V., empresa del grupo Cintra, proveedora de partes maquinadas para la General Motors en México, que ha recibido el premio del año como proveedor de partes automotrices de motores durante dos años consecutivos(Automotive Intelligence., January 1999)

Así como algunas PyME, como las ubicadas Valle de Juárez en Chihuahua, con 160 talleres de maquinados de precisión, formadas por emprendedores mexicanos orientados a la producción de herramental, fixturas, refacciones y partes para las empresas maquiladoras de la región.⁵² (Dutrénit, Vera-Cruz, Gil, 2003)⁸

En la misma zona se ha detectado un grupo de empresas integradoras de sistemas, orientadas a la fabricación de maquinaria con sistemas de control electrónico, controles

⁵² El material conocido como fixturas son partes de fijación muy importante dentro de los procesos de maquinado, y en los procesos de ensamble

neumáticos y sistemas computarizados, las que integran en su fabricación hasta un 75% de partes maquinadas.

Son algunas de las pocas empresas que han llegado a acceder a este gran mercado de productos maquinados, como proveedoras de las plantas maquiladoras.

La importancia de las empresas de maquinados en el desarrollo de la manufactura, es que pueden integrar otros sistemas como los sistemas neumáticos, sistemas de control electrónico y computarizado, y también en la cadena de inyección de plásticos, al manufacturar moldes para inyección. Lo que brinda acceso a niveles de producción con mayor contenido tecnológico, lo que permite integrar nuevas formas de organizar la manufactura de acuerdo al tipo y variedad de productos a maquinar, y adicionalmente permiten incrementar el acervo de habilidades de los operadores al integrar los sistemas de cómputo en la planeación de la producción.

A.2 Los procesos de maquinados y las maquinas herramientas.

A continuación se describe la evolución histórica del maquinado, los diferentes procesos de maquinado convencionales y no convencionales, el impacto que ha tenido la investigación en ciencia de materiales y la ingeniería de manufactura en el desarrollo tecnológico de nuevas maquinas herramientas, así como el desarrollo del software para la simulación del maquinado.

A.2.1 Evolución histórica de los procesos de maquinados y las maquinas-herramientas.

La fabricación de productos metálicos maquinados, también llamado modelado de metales por maquinado o corte de metales con maquinas –herramientas, surge en la década de 1770. Desde entonces se realizaron numerosos estudios para comprender el desprendimiento de viruta y mejorar las maquinas-herramientas. (Boothroyd &Winston, 1989; Childs et-al, 2000:35).

En 1906 Frederick W. Taylor publica⁵³ sus observaciones de 26 años de trabajos experimentales realizados en el taller de maquinado, sus experiencias le permitieron incrementar la producción en un 500%, y encontrar tratamientos térmicos al metal para producir herramientas de corte de alta velocidad, encontró una ley empírica que aun sigue vigente, y gobierna la relación entre la velocidad de corte y la vida de la herramienta. Se puede considerar que con los trabajos de Taylor se establece por vez primera, la importancia de la relación entre la forma de organizar la producción y la mejora en la eficiencia de los maquinados. Merchant (1998) considera a esta etapa como la etapa del modelado empírico de metales.

Merchant considera que la segunda etapa, “basada en la ciencia”, se inicia en la década de 1940. Esta segunda etapa se caracteriza por estudios sobre bases científicas, la primera interpretación científica la realiza el propio Merchant (1941), quien identifica las fuerzas básicas que actúan en el desprendimiento y en la formación de la viruta metálica. Posteriormente, diversas teorías planteadas por Merchant, Hans Ernst y Lee y Shaffer, sirvieron para desarrollar investigaciones en materiales y conocer el comportamiento de las herramientas de corte y el desprendimiento de la viruta. (Boothroyd & Winston ,1989:73 y 94-99). En 1950 se suscitó otro avance tecnológico de gran importancia para la industria de maquinados, ya que se incorporó el control numérico a las maquinas herramientas, lo que permitió incrementar la productividad, reduciendo los tiempos de maquinados.

