



**El Colegio
de la Frontera
Norte**

**EMPRESAS TECNOLÓGICAS EN TIJUANA Y JUÁREZ:
ENTRE LAS CADENAS GLOBALES DE VALOR Y LOS
SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN
(1994-2017)**

Tesis presentada por

Maciel García Fuentes

para obtener el grado de

**DOCTOR EN CIENCIAS SOCIALES CON
ESPECIALIDAD EN ESTUDIOS REGIONALES**

Tijuana, B. C., México
2018

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Director de Tesis:

Dr. Oscar Fernando Contreras Montellano

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

A mis padres, Alicia y Tomás por todo su amor y enseñanzas. A Magy, Tommy y Milo, por su amor y apoyo incondicional. A mis queridos hermanos, Mónica, Alicia, Jaime y Daniel.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación es el resultado de cuatro años de intenso trabajo personal y colectivo en el que se involucraron y comprometieron diversas personas e instituciones que facilitaron la labor.

Quiero agradecer en primer lugar al Dr. Oscar F. Contreras por dirigir esta investigación. Agradezco profundamente todo el apoyo que me brindó en mi formación durante estos cuatro años, tanto en cuestiones académicas como personales. Especialmente agradezco la confianza que me brindó al involucrarme en proyectos de investigación, publicaciones, estancias y congresos, estas actividades me abrieron un panorama amplio en la sociología económica. Pero, sobre todo, gracias por el tiempo que me dedicó en cada sesión de trabajo, por sus consejos, comentarios y críticas que hicieron posible la culminación de esta investigación.

A la Dra. Gabriela Dutrénit y el Dr. Jorge Carrillo, mis lectores que me acompañaron desde el principio, gracias por su tiempo, conocimientos, lectura atenta, valiosos comentarios y críticas que mejoraron sustantivamente esta investigación. Además, estoy muy agradecido con ambos por involucrarme en publicaciones, congresos y foros que enriquecieron mi formación profesional y personal. Así mismo, un agradecimiento al Dr. Alfredo Hualde y al Dr. Jordy Micheli por sus valiosos comentarios en clases, seminarios de investigación, y en el comité de tesis.

Además, agradezco a cada uno de los integrantes del proyecto “Pymes mexicanas intensivas en conocimiento en la región fronteriza de México y Estados Unidos” (EL COLEF-CONACYT No. 1442), por aportar sus conocimientos en cada sesión de trabajo. Además, gracias a este proyecto tuve acceso a la base de datos empleada en esta investigación. Un agradecimiento especial al Dr. Jaime Ólea por sus comentarios y críticas, pero sobre todo por su amistad.

Agradezco al personal administrativo y académico de El Colegio de la Frontera Norte. Especialmente a Denisse Estrada y a la coordinación del programa de DCSER, por su apoyo en cada etapa durante los cuatro años.

Un reconocimiento y agradecimiento a todos los empresarios que participaron en esta investigación, en Tijuana y Ciudad Juárez, por el tiempo dedicado en responder la encuesta y atendernos en las entrevistas. En especial al Ing. Javier Acosta por compartir su experiencia, conocimiento y entusiasmo en esta investigación

Así mismo, quiero agradecer a Cinthya, Isela, Karla, Leonel y Luisa, mis amigos que siempre se hicieron presentes con muestras de apoyo, cariño y solidaridad.

Finalmente, pero no menos importante, agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero que me permitió realizar el doctorado en Ciencias Sociales con Especialidad en Estudios Regionales.

RESUMEN

En esta investigación se analizan los mecanismos de formación, construcción de capacidades de absorción e innovación en Spinoffs empresariales de base tecnológica e intensivos en conocimiento, creados a partir de Empresas Multinacionales, localizados en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, a partir del inicio del TLCAN (1994-2017). Para cumplir con este objetivo, se combinan los enfoques de Cadenas Globales de Valor (Gereffi y Korzeniewicz, 1994; Gereffi, Humphrey y Sturgeon, 2005), y la perspectiva de Sistemas de Innovación (Lundvall, 1992, 2007) con énfasis en el nivel regional (Cooke, 1992, 2001; Cooke, Uranga y Etxebarria, 1997). Se construyó un directorio de empresas tecnológicas mexicanas, con información del DENU (INEGI, 2016), que cumplen los siguientes criterios: empresas de 1 a 100 empleados; pertenecientes a alguna de las 45 clases industriales del SCIAN (2013) consideradas como ESIC/NEBT, y; localizadas en las zonas metropolitanas estudiadas. Se aplicó una encuesta a una muestra estadísticamente representativa y se realizó un estudio de caso múltiple de Spinoffs empresariales y Startups. Se encontró evidencia que la mayoría de los propietarios de Spinoffs empresariales cuentan con educación superior, principalmente en áreas de ingeniería, realizaron funciones de alto valor cuando trabajaba en EMN, y una vez en el mercado establecieron vínculos de proveeduría con EMN en sectores de alta tecnología. Se observó que las capacidades de absorción son mayores en los Spinoffs empresariales que en los Startups. Finalmente, se corroboró que existe una relación positiva e importante entre la innovación en producto y proceso y las capacidades de absorción de Spinoffs empresariales y de Startups, y que esta relación es mayor en Spinoffs empresariales.

PALABRAS CLAVE: Empresas mexicanas de alta tecnología, Cadenas Globales de Valor, Sistemas Regionales de Innovación.

ABSTRACT

In this research, we analyze the mechanisms of creation, building of absorption capabilities, and innovation in high-tech business Spin-offs, created from Multinational Companies, located in the metropolitan areas of Tijuana and Juarez, during the NAFTA period (1994-2017). In order to achieve these objectives, we combined the GVC approach (Gereffi and Korzeniewicz, 1994, Gereffi, Humphrey and Sturgeon, 2005), and the SI perspective (Lundvall, 1992, 2007) with emphasis on the regional level. (Cooke, 1992, 2001, Cooke, Uranga and Etxebarria, 1997). We built a directory of Mexican high-tech firms with information from the DENU (INEGI, 2016) and the following criteria: firms from 1 to 100 employees; belonging to one of the 45 industrial classes of SCIAN (2013) considered as KIBS/NTBF, and; located in the metropolitan areas studied. A survey was applied to a statistically representative sample and a multiple case study of business Spin-offs and Startups was conducted. We found evidence that most business Spin-offs owners have higher education, mainly in engineering areas, they performed high value functions when working in MNC, and once in the market they became suppliers of MNC in high-tech sectors. It was observed that absorption capabilities are higher in business Spin-offs than in Startups. Finally, there is a positive and important relationship between the innovation in product and process and the absorption capabilities of business Spin-offs and Startups, and this relationship is greater in business Spin-offs.

KEYWORDS: High-tech mexican firms, Global Value Chains, Regional Innovation Systems.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes.....	1
2. Objetivos y pregunta de investigación.....	3
3. Hipótesis y proposiciones.....	7
4. Estructura de la investigación.....	9

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

Conceptualizando los Spinoffs empresariales: entre las cadenas globales de valor y los sistemas de innovación

1.1. Introducción.....	11
1.2. Spinoffs.....	13
1.2.1. Spinoffs académicos.....	13
1.2.2. Spinoffs empresariales.....	14
1.3. Cadenas Globales de Valor y Sistemas de Innovación.....	18
1. 3.1. Cadenas Globales de Valor.....	18
1. 3.2. Sistemas de Innovación.....	23
1.4. Hacia la convergencia de las perspectivas CGV y SI para el estudio de los Spinoffs.....	31
1.4.1. Spinoffs e innovación.....	34
1.4.2. Spinoffs y escalamiento.....	36
1.4.3. Spinoffs y capacidades de absorción.....	37
1.4.4. Spinoffs, instituciones y gobernanza.....	39
1.5. Conclusiones.....	41

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Spinoffs empresariales y Startups tecnológicos: mecanismos de formación, acumulación de capacidades de absorción e innovación en producto y proceso

2.1. Introducción.....	43
2.2. Diseño de la investigación.....	48
2.2.1. Categorías de investigación y selección de observables.....	51
2.2.2. Esquema del diseño de la investigación.....	58
2.3. Estrategia cuantitativa: la encuesta.....	58
2.3.1. Explanandums.....	60
2.3.2. Diseño de la estrategia cuantitativa.....	62
2.3.3. Módulos de la encuesta.....	66
2.4. Estrategia cualitativa: Estudio de caso múltiple.....	68
2.4.1. Proposiciones.....	68
2.4.2. Diseño de estudio de caso múltiple.....	69
2.4.3. Relación entre la encuesta y el estudio de caso múltiple.....	73
2.5. Diseño muestral, procesamiento de datos y análisis de información, y construcción de indicadores directos.....	73
2.5.1. Determinación del tamaño de muestra.....	74
2.5.2. Procesamiento de datos y análisis de información.....	77

2.5.3. Construcción de indicadores directos de capacidad de absorción e innovación...	78
2.6. Recapitulación.....	81

CAPÍTULO III: EL CONTEXTO REGIONAL

Spinoffs y Startups tecnológicos en la frontera norte de México: economías en transición

3.1. Introducción.....	83
3.2. La dimensión territorial: aspectos geográficos y demográficos.....	84
3.2.1. Las zonas metropolitanas de Tijuana y Ciudad Juárez en el contexto fronterizo..	84
3.2.2. Aspectos demográficos y empleo.....	90
3.3. La dimensión económica: Baja California y Chihuahua.....	95
3.3.1. Industria manufacturera e IMMEX.....	98
3.4. El entorno institucional.....	99
3.4.1. Política industrial y política de ciencia, tecnología e innovación.....	100
3.4.2. Instituciones y agentes de innovación en Baja California y Chihuahua.....	107
3.5. Empresas Multinacionales y derramas de conocimientos.....	113
3.5.1. Derramas de conocimientos en Tijuana y Juárez.....	114
3.6. Conclusiones.....	121

CAPÍTULO IV: FORMACIÓN, CAPACIDADES DE ABSORCIÓN E INNOVACIÓN EN SPINOFFS EMPRESARIALES Y STARTUPS EN LAS ZONAS METROPOLITANAS DE TIJUANA Y JUÁREZ

4.1. Introducción.....	122
4.2. Características de Spinoffs empresariales y Startups en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez.....	122
4.3. Formación de Spinoffs empresariales.....	129
4.4. Capacidad de absorción en Spinoffs empresariales y Startups en las zonas metropolitanas de Juárez y Tijuana.....	150
4.5. Innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales y Startups en las zonas metropolitanas de Juárez y Tijuana.....	163
4.6. Medición de la capacidad de absorción en Spinoffs empresariales y Startups: Modelo I.....	168
4.7. Medición de la innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales y Startups: Modelo II.....	172
4.8. Capacidad de absorción en Spinoffs empresariales y en Startups: contraste de hipótesis.....	174
4.9. Innovación en producto y proceso y capacidad de absorción en Spinoffs empresariales y en Startups: modelo de regresión bivariada y contraste de hipótesis....	177
4.10. Conclusiones.....	185

CAPÍTULO V: SPINOFFS EMPRESARIALES Y STARTUPS

Cuatro estudios de caso en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez

5.1. Introducción.....	189
5.2. Dos casos de Pymes tecnológicas mexicanas en la zona metropolitana de Juárez...	191

5.2.1. Procesos Industriales de Manufactura Automatizada S.A. de C.V.....	191
5.2.2. Mecatrónica Industrial de México S.A. de C.V.....	200
5.3. Casos de Pymes tecnológicas mexicanas en la zona metropolitana de Tijuana.....	213
5.3.1. KTL Manufacturing.....	213
5.3.2. Avantti Medi Clear.....	221
5.4. Propositiones y análisis de casos.....	229
5.5. Réplica y generalizaciones analíticas.....	236
5.6. Conclusiones.....	240
CONCLUSIONES.....	241
BIBLIOGRAFÍA.....	254
ENTREVISTAS.....	263
ANEXO 1 Clases del SCIAN consideradas como intensivas en conocimientos y/o de base tecnológica dentro del proyecto “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimientos en la región fronteriza México y Estados Unidos”. El Colef-Conacyt No. 1442.....	i
ANEXO 2 Cuestionario del proyecto “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimientos en la región fronteriza México y Estados Unidos”. El Colef-Conacyt No. 1442.....	iii
ANEXO 3 Guion de entrevista semiestructurada del proyecto “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimientos en la región fronteriza México y Estados Unidos”. El Colef-Conacyt No. 1442.....	x
ANEXO 4 Estimación del modelo 2 con constante no significativa.....	xiv

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1. Características de los tipos de gobernanza en las CGV.....	23
Cuadro 2.1. Sectores y tamaños de los establecimientos seleccionados en el DENUÉ con base en el SCIAN (2013).....	48
Cuadro 2.2. Métodos de investigación y condiciones requeridas.....	50
Cuadro 2.3. Instituciones y programas de la ruta 1 para crear el directorio empresarial.	65
Cuadro 2.4. Módulos de la encuesta.....	66
Cuadro 2.5. Ficha técnica del proyecto de El Colef-Conacyt No. 1442.....	75
Cuadro 2.6. Marco poblacional.....	76
Cuadro 2.7. Marco muestral.....	76
Cuadro 2.8. Métodos y técnicas para el procesamiento de datos y análisis de resultados.....	78
Cuadro 3.1. Regiones metropolitanas transfronterizas Tijuana-San Diego y Juárez-El Paso. Características y vínculos seleccionados.....	88
Cuadro 3.2. Crecimiento poblacional en la ZM de Tijuana y la ZM de Juárez.....	91
Cuadro 3.3. Población económicamente activa y nivel de educación en Baja California y Chihuahua al 2015.....	92
Cuadro 3.4. Vocaciones productivas de Baja California según el Gobierno del Estado	104
Cuadro 3.5. Sectores industriales estratégicos en la ZM de Tijuana al 2016.....	105
Cuadro 3.6. Sectores industriales estratégicos en la ZM de Juárez al 2016.....	107
Cuadro 4.1. Estadísticos de grupo de la prueba t de Student para diferencia de medias	176
Cuadro 4.2. Prueba t de Student para diferencia de medias.....	176
Cuadro 4.3. Resumen del modelo 1, variable dependiente: innovación en producto y proceso.....	181
Cuadro 4.4. Análisis de varianza (ANOVA) del modelo 1.....	181
Cuadro 4.5. Coeficientes del modelo 1; variable dependiente: innovación en producto y proceso.....	182
Cuadro 4.6. Resumen del modelo 2, variable dependiente: innovación en producto y proceso.....	183
Cuadro 4.7. Análisis de varianza (ANOVA) del modelo 2.....	183
Cuadro 4.8. Coeficientes del modelo 2, variable dependiente: innovación en producto y proceso.....	184
Cuadro 5.1. Estrategia metodológica para el estudio de caso múltiple.....	190

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Características socio-demográficas de los empresarios.....	124
Tabla 4.2. Último grado académico, nombre del grado académico y tipo de institución donde estudio el empresario(a).....	125
Tabla 4.3. Número promedio de empleos del empresario(a) previos a la creación de su empresa.....	126
Tabla 4.4. Localización del empleo más importante del empresario(a).....	126
Tabla 4.5. Acerca del empleo más importante del empresario(a).....	128
Tabla 4.6. Promedio de empleos en Empresas Multinacionales del empresario(a).....	129
Tabla 4.7. Empresas tecnológicas: Spinoffs y Startups.....	130
Tabla 4.8. Edad promedio del empresario(a) al emprender Spinoffs y Startups.....	132

Tabla 4.9. Año de inicio de operaciones de la empresa tecnológica (%).....	132
Tabla 4.10. Forma de propiedad de la empresa tecnológica.....	133
Tabla 4.11. Actividad principal de las empresas tecnológicas por zona metropolitana (porcentaje).....	134
Tabla 4.12. Número de empleados promedio de la empresa.....	135
Tabla 4.13. Apoyo del gobierno para la formación de la empresa.....	136
Tabla 4.14. Principales clientes de la empresa al inicio de operaciones y origen de capital (porcentaje).....	136
Tabla 4.15. Promedio de estudios de los empleados de la empresa (porcentaje).....	137
Tabla 4.16. Porcentaje promedio de los empleados por áreas que hablan inglés.....	138
Tabla 4.17. Tipo de clientes a los que se orienta los Spinoffs empresariales y los Startups como porcentaje de ventas totales.....	138
Tabla 4.18. Spinoffs empresariales y los Startups que actualmente proveen al menos una EMN.....	139
Tabla 4.19. Origen del capital de las EMN que han sido proveídas por los Spinoffs empresariales y los Startups de la ZM de Juárez y Tijuana (porcentaje).....	140
Tabla 4.20. Sector de la EMN proveídas por los Spinoffs empresariales y los Startups de la ZM de Juárez (porcentaje).....	141
Tabla 4.21. Principales EMN clientes de los Spinoffs empresariales y los Startups en la ZM de Juárez.....	142
Tabla 4.22. Principales EMN clientes de los Spinoffs empresariales en la ZM de Tijuana.....	142
Tabla 4.23. Tiempo en años que tienen como proveedor de EMN las empresas tecnológicas locales (porcentaje).....	143
Tabla 4.24. Productos o servicios que provee a EMN los Spinoffs empresariales y los Startups.....	145
Tabla 4.25. Productos o servicios ofertados por las empresas en los últimos 3 años (promedio).....	146
Tabla 4.26. Realizó funciones de mantenimiento, sub-ensamble, ensamble, empaclado, transportación y/o comercialización para otras empresas en los últimos 3 años.....	146
Tabla 4.27. Prestación de servicios o funciones de investigación y desarrollo, diseño, post-venta, desarrollo de marca y franquicias a otras empresas en los últimos 3 años...	147
Tabla 4.28. Tipo de proveedores de los Spinoffs empresariales y Startups (%).....	147
Tabla 4.29. Distribución de los activos de las Spinoffs empresariales y Startups (%)...	151
Tabla 4.30. Número de certificaciones de calidad de las empresas tecnológicas.....	152
Tabla 4.31. Actividades de aprendizaje tecnológico y organizacional en Spinoffs empresariales y Startups para el período 2015-2017 (porcentaje).....	154
Tabla 4.32. Programa formal anual para actividades de aprendizaje tecnológico y organizacional en Spinoffs empresariales y Startups.....	155
Tabla 4.33. Actividades de colaboración y vinculación para el aprendizaje en Spinoffs empresariales y Startups el período 2015-2017 (porcentaje).....	156
Tabla 4.34. Automatización y digitalización de procesos en Spinoffs empresariales y Startups durante el periodo 2015-2017 (porcentaje).....	157
Tabla 4.35. Transferencia de conocimientos desde la EMN hacia proveedores locales.	158
Tabla 4.36. Vínculos y actividades de en Spinoffs empresariales y Startups con al menos una EMN durante el período 2015-2017 (porcentaje).....	159

Tabla 4.37. Vínculos de Spinoffs empresariales y Startups con universidades en los últimos 5 años (%).....	160
Tabla 4.38. Vínculos de Spinoffs empresariales y Startups con centros de investigación en los últimos 5 años (%).....	161
Tabla 4.39. Número de vínculos promedio de Spinoffs empresariales y Startups con universidades y centros de investigación en los últimos 5 años (%).....	161
Tabla 4.40. Spinoffs empresariales y Startups que han recibido apoyo de programas gubernamentales en los últimos 5 años.....	162
Tabla 4.41. Spinoffs empresariales y Startups afiliadas a una cámara empresarial y/o clúster industrial.....	163
Tabla 4.42. Realizó innovaciones al principal producto o servicio de la empresa durante el periodo 2015-2017.....	164
Tabla 4.43. Tipo de innovación al principal producto o servicio de la empresa durante el periodo 2015, 2016 y 2017.....	164
Tabla 4.44. Realizó innovaciones al principal proceso de la empresa durante el periodo 2015-2017.....	165
Tabla 4.45. Tipo de innovación al principal proceso de la empresa durante el periodo 2015-2017.....	165
Tabla 4.46. Fuentes de innovación en Spinoffs empresariales y Startups durante el período 2015-2017.....	166
Tabla 4.47. Porcentaje promedio de los ingresos de Spinoffs empresariales y Startups destinados a actividades de innovación durante el periodo 2015-2017.....	167
Tabla 4.48. Mejora en la productividad relacionada con la innovación en Spinoffs empresariales y Startups para el periodo 2015, 2016 y 2017.....	167
Tabla 4.49. Reducción de costos relacionada con la innovación en Spinoffs empresariales y Startups para el periodo 2015-2017.....	168

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Distinción entre Spinoff, Spinout y Startup.....	15
Figura 1.2. Convergencia de los enfoques de CGV y SI.....	34
Figura 2.1. Diseño de la investigación.....	59
Figura 2.2. Rutas para la construcción del directorio de empresas mexicanas tecnológicas.....	63
Figura 2.3. Diseño de estudio de caso múltiple.....	71
Figura 2.4. Medición de la capacidad de absorción en Spinoffs empresariales y Startups.....	80
Figura 2.5. Medición de innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales y Startups.....	81
Figura 3.1. Actores del Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del estado de Baja California (SIIDEBAJA).....	110
Figura 3.2. Actores del Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Chihuahua (SECTICH).....	112
Figura 3.3. SRI de Baja California, empresas locales y EMN.....	118
Figura 3.4. SRI de Chihuahua, empresas locales y EMN.....	120
Figura 4.1. Indicador compuesto de la capacidad de absorción en Spinoffs y Startups..	171

Figura 4.2. Indicador compuesto de innovación en producto y proceso en Spinoffs y Startups.....	173
---	-----

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 2.1. IED entrante, México (mdd), SCIAN, (1984-2017).....	64
Gráfica 3.1. Tasa de desocupación de Baja California y Chihuahua 2005-2016.....	93
Gráfica 3.2. Indicadores seleccionados de productividad, variación porcentual anual, en industrias manufactureras, Baja California y Chihuahua, 2008-2016.....	94
Gráfica 3.3. PIB, variación anual (%) de Baja California, Chihuahua y total nacional 2004-2015 (base 2008).....	96
Gráfica 3.4. IED entrante, México 1985-2016 (millones de US dólares).....	97
Gráfica 3.5. Establecimientos de la IMMEX 2007-2017.....	98
Gráfica 4.1. Rectas de regresión de los modelos 1 y 2.....	185

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 3.1. Delimitación geográfica de la zona metropolitana de Tijuana.....	86
Mapa 3.2. Delimitación geográfica de la zona metropolitana de Juárez.....	87

INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes

Existen diversos estudios que dan cuenta del proceso de industrialización acontecido en la frontera norte de México, donde a partir de finales de los años 1960 se gestó un fuerte desarrollo industrial debido, principalmente, al asentamiento de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (INMEX). En las últimas cinco décadas, los modelos de producción, la tecnología, las instituciones y los marcos regulatorios evolucionaron para posicionar a las empresas multinacionales (EMN)¹ como agentes estratégicos y dinamizadores en la frontera norte, detonantes del desarrollo económico y, actualmente, participantes líderes (*flagships*) de cadenas globales de valor (CGV), en sectores de alta tecnología como aeroespacial, biotecnología, electrónica, semiconductores, automotriz, TICs, logística, entre otras².

Las cadenas globales de valor se han vuelto cada vez más segmentadas, globalizadas y especializadas, y son comandadas por grandes empresas multinacionales, que si bien han tenido importantes derramas de conocimientos en las regiones donde operan, se ha criticado el hecho que son estas las que capturan la mayor proporción del valor de la producción, sobre todo en sectores de alta tecnología, mientras que empresas locales tienen dificultades para encadenarse a redes de proveeduría de la cadena de valor, y de hacerlo tienen dificultades para ser competitivas, debido a sus bajas capacidades tecnológicas, por lo cual capturan menos valor y sus posibilidades para innovar y escalar sus procesos, productos y funciones son bajas (Pietrobelli y Rabellotti, 2011).

En la última década, las investigaciones sobre EMN y empresas locales en México, se han concentrado en el análisis de las derramas de conocimientos (*knowledge spillovers*) a partir

¹ En esta investigación se considera empresa multinacional a aquella firma que participa en por lo menos otro país además de México, que tienen por lo menos 500 empleados a nivel global y con un mínimo de 100 de ellos en México, bajo este criterio las EMN pueden ser tanto de origen extranjero como nacional (INTREPID Report, 2007:1; Contreras, Carrillo y Olea, 2012: 309).

² Para una revisión sobre las generaciones, trayectorias tecnológicas y organizacionales de la industria maquiladora en la México ver Carrillo, J. y Hualde, A. (1996). Maquiladoras de tercera generación. El caso de Delphi-General Motors, *Espacios*. vol. 17, no. 3.

de la inversión extranjera directa (IED), a través de derramas de capital humano de las EMN, la formación de empresas locales, y la creación de vínculos de proveeduría entre empresas locales y EMN, principalmente (Carrillo, 2001, 2011, 2012; Contreras, Carrillo y Alonso, 2010; Carrillo et al., 2012; Contreras y Hualde, 2012; Dussel, 2001, 2009).

Estudios recientes revelan la existencia de una nueva generación de empresas, mayormente micro, pequeñas y medianas (Pymes), que son intensivas en conocimientos o de base tecnológica, que han logrado vincularse con EMN mediante la proveeduría de productos y servicios de alto valor agregado. Si bien, este fenómeno se ha explorado de manera periférica, específicamente la vinculación de empresas locales proveedoras de EMN y algunos procesos de transferencia tecnológica asociados a esos vínculos de proveeduría (Vera-Cruz y Dutrénit, 2004, 2005; Contreras y Carrillo, 2012; Contreras et al, 2012; De Fuentes, 2010). Queda pendiente en la agenda de investigación, profundizar en los mecanismos de formación, acumulación de capacidades e innovación de estas Pymes intensivas en conocimientos y de base tecnológica, específicamente aquellas que surgen por desprendimientos de EMN, mediante la movilidad o salida de empleados calificados como ingenieros, técnicos y gerentes que emprenden su propio negocio y explotan conocimientos técnicos, organizacionales y de mercado que adquirieron mientras laboraban para la multinacional, que en la literatura estos emprendimientos son conceptualizados como Spinoffs empresariales³.