Al maquinado de la década de 1970, Merchant (1998) lo denominó la etapa del “modelado basado en la computadora”, con el uso de sistemas digitales surge la posibilidad del modelado a través de 3 elementos.

- combinación de los modelos empíricos y científicos
- Simulación de la operación del maquinado

⁵³ Taylor F. W.: “On the art of cutting metals”, *Trans. ASME*, vol.28, pp31. 1906, citado por Boothroyd & Winston, 2000.

- Integración de los desempeños anteriores con el desempeño de todo el sistema de manufactura

Con lo cual se favoreció el desarrollo de empresas con demanda de maquinas-herramientas computarizadas de mayor autonomía, con la capacidad de corregir errores independientemente, mayor exactitud y el realismo del modelado de los procesos de maquinado. (Merchant, 1998)

La tercera etapa del desarrollo de las maquinas –herramientas involucro la evolución del corte de metales. Para Childs et-al (2000), el maquinado no ha sido desplazado por el uso de plásticos, ya que en el maquinado de metales se obtienen tolerancias de alta precisión, como $50\mu\text{m}$ (micras), y acabados de superficie de $1\mu\text{m}$. Si se considera la complejidad geométrica y el peso de las piezas a trabajar, con el maquinado de metales se alcanzan formas más rápidamente y en forma económica que con otros procesos no se lograrían, como se observa en la figura 5.1, además otros procesos de manufactura requieren de dados o matrices, que son fabricados utilizando procesos de maquinado con maquinas-herramientas

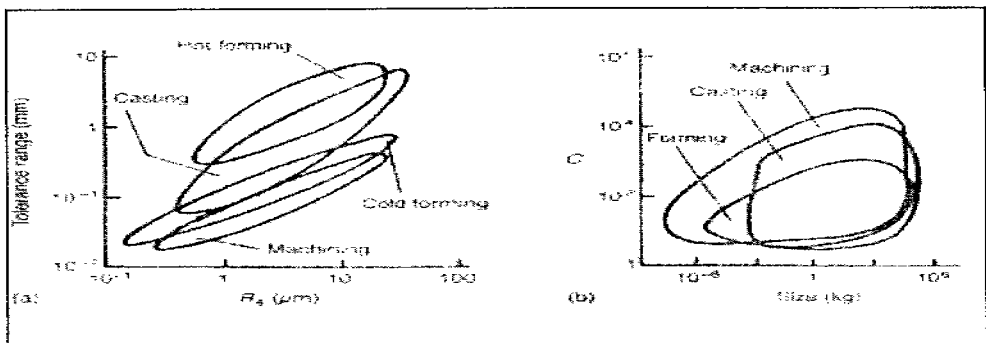


Figura A.1 (a) Maquinados y tolerancias posibles (b) Peso y Complejidad en diversos procesos metálicos. Fuente Childs et-al. (2000)

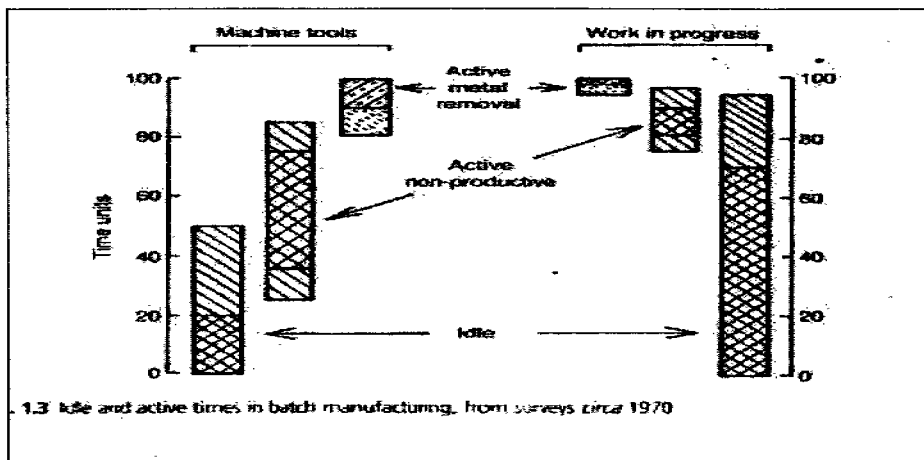
Childs et-al. (2000) señalan que lograr incrementos en la productividad de la manufactura, es lo que ha permitido que el maquinado de metales permanezca exitosamente entre los procesos más utilizados. Esta característica se ha logrado mejorando en tres áreas, las cuales han generado una sinergia tal que, si una de estas áreas logra mejoras, crea presiones en las otras estas son:

- Tecnología de maquinaria.- Avances en las Maquinas- Herramientas.
- Sistemas de manufactura.- Avances en la Organización del maquinado
- Tecnología de materiales.- Avances en los filos de corte

A.2.2 Tecnología de maquinaria.

En 1970 se llevó a cabo una encuesta en talleres de maquinado del Reino Unido, Europa y Estados Unidos de Norteamérica, en la cual se mostraba la ineficiencia con la que se realizaban los procesos de maquinado. (Ver figura 5.2). A partir de 1970, se introducen al mercado maquinas-herramientas que reducen los tiempos de posicionamiento de la herramienta y los movimientos entre los cortes. Estas nuevas maquinas tenían ya incorporado el Control Numérico Computarizado (CNC), a la integración de varios motores para diferentes movimientos

Figura No. 5.2 Tiempos de uso de maquinas herramientas a 1970

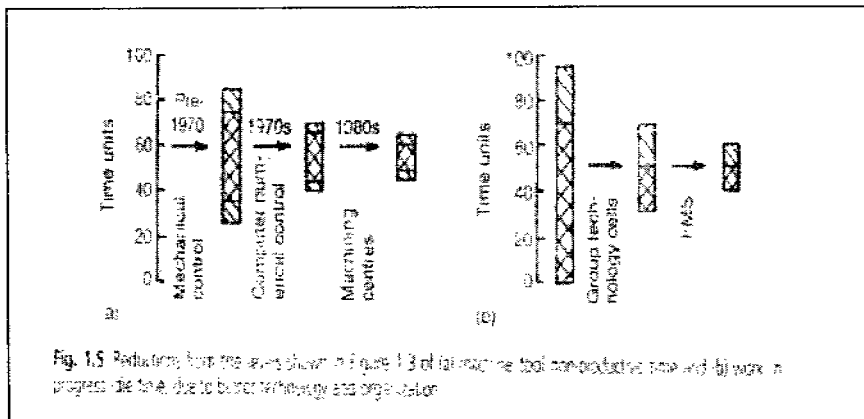


Fuente: Childs et-al. 2000

controlados electrónicamente, la integración de una guía sinfín con rodamientos (Screwball), que permite mayor libertad de movimientos y desplazamiento de las herramientas de corte.

Estas mejoras lograron a disminuir un 50% los ciclos de tiempo no productivos. Posteriormente, en la década de 1980, se inició la difusión de nuevas máquinas herramientas denominadas 'centros de tornos' para los tornos, y 'centros de maquinados' para las fresadoras, que integraban varias operaciones de maquinado, que de otra forma se tendrían que realizar en diferentes máquinas-herramientas. A partir de 1980, el objetivo de los fabricantes de máquinas-herramientas fue disminuir los grandes tiempos de posicionamiento y los tiempos muertos por cambio de herramienta. Por lo que se han desarrollado estructuras de mayor rigidez, carruseles de herramientas, mesas removibles y se incrementó el número de ejes de movimiento permitiendo disminuir los tiempos de posicionamiento y de maquinado como se muestra en la figura 5.4. (Childs et-al, 2000:2-14)

Figura No.4 Disminución de los tiempos de Maquinados.



Fuente: Childs et al, 2000.