Numerosos son los estudios en países desarrollados sobre la participación de Spinoffs empresariales en la formación, desarrollo y competitividad de clústeres en regiones de alta tecnología, como el del automóvil en Detroit, el de semiconductores en Silicon Valley y el de biotecnología en Massachusetts (Route 128), en Estados Unidos (Saxenian, 1996; Kenney, 2000; Klepper y Sleeper, 2005), así como en el de telecomunicaciones inalámbricas en la región

³ Spin-off puede traducirse como escindir, efecto indirecto o beneficio incidental. En adelante, se utilizará en esta investigación el término “Spinoff empresarial” para referirse al subconjunto específico que constituye la unidad de análisis de la investigación: Spinoffs empresariales de base tecnológica e intensivos en conocimiento. De acuerdo con Hertog y Bilderbeek (2000:223), es posible referirse tanto a *New Technological-Based Firms* (NTBF) como a *Knowledge-intensive Business Services* (KIBS) por medio del acrónimo T-KIB. Señalan que ambas categorías de empresas contribuyen a la distribución de poder en el Sistema Nacional de Innovación (SNI) y que tienen un rol clave en los procesos de innovación, en interacción con sus clientes, y con la infraestructura pública de conocimiento como universidades, centros de investigación y otros intermediarios de conocimientos, lo cual genera un proceso dinámico entre las empresas T-KIB y el SNI.

de North Jutland, en Dinamarca (Dahl, Østergaard y Dalum, 2010), y el sistema regional de innovación de Baden-Wurttemberg en Alemania (Cooke y Morgan, 1994), por mencionar algunos.

Sin embargo, en países en desarrollo como México, la experiencia es muy diferente en términos de maduración tecnológica de regiones y procesos de innovación. Si bien algunas regiones presentan un grado significativo de industrialización y competitividad (norte, centro y occidente de México), la brecha en cuanto a dinámicas de innovación es muy amplia respecto de las regiones en países desarrollados, debido principalmente a fallas estructurales o sistémicas, como la ausencia de algunos actores e instituciones clave, y por débiles interacciones en el sistema, lo que origina un lento proceso de acumulación de capacidades de absorción y de innovación (Edquist, 2001; Dutrénit et al., 2010; Carrillo, Hualde y Villavicencio, 2012).

En México, de acuerdo con Contreras, Carrillo y Olea (2012) las investigaciones realizadas sobre los Spinoff empresariales son escasas y se limitan por lo general a ciertas localidades, empresas o actividades industriales, sin desarrollar generalizaciones analíticas ni empíricas. Por ejemplo, en un estudio se documentan casos de gerentes e ingenieros de las maquiladoras fronterizas que establecieron sus propias empresas aprovechando las redes sociales y los conocimientos adquiridos durante su experiencia como empleados de las EMN (Contreras, 2000); en otro se encontró que ingenieros locales que trabajaron en la planta Ford de Hermosillo obtuvieron una formación avanzada y que al cabo de un tiempo se diseminó al entorno mediante la incorporación de esos ingenieros a otras empresas o con la creación de sus propios negocios (Hualde, 2001) y; Vera-Cruz y Dutrénit (2004), encontraron derramas de conocimientos de la multinacional Delphi Corp. hacia talleres de maquinados en Juárez, y documentaron algunos casos de empleados de las EMN que establecieron sus propias empresas locales en la frontera norte, los cuales aprovecharon las capacidades acumuladas, básicas, intermedias y avanzadas, en producción, gerenciales, diseño e innovación, además de explotar redes informales que construyeron cuando trabajaban en estas firmas.

2. Objetivo y pregunta de investigación

A partir de los antecedentes y de la problemática planteada, el objetivo general de esta investigación es identificar y analizar los mecanismos de formación, acumulación de capacidades de absorción e innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales de base tecnológica e intensivos en conocimiento, que se han creado a partir de EMN localizadas en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, a partir del inicio del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994 hasta el 2017⁴. De este objetivo general se desprenden cuatro objetivos específicos:

1. Evaluar la influencia de las derramas de conocimiento por parte de las EMN en la formación de Spinoffs empresariales en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez.

2. Analizar los factores que influyen en la formación de capacidades de absorción en Spinoffs empresariales y en Startups, y ponderar las diferencias entre los dos tipos de empresas intensivas en conocimiento y/o de base tecnológica con respecto a las capacidades de absorción.

3. Construir indicadores compuestos de capacidad de absorción y de innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales y en Startups, para evaluar la relación entre indicadores y entre los tipos de empresas.

4. Implementar un estudio de caso múltiple de Spinoffs empresariales y Startups, para realizar réplica, literal y teórica, y proponer generalizaciones analíticas sobre estas empresas.

Por lo anterior, en esta investigación se analizan las derramas de conocimiento (*knowledge spillovers*) por parte de las empresas multinacionales (EMN), específicamente a través de inversiones en capital humano, y su influencia en la formación, acumulación de

⁴ Esta investigación forma parte del proyecto de investigación “Formación y escalamiento de Pymes intensivas en conocimiento en la región fronteriza México y Estados Unidos”, auspiciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (El Colef-Conacyt, No. 1442), el cual representa un esfuerzo colectivo de investigadores de El Colef y la Universidad de Sonora, tiene una duración de 3 años (2016-2019) y es dirigido por el Dr. Óscar F. Contreras.

capacidades e innovación en Spinoffs empresariales de base tecnológica e intensivos en conocimientos creados por ex-empleados calificados (Blomströn, Globerman y Kokko, 1999)⁵.

Adicionalmente, se ponderan y discuten los efectos de los sistemas regionales de innovación (SRI), en particular la articulación de actores que posibilitan vínculos e interacciones para la acumulación de capacidades de absorción, procesos interactivos de aprendizaje para la innovación, y escalamiento en Spinoffs empresariales.

De manera general, los Spinoffs empresariales son un importante mecanismo de creación de empresas, transferencia tecnológica, desarrollo de industrias de mediana y alta tecnología, y se consideran promotores del desarrollo económico regional desde que han tenido un rol clave en la formación y desarrollo de clústeres de alta tecnología en países desarrollados. Los Spinoffs son empresas entrantes al mercado fundadas por empleados de empresas establecidas. A la empresa establecida de la que se desprende el Spinoff se les denomina empresa matriz o parental (*parent firm*), y cuando el Spinoff entra en la misma industria a la que pertenece la empresa matriz se le conoce como Spinoff intra-industrial (Klepper, 2009).

Esta investigación se centra en las zonas metropolitanas fronterizas de Tijuana, conformada por los municipios de Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito, y de Juárez, conformada por el municipio único de Juárez (SEDESOL, CONAPO, e INEGI, 2012). Ambas zonas sostienen intercambios dinámicos de conurbación con las ciudades de San Diego, California y El Paso, Texas, respectivamente. Estas zonas metropolitanas se caracterizan por atraer altos niveles de inversión extranjera directa (IED), con un alto número de empresas multinacionales ligadas a cadenas globales de valor y a sus proveedores locales (SE, 2016:15-17). Adicionalmente, los estados donde se localizan, tienen un grupo importante de universidades, centros de investigación, clústeres industriales e instituciones de ciencia, tecnología e innovación, y cuentan con una política explícita de promoción al sistema regional de innovación,

⁵ Este representa uno de los mecanismos más importantes de transferencia tecnológica a partir de la IED. La inversión en capital humano a través de entrenamiento y desarrollo de habilidades de técnicos, ingenieros y gerentes en la EMN. Esto convierte a los empleados en agentes directos de transferencia tecnológica quienes, al moverse ya sea al contratarse en otra empresa o cuando fundan un Spinoff, lleva consigo aprendizajes, conocimientos y capacidades (Blomströn, Globerman y Kokko, 1999:12).

a través de agendas estatales y regionales de innovación (CONACYT, 2015). En conjunto, estos elementos son claves para la formación, acumulación de capacidades de absorción e innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales.

En cuanto al tamaño de las empresas estudiadas, medido por personal ocupado, se seleccionaron los rangos: de 6-10, 11-30, 31-50 y de 51-100, especificados en el DENUÉ (INEGI, 2016). Se seleccionaron 45 clases industriales consideradas como empresas de base tecnológica y/o intensivas en conocimientos, de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIÁN, 2013), y que pertenecen a los sectores 11, 21, 31-33, 51, 54, 56 y 81⁶.

Respecto del horizonte temporal, se decidió establecer el período desde 1994 al 2017, que es el periodo de operación del TLCAN y corresponde a una etapa en el que se intensificaron los flujos entrantes de inversión extranjera directa (IED) a México. Estos flujos de inversión se han traducido en: formación bruta de capital fijo, principalmente en maquinaria y equipo, promediando entre 5% y 10% anual de la IED en el período 2007-2016, y; en cuanto al tipo de inversión, entre 1999 y 2015, un promedio acumulado del 48.6% son por concepto de nuevas inversiones (SE, 2016:15-17; UNCTAD, 2016:202). De acuerdo con la Dirección General de Inversión Extranjera (DGIE) de la Secretaría de Economía, los sectores con mayor porcentaje de captación de IED, para el período 1994-2015, han sido: i) el sector industrial, principalmente manufacturas (31-33), las cuales han recibido entre 30% y 60% del total de IED y; ii) el sector servicios (51, 54, 56 y 81) que captó entre un 7% y 13% de IED. Mientras que, las entidades federativas que atraen un mayor porcentaje de IED son: Ciudad de México, Nuevo León, Jalisco, Estado de México, Chihuahua y Baja California, en ese orden (SE, 2016:2-24).

La pregunta general de investigación es: ¿Cuáles son los factores asociados a la formación, acumulación de capacidades e innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales de base tecnológica e intensivos en conocimiento, en relación con las cadenas globales de valor y los sistemas regionales de innovación, en Tijuana y Juárez, para el período 1994-2017?

⁶ Las 45 clases seleccionadas se describen en el Anexo 1 y en el capítulo 3 se discuten los criterios de selección.

Las preguntas específicas son:

1. ¿Qué factores inciden en la formación de Spinoffs empresariales a partir de las derramas de conocimiento por parte de las EMN localizadas en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez?

2. ¿Qué diferencias existen entre las capacidades de absorción de los Spinoffs empresariales y las de otros emprendimientos de base tecnológica y/o intensivos en conocimiento como los Startups, y cuáles son los factores implicados en estas diferencias?

3. ¿Cómo es la relación entre las capacidades de absorción y la innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales y en Startups de base tecnológica y/o intensivos en conocimiento?

Para abordar las preguntas de investigación se realiza una propuesta teórica en la cual se combinan los enfoques de Cadenas Globales de Valor (Gereffi y Korzeniewicz, 1994; Gereffi, Humphrey y Sturgeon, 2005) y el de Sistemas de Innovación (Lundvall, 1992, 2007) con énfasis en el nivel regional (Cooke, 1992, 2001; Cooke, Uranga y Etxebarria, 1997). De esta combinación se obtienen cuatro puntos de convergencia, de los cuales dos se aplican en esta investigación: Spinoffs empresariales y capacidades de absorción, y Spinoffs empresariales e innovación.

3. Hipótesis y proposiciones

Las hipótesis de esta investigación son:

H1: Los Spinoffs empresariales de base tecnológica y/o intensivos en conocimientos se forman cuando el propietario, que fue empleado de EMN, acumuló capacidades de absorción; cuenta con educación superior, principalmente en áreas de la ingeniería, y; realizó funciones de alto valor o con contenido tecnológico cuando trabajaba en la multinacional.

H2: Las capacidades de absorción de los Spinoffs empresariales son distintas de los Startups para las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, siendo las capacidades de absorción de los Spinoff empresariales mayores que la de los Startups.

H3: Existe una relación positiva y significativa entre la innovación en producto y proceso y las capacidades de absorción de Spinoffs empresariales y de Startups; esta relación es mayor o se incrementa en presencia de Spinoffs empresariales.

Para el estudio de caso múltiple se han elaborado las siguientes proposiciones:

Proposición 1: la creación de Spinoffs empresariales depende principalmente de la formación de capacidades de los empleados mientras laboran en la EMN, por medio de la transferencia de activos intangibles hacia el empleado, en forma de habilidades gerenciales, tecnológicas y de mercado. En cuanto a los desprendimientos, estos suelen ser detonados por eventos como la reestructuración de la empresa, desacuerdos internos, oportunidades de negocio, o por motivaciones personales. En cualquier caso, los empleados absorben conocimientos dentro de la multinacional y despliegan una gama de recursos cognitivos, personales, sociales y financieros para la creación de sus propias empresas.

Proposición 2: una vez en el mercado, el Spinoff empresarial podrá incrementar su base de conocimientos y con ello acumular capacidades de absorción a través de actividades de vinculación y colaboración para el aprendizaje tecnológico y organizacional, y puede establecer vínculos de proveeduría con EMN, así como relaciones estables y fuertes con agentes del sistema regional de innovación.

Proposición 3: una vez en el mercado, el Spinoff empresarial podrá establecer interacciones del tipo usuario-productor para innovaciones en productos y procesos, realizar inversiones y actividades para la innovación, así como establecer vínculos con EMN y con agentes del sistema regional de innovación.

En esta investigación se desarrolló una metodología mixta de encuesta y estudio de caso múltiple. La encuesta se aplicó entre septiembre y noviembre de 2017 a una muestra estadísticamente representativa de propietarios de empresas intensivas en conocimientos y/o de base tecnológica, pertenecientes a alguna de las 45 clases industriales seleccionadas del SCIAN y localizadas en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez. A partir de los resultados de la encuesta se construyó la base de datos que permitió la construcción de indicadores directos de capacidades de absorción y de innovación en producto y proceso, y se generaron los tabulados estadísticos y modelos de regresión que permitieron el contraste de hipótesis y realizar generalizaciones estadísticas sobre los Spinoffs empresariales. Así mismo, entre octubre y noviembre de 2017, se realizaron entrevistas semiestructuradas a empresarios fundadores de Spinoffs empresariales y de Startups. A partir de la construcción de monografías y análisis de los casos se realizó la réplica, y se propusieron algunas generalizaciones analíticas sobre los Spinoffs empresariales.