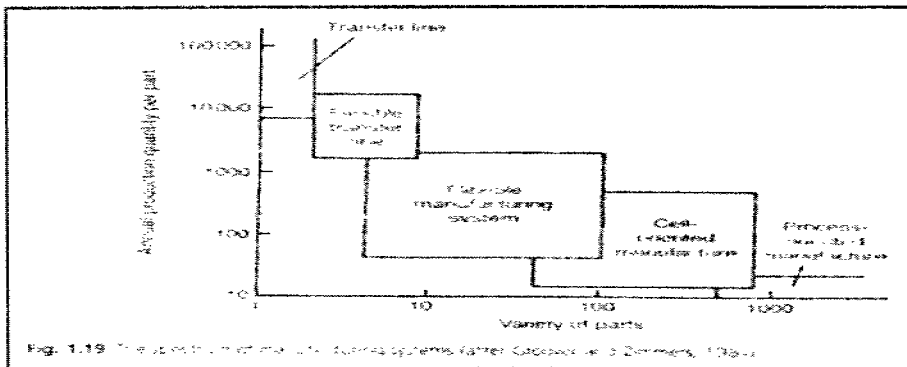
A.2.3 Sistemas de manufactura

Los avances tecnológicos logrados en la maquinas herramientas de CNC, incrementaron su costo y por ende los costos de producción. A finales de 1960 solo existían dos formas de producción en los talleres, en una se tenían líneas de producción, donde las operaciones se sucedían una tras otra de acuerdo a las necesidades del producto, entonces las maquinas-herramientas se distribuían en líneas de flujo o líneas de transferencia. La productividad se ganaba a costa de la flexibilidad, pues cualquier cambio resultaba sumamente costoso. En la otra, que fue la más común no se anticipaban las operaciones a seguir sino que se establecían espacios donde se instalaba el equipo o las maquinas herramienta de acuerdo al proceso (maquinado) que desarrollaban, en este tipo de distribución, se incurre en altos costos por el manejo de materiales.

Actualmente existen diferentes sistemas de manufactura, de acuerdo al número y la variedad de partes. En la figura No 5.5 se observan los diferentes sistemas de manufactura, desarrollados, cada sistema maneja diferentes volúmenes y variedad de productos. Para producciones de decenas de piezas por lote pero con miles de variedades de productos, se utiliza el sistema de manufactura orientada al proceso, este tipo de procesos se utiliza en talleres de ingeniería general, en donde se tiene un gran manejo de materiales, se manejan algunas maquinas convencionales, pero para lograr la exactitud necesaria se requiere de maquinas CNC. Este tipo de taller se esta volviendo obsoleto, debido a su baja productividad no puede soportar grandes lotes de producción. y esta siendo sustituido por otros talleres de tipo familiar, que ofrecen una especialidad con un volumen de producción más estrecho.

- Sistemas de producción más flexibles son los de manufactura celular o los de manufactura flexible donde la diversidad de partes no alcanza mil partes, y el tamaño de lotes varía desde 10 pzas hasta 1000 piezas. (Childs et-al, 2000).

Figura 5. Los Sistemas de Manufactura



Fuente: Childs et-al, 2000.

Los avances logrados en la organización de la manufactura como el sistema de diseño asistido por computadora / Ingeniería asistida por computadora (CAD/CAE), El sistema de manufactura asistido por computadora (CAM), el sistema de manufactura flexible, así como el sistema de manufactura integrado por computación. Han permitido que se optimice la producción logrando reducciones sustanciales de tiempo sin permitir que los costos de producción se incrementen, manteniéndose la competitividad y la productividad.