4. Estructura de la investigación

Esta investigación está organizada en cinco capítulos. En el capítulo I se desarrollan y discuten los enfoques de cadenas globales de valor, sistemas de innovación, y la literatura relevante sobre Spinoffs empresariales. Además, se presenta la propuesta de combinar los enfoques de CGV-SRI para el análisis de los Spinoffs empresariales.

En el capítulo II se propone una metodología para identificar las empresas intensivas en conocimiento y/o de base tecnológica en México; se presenta el diseño de investigación; se discuten las principales categorías analíticas; se desarrollan las etapas de la metodología cuantitativa y cualitativa como el cuestionario, las fuentes de información, el diseño de la entrevista semiestructura y la determinación de la muestra, entre otras. Además, se proponen esquemas para la construcción de los indicadores compuestos para capacidad de absorción y de innovación en producto y proceso. Aquí se establecieron las bases tanto para la construcción de la base de datos empleada en el análisis estadístico como para realizar el estudio de caso múltiple.

El análisis del contexto se desarrolla en el capítulo III. Se analizaron indicadores económicos, socio-demográficos, industriales y políticos en la escala nacional, estatal y local, con particular énfasis en sectores industriales de las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez. Adicionalmente, se presenta el análisis de los sistemas regionales de innovación de Baja California y Chihuahua. El análisis del contexto permitió tener una visión amplia del fenómeno de estudio al tiempo que aportó elementos para el desarrollo del operativo de campo.

En el capítulo IV se presenta la evidencia empírica y se realiza el contraste de las hipótesis de investigación. Se construyeron un conjunto de tabulados estadísticos para caracterizar los Spinoffs empresariales y los Startups para el conjunto de la muestra y las dos zonas metropolitanas, así como indicadores compuestos de capacidad de absorción y de innovación en producto y proceso. Se realizó el contraste de hipótesis con pruebas estadísticas y modelos de regresión lineal. Además, se propusieron algunas generalizaciones estadísticas para Spinoffs empresariales en Tijuana y Juárez.

En el capítulo V se desarrolla el estudio de caso múltiple: tres casos de Spinoffs empresariales y un caso tipo Startup. Se elaboraron monográficas para cada caso y se realizó un análisis individual de cada caso en relación con cada una de las proposiciones. La réplica, teórica y literal, se realizó con base en los cuerpos de literatura sobre Spinoffs empresariales, y se proponen algunas generalizaciones analíticas.

Finalmente, en el capítulo de conclusiones, se recapitula el proceso de investigación, se retoman las preguntas de investigación y se discuten los principales hallazgos de la tesis. Además, se proponen recomendaciones a partir de las hipótesis contrastadas y las generalizaciones analíticas realizadas. Para concluir con recomendaciones de futuras investigaciones en términos metodológicos y empíricos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Conceptualizando los Spinoffs empresariales: entre las cadenas globales de valor y los sistemas de innovación

1.1. Introducción

En los países desarrollados existe un creciente interés en los Spinoffs como mecanismos de creación de empresas, transferencia tecnológica, desarrollo de industrias de mediana y alta tecnología, y en general como medios para el desarrollo económico regional. Se trata de empresas entrantes al mercado fundadas por empleados de empresas establecidas, conocidas en la literatura como Spinoffs o Spinouts⁷ (Klepper, 2009). De manera general, los Spinoffs son un importante mecanismo para la transferencia de tecnología ya que la nueva empresa ha sido formada a partir de procesos de aprendizaje interactivo e innovación, con el fin de comercializar una tecnología que se originó en un centro de investigación, una universidad, o una organización privada (Rogers et al, 2001). Los Spinoffs también son importantes para el desarrollo económico regional porque han tenido un rol clave en la formación y desarrollo de clústeres de alta tecnología, como el del automóvil en Detroit, el de semiconductores en *Silicon Valley* y el de biotecnología en Massachusetts, en Estados Unidos (Klepper y Sleeper, 2005), así como en el de telecomunicaciones inalámbricas en la región de North Jutland, en Dinamarca (Dahl, Østergaard y Dalum, 2010).

Los estudios sobre Spinoffs empresariales se han concentrado en el análisis de industrias de alta tecnología en Estados Unidos como automotriz, semiconductores y biotecnología, enfocándose en temas como de la tasa de creación de Spinoffs, su desempeño y rentabilidad, la interacción entre el Spinoff y la empresa parental, y el papel de los Spinoffs en la formación, crecimiento y evolución de clústeres industriales (Klepper, 2001; Klepper, 2009).

⁷ A las empresas establecidas de la que se desprende el Spinoff se les denomina empresa matriz o parental (*parent firm*), y cuando el spinoff entra en la misma industria a la que pertenece la empresa matriz se le conoce como spinoff intra-industrial. Para fines de este trabajo, los demás nuevos entrantes (*denovo entrants*) en sectores intensivos en conocimiento se consideran *Startups*.

En América Latina el fenómeno de los desprendimientos tipo Spinoff es menos frecuente, lo que parece relacionarse con marcos regulatorios ineficientes, pobre entorno de negocios que inhibe el emprendimiento, escasa liquidez de los empleados y difícil acceso al financiamiento, dificultades tecnológicas y limitaciones en capacidades organizacionales, entre otros factores. A pesar de haber poca evidencia documentada, se ha argumentado que los Spinoffs representan un importante mecanismo de transferencia tecnológica, en ausencia de políticas institucionales activas y entornos favorables al emprendimiento (Hirakawa, Muendler y Rauch, 2010)⁸.

En México no existe una literatura propiamente dicha en torno a los Spinoffs; algunas investigaciones abordan el tema de manera periférica al ocuparse de procesos de aprendizaje interactivo, educación y experiencia del emprendedor, construcción de capacidades tecnológicas y trayectorias de escalamiento industrial (*upgrading*) en sectores como metal-mecánica y electrónica, encontrando algunos casos de Spinoffs que lograron superar barreras iniciales para convertirse en proveedores de empresas multinacionales (EMN), y además desarrollaron capacidades tecnológicas y de innovación básicas en procesos y productos (Dutrénit y Vera-Cruz, 2004, 2005; De Fuentes, 2010). Un estudio en la industria automotriz (Contreras, Carrillo y Alonso, 2012), identificó algunas empresas locales que se incorporaron en la cadena automotriz a través de diversos mecanismos, incluyendo desprendimientos tipo spinoff, mediante los cuales algunos empleados dejaron su trabajo en empresas multinacionales para establecer su propio negocio y convertirse en proveedores de las EMN.

Este capítulo está dividido en 5 secciones, incluyendo esta introducción. En la primera se revisan enfoques a partir de los cuales se han abordado los Spinoffs empresariales. En la segunda sección se presentan los enfoques de Cadenas Globales de Valor y Sistemas de Innovación. En

⁸ En América Latina se han realizado pocas investigaciones sobre Spinoffs. La investigación realizada por Hirakawa, Muendler y Rauch (2010) sobre Spinoffs de empleados con base en censos laborales de Brasil para el período 1995-2001, encuentra que un 17% de las nuevas empresas privadas que se crearon en ese período se debieron a la movilidad de empleados de nivel directivo, trasladados deliberadamente desde la empresa parental a una nueva empresa dentro de la misma industria. Este estudio da cuenta de las derramas tecnológicas y de conocimientos que se producen a través de la movilidad de los empleados, en ese sentido, se trata de un fenómeno similar a los Spinoffs empresariales en cuanto a la transferencia de conocimientos, pero distinto en cuanto al tipo y condiciones de emprendimiento.

la tercera se realiza un esfuerzo por combinar los enfoques para el análisis de Spinoffs empresariales. En la cuarta sección, se presentan conclusiones.

1.2. Spinoffs

En las últimas dos décadas se ha generado una gran cantidad de investigación sobre los mecanismos de creación de empresas en actividades de alta tecnología. Una clase especial de emprendedores son aquellos que crean empresas tipo Spinoffs académicos y empresariales⁹.

1.2.1. Spinoffs académicos

Un Spinoff académico es una nueva empresa formada por académicos, estudiantes o miembros de una universidad o de un centro de investigación mientras permanecen afiliados o matriculados, y que poseen una idea o tecnología clave que puede ser transferida al mercado a través de una empresa¹⁰ (Steffensen, Rogers, y Speakman, 1999).

La creación de un Spinoff académico por parte de miembros de universidades o centros de investigación representa un proceso de innovación particular a través del cual el conocimiento innovador es primero generado por académicos y después transferido al mercado en la forma de una nueva empresa (Grimaldi y Grandi, 2005). Han sido muy estudiados los Spinoffs académicos de Stanford y MIT, los cuales jugaron un rol preponderante en el desarrollo económico de regiones actualmente de alta tecnología como *Silicon Valley* y la Ruta 128 (Saxenian, 1994; Zhang, 2003).

El ambiente tecnológico, en el cual una empresa es fundada, representa una de las propiedades económicas más importantes de la tecnología y de los procesos de aprendizaje involucrados en las actividades de innovación (Malerba y Orsenigo, 1993). En este sentido, las

⁹ El emprendedor, de acuerdo con Schumpeter (1934), es caracterizado por ser desadaptado, causante de desequilibrios, generador de innovaciones en la forma de combinaciones novedosas, dando lugar a la destrucción creativa y al aumento de la incertidumbre. Shane y Venkataraman (2002) consideran el emprendimiento como un proceso que involucra descubrimiento y explotación de oportunidades rentables. Una oportunidad rentable puede tomar muchas formas, incluyendo el conocimiento de un nuevo producto, servicio, materia prima, o una nueva forma de organizar la producción o entregar servicios.

¹⁰ Para una tipología de Spinoffs académicos provenientes de universidades puede consultarse Pirnay et al. (2003), y para una taxonomía de Spinoffs académicos provenientes de centros de investigación (*Research-based Spinoffs*) ver Mustar et al. (2006).

universidades y los centros públicos de investigación pueden establecer relaciones con las industrias, y son estas interacciones los elementos clave de los sistemas de innovación. Al respecto, existen estudios que han mostrado que la presencia de fuertes relaciones entre estos actores juega un papel importante en la consolidación del sistema de innovación en países en desarrollo, al tiempo que promueven círculos virtuosos en la producción y difusión de conocimientos (Lall y Pietrobelli, 2002; Dutrénit, Capdevielle, Corona, Puchet, Santiago, y Vera-Cruz, 2010).

1.2.2. Spinoffs empresariales

Un Spinoff empresarial se puede definir como una entidad legal, técnica y comercial independiente que se concentra alrededor de actividades que fueron originalmente desarrolladas por una empresa más grande; se trata de un empleado (o grupo de empleados) que funda una nueva empresa y se concentra alrededor de nuevas unidades de negocios, productos o servicios, y que llevó consigo conocimientos, capacidades, tecnologías e innovaciones que adquirió mientras trabajaba para la empresa matriz (Van de Velde, Clarysse, Wright, Rayp y Bruneel, 2007).

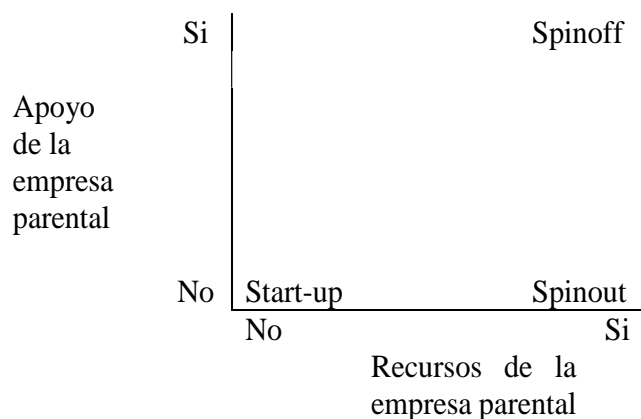
Van de Velde et al. (2007) analizan los Spinoffs creados por empleados y desarrollan una tipología de Spinoffs empresariales, identificando tres tipos: 1) Spinoffs asistidos; 2) Spinoffs impulsados por reestructuración, y; 3) Spinoffs de emprendimiento. Estos tipos son diferentes entre sí en cuanto a la naturaleza y la formalidad de la transferencia de conocimientos, la detección e implementación de oportunidades y el desempeño posterior. Los autores sugieren que la naturaleza del conocimiento, tácito o codificado, que se transfiere al Spinoff tiene un impacto importante en el desempeño y evolución de este.

La investigación más reciente sobre Spinoffs empresariales se ha concentrado principalmente: en el aprendizaje de los empleados dentro de empresas de mediana y alta tecnología; en los canales de transferencia de conocimientos; la función de las redes sociales y profesionales que utilizan los empleados para identificar oportunidades; las condiciones de mercado que conducen al emprendimiento, y; los efectos sobre la industria (Keppler y Sleeper, 2000; Contreras, Carrillo y Ólea, 2012; Contreras y Carrillo, 2012).

Es importante precisar que en esta investigación se estudiarán los Spinoff empresariales, debido no solo a limitaciones de recursos, sino motivados por el reducido número de investigaciones sobre este fenómeno, y bajo el supuesto de que, en México principalmente en la frontera norte, son un número significativo de empresas intensivas en conocimientos o de base tecnológica cuyo origen ha sido por medio de mecanismos de Spinoff empresarial. Por lo anterior, a partir de aquí describe con mayor detalle los Spinoff empresariales.