Tal es la importancia de los procesos de manufactura para la fabricación de productos maquinados, que en la segunda mitad de la década de 1990, la investigación sobre procesos de manufactura en los Estados Unidos de Norteamérica se ha enfocado en el desarrollo de programas de investigación de gran envergadura como el iniciado por el National Institute of Standards and Technology (NIST), con su Programa de Avance Tecnológico (ATP), enfocado hacia la industria automotriz, considerándola como la más dinámica, siendo siempre la primera en iniciar nuevos procesos de manufactura, desarrollando la tecnología (mejoras en maquinado, herramientas, ensamblado) que

impacta por igual en fixturas, materiales primarios, maquinaria eléctrica, no eléctrica y la industria de instrumentos de precisión, orientándose este programa al desarrollo de nuevos productos. (NIST, US Department of Commerce, 1997)

A.2.4 La Tecnología de materiales.

Para llevar a cabo el desprendimiento de la viruta metálica, en los procesos de maquinado convencional (Torno, fresa, rectificado, taladro), los herramientas se deben fabricar de materiales con mayor dureza que el material a conformar o trabajar. Los avances en la tecnología de materiales, ha logrado que los filos de los herramientas de corte sufran menos desgaste incrementándose el tiempo útil de corte, reduciéndose el tiempo de inhabilitación de la maquinaria por cambio de los mismos. El primer material utilizado fue el acero, posteriormente se desarrollaron métodos de tratamiento térmico para dar diversos grados de dureza al acero logrando los denominados aceros de alta velocidad, actualmente debido a las innovaciones en la ciencia de materiales se producen materiales como las cerámicas, los diamantes policristalinos (PCD), los carburos cementados, y las mezclas de materiales como el nitruro de titanio, el carburo de titanio y la alumina. Estos materiales tienen mayores índices de resistencia, lo que les confiere a las máquinas-herramientas propiedades para cumplir con rigurosos estándares de diseño, cubriendo aspectos como la calidad (precisión) diseño del maquinado (geometría) y tipo de materiales a maquinar (acabado o rugosidad), exigidos por industrias como la aeronáutica, automotriz, de herramienta (incluyendo dados y moldes), que vuelven a los herramientas de corte parte fundamental del costo de producción. (KOZAK, J., y RAJURKAR K., 2003)ⁱⁱ

A.2.5 Procesos de maquinados convencionales .

La característica general de los procesos convencionales de maquinado de metales, es el desprendimiento del excedente de metal para darle la forma deseada a una pieza metálica. El principio utilizado en todas las máquinas herramientas son la generación de una superficie requerida (modelado) a través de movimientos suaves relativos a una herramienta de corte y una pieza de trabajo. Las superficies generadas en la pieza de

trabajo son regularmente superficies planas o superficies cilíndricas externas o internas, creadas por el movimiento circular y recíproco de la máquina herramienta, por medio de dos movimientos relativos denominados, movimiento primario y movimiento de alimentación. Al conjuntarse estos dos movimientos se produce entonces un movimiento continuo de desprendimiento de rebaba o material, conformándose así una superficie maquinada a la que se le pueden crear las características geométricas deseadas. (Boothroyd & Winston, 200)

La metodología para establecer todo un proceso del maquinado considera los factores del material a trabajar, la obtención de los parámetros de corte, velocidad, avance o alimentación y profundidad de corte, Tipo de herramientas de corte a utilizar y por último las características de la máquina-herramienta pues su rigidez repercute en el acabado y la precisión. Todo el proceso de maquinado trabaja como un sistema, cambiando alguna de estas variables cambian por consiguiente las otras. (Koeper, C., 2003)

De entre los procesos de maquinados convencionales existentes con formación de viruta, se encuentran principalmente el torneado, fresado y rectificado, también conocido como maquinado abrasivo. (Evans, J., 1993)

El Torneado, es útil para sólidos de revolución, las precisiones que se logran son del orden de 5 milésimas, para el torno suizo se consideran precisiones del orden de 2 a 5 diezmilésimas. Este proceso tiene la ventaja de ser la única forma de fabricar objetos radialmente simétricos.

El Fresado, es esencial para fabricar cualquier objeto que no sea simétrico, en este proceso se alcanzan precisiones del rango de 1 a 3 milésimas.

El Rectificado, es de los procesos más utilizados para dar el acabado superficial, tolerancia e integridad de superficie.