De acuerdo con Klepper y Sleeper (2005) los Spinoffs empresariales son empresas entrantes fundadas por empleados de empresas en la misma industria, las cuales heredan conocimientos y competencias de sus empresas parentales. Esta herencia de recursos (en forma de rutinas organizacionales, conocimientos tácitos y codificados, tecnologías, capacidades y otros apoyos originados en la empresa parental) es lo que diferencia a los Spinoffs de otros tipos de entrantes como los Startups, cuyos recursos fueron originados en otros lugares. Los Spinouts, por otra parte, utilizan recursos que fueron construidos en la empresa parental y en otras empresas, pero su gestación no está apoyada por la empresa parental (Sierdjan, 2004). En la figura 1.1 se ilustra la diferencia entre los tres tipos de emprendimiento.

Figura 1.1. Distinción entre Spinoff empresarial, Spinout y Startup



Fuente: Adaptado de Sierdjan (2004).

Roberts y Malone (1996) señalan que son cuatro las principales entidades involucradas en el proceso de Spinoff: (1) originador de conocimientos y tecnología, (2) organización parental, (3) empleado(s), y (4) inversionistas o financiadoras.

Existen algunas teorías que intentan explicar los Spinoffs empresariales. Las teorías de la agencia se enfocan en la explicación del hecho de que ciertos tipos de innovaciones son desarrolladas por pequeñas empresas administradas por el propietario, así como en los descubrimientos hechos por los empleados y que no son revelados a sus empleadores para posteriormente explotarlos en sus propias empresas (Wiggins, 1995; Anton y Yao, 1995; Bankman y Gilson, 1999). Las teorías de las capacidades organizacionales intentan explicar los Spinoffs centrandó la atención en las dificultades encontradas por las empresas filiales, las cuales proveen oportunidades para las nuevas empresas para entrar en la industria (Cooper, 1985; Henderson y Clark, 1990; Bhide, 2001). Las teorías del aprendizaje de los empleados se enfocan en el papel del aprendizaje de los empleados en la creación de empresas Spinoff, y exploran las estrategias iniciales que implementan sus fundadores, los tipos de empresas creadas, las redes sociales y profesionales que utilizan los emprendedores para identificar oportunidades, las condiciones de mercado que conducen a su formación y los factores que las condicionan, y también el cambio tecnológico (Franco y Filson, 2000; Klepper y Sleeper, 2000; Contreras, Carrillo y Alonso, 2012). Por último, las teorías de la herencia utilizan una analogía donde los Spinoffs son conceptualizados como hijos y los empleadores como sus padres; algunos Spinoffs son planeados en el sentido de que sus empresas parentales apoyan su creación, y esto afectará el desempeño de los Spinoffs (Cooper y Gimeno-Gascon, 1992; Dyck, 1997).

En general, la creación de Spinoffs empresariales opera a través de la movilidad de emprendedores que primero obtienen conocimientos en la organización parental y después lo transfieren al Spinoff (Guido, 2007). Sin embargo, se requiere de algún evento disparador para la formación de la nueva empresa. Algunas de las causas posibles son: a) cuando se perciben beneficios futuros de la creación de la nueva empresa por el descubrimiento de una oportunidad (Shane, 2000; Klepper y Sleeper, 2005); b) cuando se percibe incertidumbre o problemas en la empresa parental y se ven empujados a salir (Eriksson y Kuhn, 2006); c) por desacuerdos estratégicos entre el empleado y la gerencia de la empresa parental (Klepper y Thompson, 2006).

De acuerdo con Klepper (2009), en la literatura sobre estudios de caso en segmentos de alta tecnología en Estados Unidos se pueden identificar un conjunto de regularidades y hechos estilizados: (1) las empresas con mejor desempeño y en ambientes competitivos tienen tasas más altas de Spinoffs; (2) es probable que haya mayores tasas de Spinoffs cuando los directivos ha sido cambiado recientemente o provienen de fuera de la empresa, o bien en presencia de adquisiciones; (3) la tasa de creación de Spinoffs intra-industriales tiende a crecer inicialmente con la edad de la empresa parental hasta los 15 años y después declina; (4) el desempeño de los Spinoffs en términos de longevidad, cuota de mercado, alcance, financiamiento y rentabilidad es superior a otros Startups o nuevos entrantes en la industria; (5) empresas parentales con mejores desempeños, en términos de longevidad, cuota de mercado y calidad de la tecnología producen Spinoffs con mejores desempeños, consistente con mejores procesos de aprendizaje, construcción de capacidades e innovación; (6) inicialmente, en algunas industrias, los Spinoffs tendieron a producir productos que eran un subconjunto de los producidos por las empresas parentales; (7) las empresas localizadas en clústeres industriales presentan tasas más altas de Spinoffs; (8) en algunos clústeres industriales la cuota de mercado conjunta de Spinoffs con sus empresas parentales excede la cuota de mercado previa a la entrada de Spinoffs, lo que sugiere que los Spinoffs son más que un fenómeno de suma cero y que deben tener capacidades que les permiten tener estructuras costo-eficientes para producir ganancias (Klepper, 2009).

A pesar de la publicación de un buen número de estudios sobre los Spinoffs en los últimos años¹¹, aún persisten un conjunto de preguntas en torno a este fenómeno, por ejemplo sobre los mecanismos de aprendizaje y la construcción de capacidades resultantes de la relación laboral, sobre el papel de los modelos de gobernanza en esos mecanismos, sobre las características del contexto local (infraestructura e instituciones) que influyen en la creación de Spinoffs, y sobre el papel de la dimensión regional, las aglomeraciones industriales y las externalidades de localización en la formación de Spinoffs.

La investigación sobre Spinoffs en América Latina y en México es prácticamente inexistente, pero se pueden encontrar algunas exploraciones y referencias anecdóticas en

¹¹ Véase la revisión de Klepper (2009) sobre de estudios de caso en segmentos de alta tecnología en Estados Unidos.

estudios ligados a los enfoques de Sistemas de Innovación (SI) y de Cadenas Globales de Valor (CGV). En el caso de la literatura sobre CGV los Spinoffs se relacionan con la derrama tecnológica de las EMN, que actúan como portadoras de conocimientos y generadoras de innovaciones (Giuliani, Pietrobelli y Rabellotti, 2005; Saliola y Zanfei, 2009; UNCTAD, 2015), en la vertiente de los SI, las EMN interactúan con el contexto organizacional, institucional y político en sus escalas local, regional y nacional (Ernst, 2002; Vang y Asheim, 2006; Contreras y Carrillo, 2011).

1.3. Cadenas Globales de Valor y Sistemas de Innovación

1.3.1. Cadenas Globales de Valor

El enfoque de Cadenas Globales de Valor (CGV) tiene su origen en la década de 1990, cuando Gary Gereffi y otros autores desarrollan el marco analítico de las cadenas globales de mercancías (*global commodity chains*) que engarza el concepto de cadena de valor con una nueva perspectiva conceptual sobre la organización global de las industrias (Gereffi, 1994). El enfoque de CGV tiene sus cimientos en diversos campos académicos como la economía institucional, a través de la teoría de costos de transacción; la sociología y la geografía económica, mediante la teoría de redes de producción; la administración estratégica, a través del análisis de la administración de operaciones, y la economía evolucionista, a través del enfoque de competencias complementarias y la perspectiva de recursos de la empresa (Gereffi, Humphrey y Sturgeon, 2005).

El enfoque de CGV está construido sobre diversos marcos teóricos cuya convergencia permite analizar la fragmentación, la coordinación y las redes en la economía global. Los trabajos de Wallerstein (1980), con su enfoque sistema-mundo; Hopkins y Wallerstein (1986), que definen la cadena global de *commodities*, y Porter (1985), con su análisis de la cadena de valor y las ventajas competitivas, constituyen un primer grupo. Un segundo marco es la teoría de costos de transacción de Williamson (1975), que permite explicar cómo la producción global puede ser organizada y coordinada. La teoría de redes de Granovetter (1985) y Powell (1990) permite argumentar que la confianza, las normas sociales, la reputación y la mutua dependencia hace posible una división del trabajo inter-empresarial más compleja y evita el oportunismo. Finalmente, la teoría de los recursos de la empresa de Penrose (1959) proporciona los

instrumentos para analizar la construcción de capacidades, el aprendizaje y la formación de recursos de la empresa que son necesarios para capturar valor (Gereffi *et al.*, 2005).

En sus inicios el enfoque de *global commodity chains* no solo subrayó la importancia de la coordinación a través de los límites de la empresa, sino también la creciente importancia de nuevos compradores globales (detallistas y empresas de marca) como los actores clave en la formación de redes de producción y distribución organizacionalmente fragmentadas y dispersas globalmente, para denotar como los compradores globales utilizan una coordinación explícita para crear una base de proveeduría altamente competente, y que sistemas de producción y distribución, de escala global, pudieran ser construidos sin la necesidad de ser propietarios directos (Gereffi, 1994).

En una versión más elaborada de la teoría, Gereffi, Humphrey y Sturgeon (2005), distinguieron dos tipos de cadenas jerárquicas: cadenas comandadas por el comprador (*buyer-driven value chains*) y cadenas gobernadas por el productor (*producer-value driven chains*). Las cadenas comandadas por el comprador son intensivas en mano de obra y los productores mantienen una posición de subordinación con las empresas líderes (empresas de marcas y detallistas), ejemplos de estas cadenas son las industrias textiles, de juguetes y de alimentos, localizadas principalmente en países en desarrollo. En las cadenas gobernadas por el productor, las EMN juegan un rol dominante y la producción es intensiva en capital y tecnología, como ocurre en las industrias automotriz, aeroespacial y electrónica, donde las empresas líderes son usualmente parte de consorcios globales y las empresas subordinadas principalmente manufacturan partes estandarizadas intensivas en trabajo.

El análisis de CGV se centra en los vínculos internacionales entre las empresas en el marco de sistemas de producción y distribución globales, enfatizando el papel de las empresas líderes que llevan a cabo la integración funcional y la coordinación de actividades espacialmente dispersas (Gereffi y Korzeniewicz, 1994; Gereffi y Kaplinsky, 2001; Giuliani, Pietrobelli y Rabelloti, 2005). En la medida en que operan en mercados altamente competitivos a escala global, las empresas líderes (generalmente EMN) necesitan transferir capacidades técnicas y gerenciales a sus afiliados y proveedores en los países y regiones donde establecen sus

operaciones de manufactura, de tal modo que sus proveedores locales sean capaces de cumplir con los estándares de calidad y reducir costos de producción (Ernst, 2000; Schmitz, 2004; Ernst y Kim, 2002).

La cadena de valor abarca el rango completo de actividades que las empresas realizan para producir un producto desde su concepción hasta su uso final, lo que incluye actividades como diseño, producción, mercadeo, distribución, y servicios post-ventas para el consumidor final. En las CGV estas actividades están divididas entre diferentes empresas localizadas en diferentes países. Al enfocarse en las secuencias de valor agregado, desde la concepción y producción hasta el usuario final, el análisis de la CGV puede ser abordado desde una visión “de arriba hacia abajo” (*top down*), al examinar a las empresas líderes que gobiernan las redes de proveedores y afiliados a escala global, o bien “de abajo hacia arriba” (*bottom up*), al enfocarse en las decisiones de las empresas y su efecto en las trayectorias de escalamiento (*upgrading*) o deterioro (*downgrading*) en regiones y países específicos (Cattaneo, Gereffi y Staritz, 2010).

El debate sobre CGV en América Latina se ha centrado especialmente en los procesos de *upgrading*, al tratar de explicar cómo las empresas locales pueden participar en mercados globales y con ello mejorar su productividad, salarios y utilidades, en la medida en que desarrollan habilidades para hacer mejores productos, más eficientes o trasladarse a actividades de mayor valor. De acuerdo con Humphrey y Schmitz (2000) el escalamiento o *upgrading* se refiere a procesos de innovación que incrementan el valor agregado que generan las empresas; existen cuatro tipos: 1) de producto, consiste en trasladarse a líneas de productos más sofisticados en términos de unidades de valor incrementadas; 2) de proceso, transformar insumos en productos más eficientemente a través de la reorganización de los sistemas de producción o la introducción de tecnologías superiores; 3) funcional, consiste en adquirir funciones nuevas de mayor valor agregado, tales como el diseño y el marketing, abandonando funciones de menor valor agregado, como el ensamble; 4) intersectorial, consistente en la aplicación de competencias adquiridas en una industria o sector (de bajo valor agregado e intensivo en mano de obra) para moverse a un nuevo sector (intensivo en capital y tecnología).

Otro concepto central en la literatura de CGV es el de gobernanza (*governance*). Este concepto es clave para el análisis de las relaciones entre los diversos agentes en la cadena, y particularmente, para evaluar el potencial de *upgrading* de los participantes locales (Humphrey y Schmitz, 2000). Gereffi (1994:97) define las estructuras de gobernanza de las CGV como “las relaciones de poder y autoridad que determinan cómo los recursos humanos, materiales y financieros son asignados y su influencia sobre la cooperación de las empresas a lo largo de la cadena. Por su parte, para Kaplinsky y Morris (2001), la gobernanza consiste en el establecimiento de reglas, el apoyo a los demás actores en la cadena para facilitar el cumplimiento de esas reglas, el monitoreo del cumplimiento de esas reglas, y el castigo a las violaciones de esas reglas. En las cadenas de valor modernas, el dominio de algunas empresas sobre otras genera relaciones asimétricas, y la gobernanza de las cadenas de valor se concreta a través del establecimiento de parámetros y estándares concernientes al producto, los procesos y la logística (Gereffi, Humphrey y Sturgeon, 2005).