Se puede considerar a las máquinas herramientas como una máquina multifunciones, pues en ocasiones cuentan con varias herramientas en un carrusel, lo que les permite gran versatilidad.

A.2.6 Procesos de maquinados no convencionales.

Los procesos de maquinados no convencionales, se caracterizan por ser utilizados para conformar materiales más duros y de mayor resistencia a la temperatura, donde los procesos de maquinado convencionales no son económicamente factibles por la misma dureza del material o por la forma geométrica a maquinar. Las razones por las cuales se utilizan los procesos no convencionales son las siguientes.

- Maquinabilidad del material de la pieza de trabajo.- se consideran materiales de muy alta dureza y de alta resistencia térmica.
- Alta complejidad geométrica de la pieza.- Muchas formas son prácticamente imposibles de generar por maquinado convencional.
- Integridad de la superficie.- Los procesos de maquinado convencional pueden dar lugar a roturas de la superficie o en esfuerzos residuales.
- Miniaturización.- Algunos procesos no convencionales son capaces de altos niveles de precisión, lo que no es posible con los métodos convencionales.
- Integración computarizada y comunicación automática a datos.- Los sistemas pueden ser integrados a un ambiente computarizado de manufactura.

Entre los procesos de maquinado no convencionales, se encuentran todos los procesos señalados en el cuadro no. A1, que aunque se apliquen en el mismo tipo de industria todos tienen usos diferentes.

Por ejemplo, en la fabricación de tarjetas electrónicas, se llegan a utilizar dos procesos diferentes de maquinado, el de chorro de agua a presión para corte de la pieza o bien el maquinado químico para remover el cobre residual. Los maquinados químicos son los que tienen un gran potencial para el desarrollo de miniaturas. Por ejemplo en el micro maquinado se utilizan los procesos del aguafuerte y el electro pulido, para producir mini componentes como son actuadores, engranes o aun maquinas enteras.

Cuadro. No.A.1 Procesos de maquinado no convencionales.

Tipo de Proceso	Proceso
Procesos mecánicos	<ul style="list-style-type: none"> • Maquinado ultrasónico • Maquinado con chorro de agua WJM • maquinado abrasivo AJM
Procesos electrotérmicos	<ul style="list-style-type: none"> • Maquinado de electro descarga EDM y EDM-W • Maquinado con rayo láser LBM • Maquinado con rayo de electrones • Maquinado con rayo de plasma
Procesos Químicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Fresado químico • rectificado químico • aguafuerte • electro pulido • Maquinado electroquímico • Micro maquinado

5.3 Avances en la relación maquina-herramienta materiales—organización, en los maquinados.

Los avances en la investigación para mejorar las maquinas –herramientas y por consiguiente los procesos de maquinados convencionales, en los que se considera al sistema “maquinas-herramientas–materiales – organización de la manufactura”, continua con avances. Se han encontrado los siguientes adelantos en el desarrollo de las maquinas-herramientas. (Chris Koepfer, 2001)

- Desarrollo de redes y monitoreo remoto y diagnostico; aplicación y uso creciente de programación.

- Desarrollo de tecnología híbrida en los servomecanismos de las maquinas herramientas, con el uso de tornillos de rodamiento y motores lineales.
- Uso de tornillos de rodamiento lineal dual, para imitar el desempeño del motor lineal.
- Desarrollo de maquinas herramientas de multiproceso; Ej. fresa / torno. involucrando las capacidades de los centros de tornos y centros de maquinados.
- Inicio de maquinas con altos niveles de precisión para generar "nano"maquinados.
- Desarrollo de una nueva tecnología de tornillos con rodamiento de aire, eliminando las vibraciones y casi por completo la fricción.
- Fabricación de tornos con "maquinado seco", utilizando mezclas de aire y refrigerante orgánico.

En lo referente a los procesos de maquinado, los siguientes se han iniciado como una opción para los procesos tradicionales, son económicamente viables, y se pueden utilizar con nuevos materiales de baja maquinabilidad.

Procesos de maquinado híbridos. En estos procesos se mezclan procesos convencionales y no convencionales de maquinado. Estos procesos se utilizan para dar acabado a herramientas, componentes electrónicos, micro partes y partes de maquinas. Los maquinados híbridos surgen como una opción económica para el maquinado de súper aleaciones, cerámicas y de mezclas de materiales. Cubriendo altos estándares de diseño como alta precisión, formas complejas y alta calidad de superficie. En estos casos la mejora tecnológica se logra por la combinación de dos tipos de procesos, en la remoción de material se utiliza el maquinado convencional y en el acabado se utilizan procesos no convencionales. (KOZAK J., KAMLAKAR, P. R, 2003)

Maquinado de Alta Velocidad.- este tipo de maquinado iniciado en 1931 por Carl Salomón consiste en aumentar la velocidad del corte para así disminuir la temperatura de la pieza a maquinarse. Se utilizan velocidades de giro de 20 000 a 60 000 rpm y

velocidades de corte de 2 a 20 m/min., comparado con procesos convencionales se obtienen rendimientos de 45% hasta un 100 % mayor respecto a estos. Actualmente existen maquinas herramientas de uso cotidiano accesibles a cualquier taller, volviendo dinámico este tipo de maquinado para pequeños talleres.

A.4 Conclusiones.

Por lo anteriormente descrito se puede observar que la dinámica de producción de cualquier taller de maquinado es aquella que involucra una serie de factores y variables en donde se conjugan, desde el diseño del maquinado considerando el tipo de material a trabajar, para poder hacer una correcta selección de las variables del maquinado como son, la velocidad de corte, tipo de material de corte, manufacturabilidad, etc. Lo que se consigue con los sistemas de CAD/CAM. La distribución de la maquinaria dentro del taller para lograr una flexibilidad, a la vez que mayor dinamismo para llevar a cabo la producción de forma económica y con calidad, adoptando un sistema de producción de acuerdo al proceso de manufactura utilizado, considerando la producción de una variedad de partes con lotes pequeños o lotes medianos, asimismo se pueden tener una serie de procesos tradicionales y no tradicionales que eleven la calidad del producto final. En lo referente a la calidad de los maquinados se tienen diferentes niveles de acuerdo a: las características del producto, la maquinabilidad, la geometría y el acabado de la superficie, cubriendo especificaciones del cliente.

314
ANEXO B

Talleres de maquinados de maquinados de precisión que accedieron a conceder una visita al taller para conocer las instalaciones y maquinaria. En Ciudad Juárez, Chih. Se agradece la atención para proporcionar una guía para la visita, asimismo se respeta la solicitud de no mencionar si fueron o no entrevistados

- 1.-CEGA
- 2.- DELMOL
- 3.- FASI
- 4.- Precisión TENSA
- 5.- Taller López-Dávila
- 6.-TAIDESA
- 7.-Maquinados Insurgentes
- 8.- Maquinados Ibarra
- 9.-G & I Maquinados
- 10.- Maquinados Argentina
- 11.- Talleres DIVA
- 12.- Maquinados Diversificados
- 13.- NPD

Instituciones de la Ciudad de El Paso en Texas, que su personal concedió entrevistas.

Small Business Development (SBDC)

Roque R. Segura.- Project Director

THE CITY OF EL PASO, TEXAS.

James Frazer. - Department of Planning Research & Development

Linda Castle. - Department of Planning Research & Development

El Paso, Hispanic Chamber of Commerce.

Terri Reed.-Technical assistance department

The University of Texas at El Paso (UTEP)

Mike Acosta.- Institute for Policy and Economic Development

**Dennis L. Soden, Ph. D. Executive Director, Institute for Policy and
Economic Development**

Oscar Salcedo.- Texas Manufacturing Assistance Center

Instituciones en Ciudad, Juárez, Chihuahua, que concedieron entrevistas

Gobierno del estado de Chihuahua.