Estos procesos de coordinación de actividades en la cadena de valor pueden concretarse a través de relaciones de mercado (*arm's-length market relations*) o a través de relaciones que no son de mercado, como aquellas que toman la forma de redes (modular o relacional), cuasi-jerárquicas (cautivas) y jerárquicas (Humphrey y Schmitz, 2000).

Una tipología más refinada de la gobernanza en CGV fue propuesta por Gereffi, Humphrey y Sturgeon (2005). Los autores realizan una extensión de las categorías de redes, dentro de los tres tipos distintivos, modular, relacional y cautiva, e identifican cinco tipos de gobernanza de cadenas de valor. Estos tipos son analíticos, no empíricos, pero que, en parte, se han derivado de la observación empírica. Además, señalan que son tres los determinantes clave de los patrones de gobernanza; la *complejidad* de la información y el conocimiento transferido que se requiere para sostener una transacción con respecto al producto y las especificaciones del proceso; el grado en el cual esta información y conocimiento puede ser *codificada* y, de ahí, transmitida eficientemente y sin requerir inversiones específicas entre las partes de la transacción, y; las *capacidades* actuales y potenciales de los proveedores en relación a los requerimientos de las transacciones. En el cuadro 1.1. se describen los patrones de cada uno de los cinco tipos de gobernanza en CGV.

Gereffi, Humphrey y Sturgeon (2005) hacen hincapié en que el análisis de CGV, además de su valor explicativo, es de gran utilidad para el diseño de políticas debido a su parsimonia, ya que simplifica y abstrae un cuerpo extenso de evidencia heterogénea e identifica las variables que juegan un rol importante en determinar los patrones de gobernanza de la cadena de valor; así mismo los autores señalan que la historia, las instituciones, la geografía, el contexto social, las reglas del juego prevalecientes y las trayectorias de dependencia, son importantes en esta perspectiva.

Cuadro 1.1. Características de los tipos de gobernanza en las CGV

Tipos	Patrones de gobernanza de CGV
Mercado	Transacciones fácilmente codificadas, especificaciones del producto simples y proveedores con altas capacidades. Transacciones gobernadas con muy poca coordinación. Bajos costos para cambiar a nuevos socios.
Modular	La habilidad para codificar las especificaciones excede en productos complejos. Los estándares técnicos simplifican interacciones, reducen variaciones y unifican especificaciones. Los proveedores suministran paquetes y módulos

	completos. Es difícil codificar información. El cliente monitorea y controla de manera directa.
Relacional	Las especificaciones del producto no pueden ser codificadas, transacciones complejas y las capacidades del proveedor son altas. Proveedores competentes obtienen competencias al ser subcontratados por empresas líderes. Mutua dependencia a través de reputación, proximidad social y espacial, y por lazos familiares y éticos. Intercambio de información tácita por interacciones cara a cara. Altos costos para cambio de socios.
Cautiva	Habilidad para codificar instrucciones detalladas, alta complejidad de especificaciones del producto y bajas capacidades del proveedor. Bajas competencias del proveedor requieren de intervención y control de la empresa líder, creando así dependencia. Altos costos para cambio de socios.
Jerárquica	No pueden ser codificadas las especificaciones. Productos complejos y proveedores poco competentes. Las empresas líderes desarrollan y manufacturan sus productos (integración vertical). La gobernanza es por control administrativo, que fluye de los gerentes a los subordinados, o de la matriz a las subsidiarias y de ahí a las filiales.

Fuente: adaptado de Humphrey y Schmitz (2000) y Gereffi, Humphrey y Sturgeon (2005).

Finalmente, Humphrey y Schmitz (2000), enfatizan que los procesos de *upgrading* son complejos porque están definidos por el tipo de gobernanza, las capacidades tecnológicas y los esfuerzos estratégicos de la empresa para mejorar la posición en la cadena, y también por las condiciones externas que favorecen las configuraciones de la cadena de valor como el rol de los sistemas de innovación nacional, regional y local.

1.3.2. Sistemas de Innovación

El segundo enfoque relevante es el de los Sistemas de Innovación (SI) desarrollado en diferentes lugares de Europa y Estados Unidos en la década de 1980. De acuerdo con Freeman (1995), la primera vez que se utilizó la expresión de Sistema Nacional de Innovación (SNI) fue en un libro editado por Bengt-Åke Lundvall en 1992. Por su parte, Lundvall afirma que fue Christopher Freeman quien propuso el concepto en 1987 en su estudio sobre la innovación en Japón (Lundvall, 1991).

Freeman (1995) alude a los estudios de Friedrich List (1841) sobre los problemas de desarrollo de Alemania con relación a Inglaterra, y atribuye a List el concepto de *sistema*

nacional de producción y aprendizaje, el cual toma en cuenta un amplio conjunto de instituciones nacionales, incluyendo aquellas encargadas de la educación y el entrenamiento, así también las estructuras como redes de transporte de personas y mercancías. Para Lundvall, Johnson, Andersen y Dalum (2002) la versión moderna del concepto de SI no está basada tanto en las ideas de List como en las del economista liberal Burenstam Linder sobre la integración vertical entre consumidores y proveedores (usuarios-productores). De igual forma, contribuyeron al concepto desarrollado por Lundvall y la escuela de Aalborg, los estructuralistas marxistas y economistas del desarrollo franceses, con nociones de sistemas de producción nacional y complejos industriales, donde la interacción vertical es crucial para el desempeño económico nacional, y vinculado a este, el análisis de la especialización y la competitividad internacional.

La gran difusión y aceptación del concepto de SI por parte de organismos internacionales como la OCDE, se debe en gran parte a la colaboración entre C. Freeman y B-Å. Lundvall, mediada por la relación entre el SPRU y el grupo IKE, así como a las contribuciones de Edquist y Lundvall (1991) y Nelson (1993); y en cercanía con el concepto de SNI las propuestas de Whitley (1994) con su análisis de Sistema Nacional Empresarial, y el de Amable, Barré y Boyer (1997) con el concepto de Sistemas Sociales de Innovación.

En los SI, el aprendizaje tecnológico y la innovación se entrelazan en una compleja trama conformada por el aprendizaje interactivo entre diversos agentes, el entorno institucional y el marco organizacional. Las instituciones pueden ser formales como universidades y centros públicos de investigación, cuyas principales funciones son la difusión, absorción y uso de la innovación, así también aquellas instituciones no formales como las normas, hábitos y reglas que dan forma a las interacciones entre agentes. De este entorno institucional y relacional entre agentes se deduce que la innovación es un proceso no lineal, acumulativo, y dotado de una alta incertidumbre que no se genera en empresas aisladas, sino entre empresas que participan en una densa y dinámica interacción con el entorno. (Lundvall et al, 2002 y Edquist, 2006).

Los supuestos centrales del enfoque de SI son: el conocimiento está localizado territorialmente y resulta difícil moverlo físicamente; algunos componentes del conocimiento

están incrustados en las mentes y cuerpos de los agentes, en forma de rutinas, esquemas y relaciones entre personas y entre organización; el aprendizaje y la innovación son procesos sociales, deben ser comprendidos como resultado de la interacción entre agentes y de ahí que un análisis puramente económico sea insuficiente; los SI difieren tanto en términos de su especialización productiva y comercial, como en su base de conocimiento; los SI son sistémico, los diferentes elementos son interdependientes y las relaciones son importantes para el desempeño innovador y; por último, el aprendizaje y la innovación están fuertemente interconectados pero no son procesos idénticos (Lundvall, 2007). Ya sea que se refiera al nivel nacional, regional o local, el enfoque de SI enfatiza el papel clave de las trayectorias tecnológicas y los aspectos institucionales en el aprendizaje colectivo, así mismo el entorno institucional puede estimular o inhibir el aprendizaje y la innovación. Por tanto, la proximidad geográfica, cultural y organizacional de los agentes son cruciales para el desarrollo de capacidades locales.

De acuerdo con Freeman (1987:1) el SNI se define como “la red de instituciones en los sectores públicos y privados cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías” y Lundvall (1992:13) señala que el SNI está compuesto por “los elementos y las relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de nuevos conocimientos económicamente útiles que estén localizados dentro de o enraizados en las fronteras de un estado nación”. Para Nelson (1993:5) el SNI está conformado por “un conjunto de instituciones cuyas interacciones determinan el desempeño innovador de las empresas nacionales”, y Edquist (2006:183) advierte que el SNI incluye “todos los factores económicos, sociales, políticos, organizacionales, institucionales y otros que influyen en el desarrollo, difusión y uso de las innovaciones”.

Las empresas son las unidades básicas del sistema de innovación, las cuales, en interacción con otras empresas, organizaciones, universidades e institutos tecnológicos, desarrollan procesos de innovación que terminan por incidir en el desempeño económico general; las actividades de innovación de las empresas (estilos y modos de innovación y aprendizaje) dependen del sistema nacional de educación, los mercados de trabajo, de productos, financieros, los derechos de propiedad y del arreglo institucional (Lundvall, 2007).

Si bien el foco inicial de los SI fue la escala nacional, esto se debió en parte a que el análisis económico hace un fuerte énfasis en comparar el crecimiento económico y la riqueza de naciones, además bajo el supuesto implícito de la homogeneidad territorial de los estados nacionales. Una vez que se empieza a desmitificar el uso del término nacional se presentan opciones para articular el análisis de la innovación en otras escalas como la regional o sectorial.

El Sistema Regional de Innovación (SRI) propuesto por Cooke (1992) enfatiza que los elementos claves son: 1) las *regiones* como unidades políticas de nivel meso situadas entre los niveles de gobierno nacional y local, que puede tener la misma homogeneidad histórica y cultural, que puede detentar poderes estatutarios para soportar el desarrollo económico, particularmente la innovación; enfatiza el papel de arreglo *institucional* de normas, rutinas y convenciones concernientes a la infraestructura de soporte organizacional para la competitividad regional; 2) las *redes* informales tanto como las organizaciones formales, como mecanismos para sostener relaciones recíprocas de alta *confianza* que puedan ser usadas para minimizar los costos de transacción entre las empresas y para la innovación; 3) la importancia de la *proximidad* geográfica o características de aglomeración para facilitar el intercambio de conocimiento tácito y otras externalidades; 4) el *aprendizaje* organizacional e institucional, donde nuevas clases de conocimiento, habilidades y capacidades podrían estar incrustadas en forma de rutinas y convenciones de las empresas para soportar la innovación y para un mejor desempeño económico y finalmente; 5) la *interacción*, en el sentido de reuniones regulares o comunicación formal e informal enfocada en la innovación de tal manera que empresas y miembros y organizaciones de la red puedan asociarse para aprender, criticar y perseguir proyectos específicos o prácticas colectivas (Cooke, 1992 y Cooke, Uranga, y Etxebarria, 1997, Cooke y Morgan, 1998).

Más allá de la dimensión geográfica, también se ha desarrollado la noción de Sistemas Sectoriales de Innovación (SSI), debido a que en algunas industrias se pueden encontrar pocas grandes empresas compitiendo en los niveles nacional o global, mientras que en otras se pueden encontrar un gran número de pequeñas empresas, la mayoría de ellas nuevas, dispersas

geográficamente. Algunas industrias se caracterizan por muchas empresas localizadas en áreas geográficas específicas las cuales cooperan en los procesos de innovación.

El SI puede ser definido como el sistema de empresas activas en el desarrollo y realización de un producto en un sector, y en la generación y utilización de tecnologías; así también, como un sistema de empresas que están relacionadas en dos formas diferentes; a través de procesos de interacción y cooperación en el desarrollo de tecnologías y artefactos; y a través de procesos de competencia y selección de actividades de mercado e innovación (Breschi y Malerba, 2006 y Malerba y Nelson, 2011). En el mismo sentido Porter (1990) demostró que la fuerte competencia y rivalidad entre empresas es un importante incentivo para la innovación y la diferenciación de productos. Porter (2000:15) define a un clúster como “concentraciones geográficas de empresas interconectadas, proveedores especializados, proveedores de servicios, empresas en industrias relacionadas e instituciones asociadas como universidades y asociaciones de comercio, en un campo particular que compiten pero también cooperan”, y es debido a esta proximidad y complementariedad, que las empresas que conforman un clúster industrial, continuamente combinan y recombinan recursos similares y disimiles para producir nuevos conocimientos e innovaciones.

En paralelo a los SNI concurren otros enfoques como el de la Triple Hélice de Etzkowitz y Leydesdorff (1995), y el modo 2 de producción científica de Gibbons et al. (1994), los cuales se centran en el conocimiento científico y el rol de las universidades en la innovación. Estas dos perspectivas enfatizan los procesos de vinculación entre ciencia, tecnología e innovación, destacando la importancia del conocimiento codificado, pero dejan de lado el conocimiento tácito o aprendizaje basado en la experiencia, o al menos le dan menos importancia en el proceso de innovación, por lo que esos enfoques solo analizan aspectos parciales de los procesos de aprendizaje e innovación.

En la base del enfoque SI se encuentra la articulación de cuatro perspectivas teóricas para el análisis económico de la innovación: 1) de la teoría económica neoclásica se retoman los fundamentos de la elección racional de recursos para la innovación y para evaluar el desempeño económico; 2) de la economía austriaca, la visión de mercado como un proceso

dinámico de aprendizaje para la asignación de recursos; 3) de la gestión de la innovación, los principios de tasa de retorno y de riesgo para asignar recursos a proyectos de I+D para la innovación y; 4) el análisis económico de la innovación, se enfoca en la entendimiento de los procesos de aprendizaje, principalmente analiza qué actividades y esfuerzos resultan en innovaciones, y comprender que la innovación es un proceso de producción conjunta donde un resultado es la innovación y otro es un cambio en las capacidades de los agentes involucrados (Lundvall, 2007).

El núcleo de la perspectiva de SI es el proceso de innovación y siguiendo la tradición schumpeteriana, la innovación puede ser vista como “nuevas combinaciones” y se refiere a las invenciones que llegan a ser innovaciones solamente cuando un emprendedor las introduce en el mercado y crea nuevas empresas (*Mark I*), es decir comercialización de nuevos conocimientos (Schumpeter, 1934 y Lundvall, 2007). Además, no solo el emprendedor individual sino también la gran empresa (*Mark II*) con expertos trabajando en equipos de I+D que buscan nuevas soluciones tecnológicas e introducen innovaciones (Schumpeter, 1942).

Tanto Freeman como Lundvall son seguidores de Schumpeter en esos aspectos, pero ellos incluyen el proceso de difusión y uso de las nuevas combinaciones. Lundvall define, con ciertas reservas, a la innovación como un proceso que abarca desde la primera introducción al mercado hasta la difusión y uso de nuevas combinaciones (Lundvall, 2007). El Manual de Oslo, en su tercera edición, define cuatro tipos de innovaciones en las empresas: innovaciones de producto, innovaciones de proceso, innovaciones organizativas e innovaciones de mercadotecnia (Manual de Oslo, 2005:23). Sin embargo, Schumpeter (1934) propuso una lista de cinco tipos de innovación: i) introducción de nuevos productos; ii) introducción de nuevos métodos de producción; iii) apertura de nuevos mercados; iv) desarrollo de nuevas fuentes de suministro de materias primas u otros insumos y; v) creación de nuevas estructuras de mercado en un sector de actividad (Manual de Oslo, 2005:37).

El enfoque de SNI ve el proceso de innovación como algo sistémico, como el resultado de complejas interacciones entre varios actores e instituciones. Las principales interacciones para el flujo de conocimientos (tácitos y codificados) entre actores son: 1) interacciones entre

empresas; 2) interacciones entre empresas, universidades e institutos públicos de investigación; 3) difusión de conocimiento y tecnología a las empresas; y 4) movimiento de personal (Lundvall, 2007).

De acuerdo con Jensen et al (2007), en los SI existen dos tipos de conocimiento (tácito y codificado) y dos modos de innovación: el modo basado en ciencia, tecnología e innovación (STI, *Science, Technology and Innovation*) y el modo basado en hacer, usar e interactuar (DUI, *Doing, Using and Interacting*). Sin embargo, la transferencia de conocimiento no es automática, requiere de esfuerzos, destrezas y capacidades de absorción. Los sistemas de entrenamiento y educación generalizan el conocimiento y lo incorporan en los individuos, así mismo los productores de maquinaria pueden incrustar conocimientos en sistemas técnicos y en *blueprints*, mientras que las empresas de servicios intensivas en conocimientos pueden entregar conocimientos desincorporados en forma de soluciones estándares.

En cuanto al conocimiento tácito, la movilidad laboral, como la rotación de trabajadores, es un mecanismo importante para la dispersión del conocimiento basado en la experiencia (Jensen et al, 2007). En cuanto a los modos de innovación, el modo STI y el modo DUI involucran tanto un marco organizacional como relaciones entre empleados que utilizan conocimiento implícito y promueven el aprendizaje interactivo. Lundvall (2007) sugiere que la distinción entre los dos modos de innovación es útil para definir las fronteras del SI y que el carácter evolucionista del SNI hace referencia a la forma de cómo se crea diversidad, se reproducen y se seleccionan empresas, productos y rutinas.

De acuerdo con Laursen (2001) los argumentos más importantes en el enfoque desarrollado por Lundvall son la importancia del aprendizaje interactivo en general y la interacción usuario-productor en particular, en el contexto de innovaciones de productos: el conocimiento de los clientes (o de cualquier otro usuario) es un recurso crítico para el éxito de las innovaciones, es decir se requiere poner atención a las necesidades de los usuarios, lo cual es central para el desarrollo de nuevos productos en empresas establecidas (Laursen, 2001). En cuanto a la interacción usuario productor, Lundvall (1988) argumenta que tiene muchas características importantes tales como que es durable en el tiempo y que tales interacciones son

más eficientes en distancias geográficas cortas, especialmente cuando las necesidades de los usuarios son complejas y cambiantes.

Lundvall resalta que el concepto de SI está fuertemente enraizado en trabajos empíricos, como el proyecto DISKO, diseñado en 1995 y publicado en 1999, que es importante porque puso a prueba muchas de las ideas centrales del concepto de SI, incluso como resultado de este trabajo empírico se propuso una redefinición del concepto otorgando mayor énfasis a las personas, organizaciones y a la construcción de capacidades (Lundvall 2007).

Los principales hallazgos del proyecto “*The Danish Innovation System in Comparative Perspective*” (DISKO-Project) son: 1) los equipos interdepartamentales, la rotación laboral, la autonomía en el trabajo, y la inversión en entrenamiento son las variables que mayor impacto tuvieron sobre la innovación; 2) aquellas empresas que interactúan con otras empresas (interacción usuario-productor) cuando desarrollan nuevos productos y existen relaciones de largo plazo (redes inter-empresariales) presentan un mejor desempeño innovador; 3) las diferentes formas de conocimientos son producidas y se mueven de un sector a otro, y esto otorga una imagen completa del SI, así mismo, se encontró que los servicios empresariales ahora son un sector estratégico y que juegan un rol similar al desempeñado por el sector productor de maquinaria en la época de la economía industrial; 4) ciertas características del sistema de educación, el mercado laboral y los mercados financieros son reflejadas en como las empresas organizan el aprendizaje y la innovación, el mercado laboral, que promueve la movilidad y el entrenamiento también fomenta el cambio organizacional, así como las interacciones entre diferentes categorías de empleados y entre empresas que promueven innovaciones incrementales Lundvall (2002).

1.4. Hacia la convergencia de los enfoques de CGV y SI para el estudio de los Spinoffs empresariales

Uno de los objetivos del capítulo teórico, y de esta tesis, es proponer y desarrollar una base analítica para el estudio de los Spinoffs empresariales intra-industriales en sectores intensivos en conocimientos en México. Por cual, se realiza un esfuerzo por combinar el enfoque de CGV (Gereffi y Korzeniewicz, 1994; Gereffi, Humphrey y Sturgeon, 2005), y la perspectiva de SI

(Lundvall, 1992, 2007) con énfasis en el nivel regional (Cooke, 1992, 2001; Cooke, Uranga y Etxebarria, 1997).

Recientemente, se han realizado algunos esfuerzos a nivel internacional por combinar los enfoques CGV y SI (Pietrobelli y Rabellotti, 2009, 2011; Malerba y Nelson, 2011; Lundvall, Jurowetzki y Lema, 2014). En estos estudios se argumenta que la perspectiva de SI puede enriquecerse con la dimensión de intercambio y colaboración internacional para la generación y difusión de conocimientos e innovación, superando así su confinamiento a las economías nacionales, mientras que el enfoque CGV se puede fortalecer incluyendo en el análisis el contexto organizacional e institucional, tanto local como nacional, y la influencia de las políticas de innovación sobre las formas de gobernanza en la CGV y sobre los procesos de aprendizaje y escalamiento (Humphrey y Schimitz, 2000; Pietrobelli y Rabellotti, 2009, 2011; Lundvall et al, 2014).

En el marco de estos esfuerzos de convergencia teórica, el análisis de los Spinoffs parece un terreno empírico apropiado para la combinación de las perspectivas CGV y SI, ya que ambas consideran dimensiones y variables distintas, pero complementarias, de los procesos de aprendizaje, innovación y creación de capacidades en las empresas y otros agentes que interactúan en contextos específicos. La premisa central de esta convergencia sería que las formas de gobernanza de la CGV repercuten en los mecanismos de aprendizaje e innovación dentro de cadenas territorialmente específicas, y las organizaciones de tecnología y las políticas de ciencia y tecnología tienen a su vez efectos sobre la gobernanza, el aprendizaje y el *upgrading* en la CGV (Pietrobelli y Rabellotti, 2010).

Pietrobelli y Rabellotti (2009) buscan integrar ambos enfoques para analizar el papel de los sistemas de innovación en el nivel nacional, regional o local y los diferentes patrones de gobernanza de la cadena global de valor que, de forma conjunta, influyen en los mecanismos de aprendizaje e innovación de las empresas¹². Por su parte, Lundvall, Jurowetzki y Lema, (2014)

¹² Desde otras plataformas conceptuales se han desarrollado esfuerzos similares para integrar la conceptualización del conocimiento y el aprendizaje en el análisis del sistema productivo. Bell y Albu (1999) señalaron que ambos sistemas pueden interactuar; los sistemas de innovación y aprendizaje en distritos tecnológicos y clústeres (a través de interacciones entre empresas e instituciones) contribuyen a la construcción de capacidades tecnológicas

encuentran numerosas convergencias y traslapes, pero poco intercambio entre las perspectivas CGV y SI, y argumentan que la nueva combinación será de utilidad tanto para mejorar el conocimiento sobre procesos socioeconómicos en países en desarrollo como en la construcción de una base de conocimiento útil para la acción; a pesar de algunas diferencias teóricas y metodológicas (en parte explicadas porque el enfoque SI fue propuesto por economistas, mientras que el análisis CGV fue propuesto por sociólogos), ambas pueden complementarse en el marco de la tradición de los estudios que abordan los fenómenos económicos a partir de las herramientas conceptuales de la sociología (Smelser y Swedberg, 2005).

De acuerdo con Pietrobelli y Rabellotti (2011) y Lundvall et al. (2014), es posible la combinación de estas perspectivas socio-económicas para el análisis de los Spinoffs, debido a que en el terreno empírico las CGV y los SI establecen una relación intrínsecamente dinámica, en continua retroalimentación, y debido a la endogeneidad de los procesos de aprendizaje e innovación, ambas perspectivas presentan causalidad bidireccional.

En términos teóricos las perspectivas CGV y SI comparten el estatus de teorías de alcance medio, es decir teorizaciones con un nivel intermedio de abstracción, a medio camino entre las teorías generales y las proposiciones empíricas. En términos metodológicos su valor reside en que plantean conjuntos limitados de supuestos que pueden ser confirmados por la investigación empírica mediante hipótesis específicas, pero a la vez son suficientemente abstractas para abordar diferentes esferas de la acción y de la estructura social, por lo que trascienden la simple descripción o la generalización; en el plano de la propia teoría, los supuestos e hipótesis se conectan con redes más amplias de teorías y permiten la ampliación y sistematización de la teoría en un marco de alta sensibilidad a la evidencia empírica (Merton, 1968 y Morrow et al, 1980). Lundvall (2007) argumenta que la perspectiva SI constituye un “dispositivo de enfoque” equivalente a una teoría, que permite observar, entender y controlar

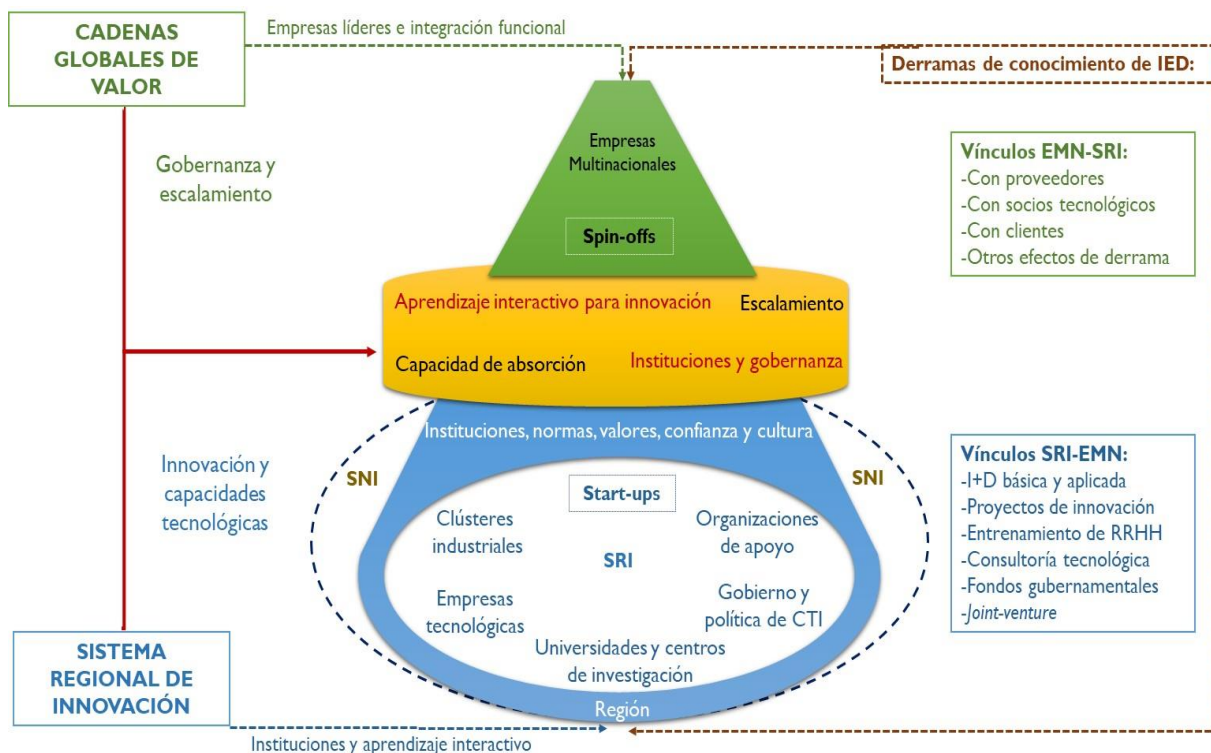
requeridas para mantener la eficiencia de los sistemas de producción, para el diseño de nuevos productos, desarrollo de nuevas máquinas, nuevos procesos y establecer nuevos canales de oferta y distribución. Ernst y Kim (2002), por su parte, desarrollaron un marco conceptual que explora los vínculos entre las redes globales de producción (GPN) y el rol de las empresas líderes (*flagships*) en la transferencia de conocimientos y la formación de capacidades en los proveedores locales. Malerba y Nelson (2011) realizaron un esfuerzo similar, aunque menos claro de convergencia de enfoques, estos utilizan el marco analítico de sistemas sectoriales de innovación y analizan los factores que afectan el *catching-up* en industrias de varios países, considerando los procesos de aprendizaje que siguen diferentes trayectorias de avances tecnológicos y de productos.

fenómenos que de otro modo no podrían ser captados; ayuda a organizar y enfocar el análisis, a explicar determinados segmentos de la realidad y a proveer bases para la acción.