Secretaria de Desarrollo Industrial.

Lic. Malek Contreras, Depto de Integración Industrial

Lic. Ana Fernández Reyes, Departamento de Industria

**Luis Raul Gutierrez Lagarda, Junta Municipal de Agua y Saneamiento
de Juárez.**

Desarrollo Económico de Ciudad Juárez, A. C.

Rosa Isela Pacheco, promotora.

Ing. Silvino A. Rodríguez, Dir. Gral.

Centro Regional para la Competitividad Empresarial (CRECE)

Lic. José Carlos Pérez Palafox, Asesor Empresarial

BANCOMEXT

Luz Ma. Silvia Gallegos.- Responsable del centro BANCOMEXT Cd.

Juárez

CENALTEC

Ing. Carlos Avila, Director del Centro

CANACINTRA, Ciudad Juárez

Lic. Miguel Ángel Calderón, Director General.

Talleres que reciben asistencia técnica y administrativa de instituciones en la Ciudad de El Paso, Texas.

- **Talleres Diva**
- **Precisión Tensa**
- **Talleres Argentina**
- **Talleres Diversificados**
- **Talleres Fasi**
- **Bitech**
- **Talleres Promex**
- **Moldtech**
- **Euromaquinados**

Entrevistas con empleados de plantas maquiladoras

Delphi Packard Electric Systems

Anastacio Contreras. - Sr. Supplier Development Engineer

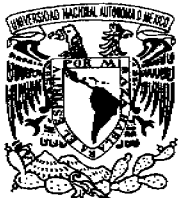
Worldwide Purchasing

Jorge Luis Caraveo.- Assembly and Die Engineer

Guillermo Muñoz Andrade.- Connection Systems engineer

Bernabe Alba H.- Purchasing Supervisor

Jaime Campero Mondragon.- Advance Quality Engineer



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**Programa de Posgrado en Ciencias de la
Administración**

Oficio: PPCA/GA/2008

Asunto: Envío oficio de nombramiento de jurado de Doctorado.

Coordinación

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar
de esta Universidad.
P r e s e n t e.

At'n.: Lic. Balfred Santaella Hinojosa
Coordinador de la Unidad de Administración del Posgrado

Me permito hacer de su conocimiento, que el alumno **José Luis Gil Estrada** presentará Examen de Grado dentro del plan del **Doctorado en Ciencias de la Administración** toda vez que ha concluido el Plan de Estudios respectivo y su tesis, por lo que el Subcomité de asuntos académicos y administrativos de Doctorado, tuvo a bien designar el siguiente jurado:

Dr. Ignacio Méndez Ramírez	Presidente
Dra. Matilde Luna Ledesma	Vocal
Dra. Gabriela Dutrenit Bielous	Secretario
Dr. Alexandre Oliveira Vera Cruz	Suplente
Dr. Juan Manuel Corona Alcantar	Suplente

Por su atención le doy las gracias y aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"Por mi raza hablará el espíritu"
Cd. Universitaria, D.F. 30 de julio del 2008.
El Coordinador del Programa


Dr. Carlos Eduardo Puga Murguía



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**Programa de Posgrado en Ciencias de la
Administración**

Oficio: PPCA/GA/2008

Asunto: Autorización del Comité académico para presentar
Examen de Grado conforme al nuevo Reglamento General de
Estudios de Posgrado

Coordinación

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar
de esta Universidad.
P r e s e n t e.

At'n.: Lic. Balfred Santaella Hinojosa
Coordinador de la Unidad de Administración del Posgrado

Me permito informar que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración, autorizó presentar Examen de Grado de Doctorado con cinco sinodales, al alumno **José Luis Gil Estrada** conforme a lo establecido en el Art. 31 del Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente.

Por su atención le doy las gracias y aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"Por mi raza hablará el espíritu"
Cd. Universitaria, D.F., 30 de julio de 2008
El Coordinador del Programa

Dr. Carlos Eduardo Puga Murguía