En el enfoque CGV, la gobernanza, el *upgrading*, y la articulación de redes interempresariales son los conceptos clave (Gereffi y Fernandez-Stark, 2011), mientras que el enfoque de SI, privilegia los conceptos de aprendizaje interactivo, la articulación de instituciones y la innovación entre empresas (Lundvall, 2007). Si bien ambas perspectivas tienen como uno de sus principales ejes analíticos los procesos de mejora (de empresas, regiones, países), el enfoque SNI le concede una importancia fundamental a la construcción de capacidades de absorción, mientras que el análisis de la CGV se enfoca en los procesos de *upgrading*, entendido como el escalamiento a actividades de mayor valor en la CGV para aumentar los beneficios de la participación en la producción global (Gereffi et al, 2005).

A partir del análisis de los enfoques, encontramos que los principales puntos de convergencia de los enfoques de CGV y SI son cuatro: 1) el proceso interactivo de aprendizaje usuario-productor para producir innovaciones de productos; 2) el escalamiento o *upgrading*, principalmente de proceso y producto; 3) capacidades de absorción y; 4) el arreglo institucional del SI que influye en la gobernanza de la CGV y viceversa. En la figura 1.2 se representa la convergencia de los dos enfoques.

Figura 1.2. Convergencia de los enfoques de CGV y SI



Fuente: elaboración con base en Blormström y Kokko, (1998), Cooke (1998), Gereffi, Humphrey y Sturgeon (2005), Lundvall (2007), Pietrobelli y Rabellotti (2011), Jurowetzki, Lundvall y Lema (2015), De Marchi, Giuliani y Rabellotti (2015).

A continuación, se describen los puntos de convergencia producto de la combinación de los enfoques de CGV y SRI con el objetivo de explicar, a nivel teórico, el fenómeno de los Spinoffs empresariales. De estos cuatro puntos de convergencia, se probarán empíricamente solamente dos para estudiar los efectos de las EMN y los SRI sobre los Spinoffs empresariales, a saber: la capacidad de absorción y el aprendizaje interactivo para innovación en producto y proceso.

1.4.1. Spinoffs e innovación

Schumpeter (1934) veía el cambio económico como un proceso evolutivo caracterizado por variación, selección y repetición. La función emprendedora es lo que genera variación en la realidad económica; el principio de selección está basado en la idea de “destrucción creativa”, y las “nuevas combinaciones” se apoyan en la estructura social, donde el mecanismo subyacente para la innovación es la interacción entre agentes sociales (Smelser y Swedberg, 2005).

Para Lundvall (1992) las innovaciones de producto exitosas frecuentemente involucran interacción social entre productores y usuarios (clientes) de la innovación; las innovaciones pueden ser vistas como el resultado de colisiones entre la información de oportunidades técnicas y la información sobre las necesidades de los usuarios (Rosenberg, 1982).

Tanto las redes de vínculos y canales de información entre productores y consumidores, están traslapados: los vínculos relacionan la producción (cadena de valor) mientras que los canales de información relacionan la innovación (sistema de información). De esta manera, la interacción entre usuario y productor toma tres formas diferentes: intercambio de productos, intercambio de información y cooperación. Entre ellos circula información, pasa por diferentes canales de comunicación y se transforma en códigos específicos, asumiendo que las organizaciones tienen memoria y que acumulan información. Adicionalmente, la memoria organizacional crece como resultado de experiencias internas y de la información absorbida desde el exterior (usuarios).

Así mismo, entra en juego la proximidad/distancia geográfica y cultural entre el usuario y productor, así como la estabilidad o complejidad de los mensajes para el intercambio de información. Por lo anterior, la noción de aprendizaje interactivo se considera el micro fundamento del enfoque de sistemas de innovación (Lundvall, 1985). En la medida que las empresas interactúan y desarrollan innovaciones por medio de procesos de aprendizaje en redes de producción y distribución global de bienes y servicios, esos procesos son influenciados por las características, geográficas, institucionales y culturales de la localidad (sistemas de innovación local o regional).

El proceso interactivo usuario-productor es ante todo un proceso social, constituido por empresas que producen bienes y servicios y por clientes, pero que se concreta en relaciones cotidianas entre los empleados de esas empresas. En ese sentido, el conocimiento está disperso entre los empleados, y sus componentes tácitos pueden ser usados como insumos en los procesos de innovación, los cuales requieren interacción directa (*vis à vis*) entre empleados de las empresas usuarios y productores (Laursen, 2011).

Dado que se trata de un proceso social en términos de aprendizaje interactivo, aquellos empleados que estén mejor posicionados para intermediar agujeros estructurales estarán en posibilidad de obtener beneficios, colectivos e individuales, a través del acceso al conocimiento, la información, la construcción de capacidades y las oportunidades de negocio (Burt, 1992).

El descubrimiento de oportunidades basadas en asimetrías de información, la explotación de conocimientos adquiridos en la empresa matriz y la construcción de capacidades, son los principales elementos que subyacen en el modelo de entrada al mercado a través de Spinoffs empresariales formados por empleados en industrias de alta tecnología, que mayormente están articuladas en CGV (Klepper y Thompson, 2005).

Además, el proceso interactivo de los SI se vincula estrechamente con la gobernanza, en tanto que la forma de gobierno de la cadena de valor es importante para la generación, transferencia y difusión de conocimientos que guían a la innovación y, además, define en buena medida las oportunidades de escalamiento de proceso y producto (*upgrading*) de las empresas, particularmente en países en desarrollo (Humphrey y Schmitz, 2002).

1.4.2. Spinoffs y escalamiento

El *upgrading* o escalamiento se entiende como la habilidad de la empresa para hacer mejores productos, hacerlos de manera más eficiente, o moverse a actividades de mayor valor en la cadena de valor (Pietrobelli y Rabellotti, 2011), y de acuerdo con Lundvall, Jurowetzki y Lema (2014), el *upgrading* es resultado de procesos interactivos de aprendizaje del tipo usuario-productor, así como de la formación de capacidades en la empresa.

Humphrey y Schmitz (2002), distinguen cuatro tipos de *upgrading*: 1) de proceso, que consiste en introducir cambios en la organización de la producción, esto es, producir los mismos bienes o servicios, pero más eficientemente; 2) de producto, introducir cambios en el producto final, puede ser de naturaleza radical o incremental, también pueden ser nuevos para la empresa o para el mercado, nacional o internacional; 3) funcional, consiste en adquirir funciones nuevas o superiores en la cadena de valor, esto es, moverse a actividades de mayor valor agregado, e;

4) intersectorial, que consiste en diversificarse a un sector diferente basado en las competencias adquiridas en una actividad específica.

Como en cualquier proceso innovador, el *upgrading* requiere la adquisición de nuevas competencias, recursos o la recombinación de los existentes en nuevas formas; además, es producto de un proceso interactivo porque las empresas escalan como resultado de la interacción con otras empresas, instituciones y organizaciones del sector o dentro de un clúster.

Diversas mezclas de políticas gubernamentales, instituciones, estrategias corporativas, regímenes tecnológicos y habilidades de los trabajadores están asociadas con los tipos y los grados de éxito del *upgrading* (Fernandez-Stark y Gereffi, 2011). Debido a este último aspecto, la arquitectura de los SI se puede vincular analíticamente con las trayectorias de *upgrading*, ya que las instituciones, organizaciones y políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) definen el contexto en el que se estructuran las oportunidades y la viabilidad del escalamiento.

Para el caso de los Spinoff empresariales, la conexión entre los procesos de *upgrading* y los atributos del SI tiene que ver con las trayectorias de los empleados de las EMN en las que trabajaron y obtuvieron conocimientos, entrenamientos, acumularon experiencia, desarrollaron capacidades tecnológicas y organizacionales, y formaron redes socio-profesionales con diversos actores del sistema de innovación, estos elementos son forman una base de conocimientos que posibilita el escalamiento, principalmente en procesos y productos.

1.4.3. Spinoffs y capacidades de absorción

En la literatura sobre procesos de acumulación de capacidades tecnológicas y cambio técnico se enfatiza que las tecnologías, la información y los conocimientos externos no se pueden absorber de manera pasiva e inmediata, sino que requieren de un esfuerzo para absorberla, asimilarla y estar en posibilidad de ponerla en práctica para su uso comercial; de ahí la importancia de las capacidades de absorción de la empresa.

De acuerdo con Cohen y Levinthal (1990:128), las capacidad de absorción se define como “la habilidad de una empresa para reconocer el valor de nueva información proveniente

del exterior, asimilarla y aplicarla para fines comerciales es central para sus capacidades de innovación”. La capacidad de absorción puede ser vista como una medida de aprendizaje organizacional, un conjunto de habilidades colectivas desarrolladas a través del aprendizaje interactivo, habilidades relacionadas tanto con las estructuras cognitivas, que subyacen en los procesos de aprendizaje, de transferencia de conocimiento y de innovación, como con la estructura de comunicación entre el ambiente externo y la organización.

Las capacidades de absorción descansan sobre los vinculos tejidos entre un conjunto de capacidades de los individuos: en la medida en que una organización desarrolla una red activa y amplia de relaciones internas y externas, entre individuos conscientes de las capacidades de los otros, el conocimiento organizacional se fortalece (Cohen y Levinthal, 1990).

Por lo anterior, la formación de Spinoffs empresariales estará en función de las capacidades que posea la organización matriz y que hayan sido transferidas al empleado. La idiosincrasia de las capacidades de la empresa, dan lugar a diferencias en productos, procesos y estrategias, a su vez, por la competencia de las empresas de la industria, y de esta manera existe heterogeneidad entre las empresas de la industria. Para la empresa, las capacidades, incluyendo las capacidades dinámicas (Teece, Pisano y Shuen, 1997), para adaptarse al medio ambiente son la base de la competitividad.

Para Guido (2007) los Spinoffs son capaces de transferir capacidades de la empresa matriz a su nuevo contexto organizacional; esto les provee de una ventaja competitiva frente a los nuevos entrantes (*denovo entrants*) que no han tenido antecedentes en la industria como los Startups. De esta manera, la creación de Spinoffs opera con la movilidad de ex-empleados de una organización existente que estarán respaldados por las capacidades adquiridas en la organización donde laboraron, por ejemplo, empleados en sectores de alta tecnología que estuvieron involucrados en actividades de I+D cuentan con una base amplia de capacidades, que incluye conocimiento tácito incrustado en rutinas, que se agrega a su formación académica avanzada y entrenamientos previos. En los procesos de formación de Spinoffs, el conocimiento organizacional ya probado en la industria puede ser combinado con nuevas ideas y de esta manera estar en posibilidades de romper con la inercia y resistencia al cambio que limita a las

empresas existentes en una industria (Klepper, 2009). Además, las capacidades de absorción se crean en continua interacción de la empresa con el medio exterior, es ahí donde el arreglo institucional toma relevancia, como se señala en el siguiente punto.

1.4.4. Spinoffs, instituciones y gobernanza

De acuerdo con lo planteado en las secciones anteriores, el aprendizaje y la innovación están influenciados por las características del SI y por el tipo de gobernanza de la CGV (mercado, modular, relacional, cautiva y jerárquica).

La integración en CGV es una estrategia frecuente entre empresas de países en desarrollo, lo cual las inserta en procesos de aprendizaje y mejora de sus capacidades para satisfacer los requerimientos de calidad, tiempos de entrega, eficiencia de procesos, y estándares socio-laborales y medioambientales, impuestos por la CGV (Pietrobelli y Rabellotti, 2011).

Tratándose del Sistema Regional de Innovación (SRI), además de estructurar el contexto de operación de las empresas, las instituciones y organizaciones que lo conforman, apoyan las actividades de transferencia de conocimientos, aprendizaje e innovación de los participantes a través de diversos servicios, principalmente a través de empresas intensivas en conocimientos o KIBS (*Knowledge-Intensive Business Services*) y empresas de base tecnológica o NTBF (*New Technology-Based Firms*), entre estas destacan las que proveen servicios de medición, estandarización, pruebas y control de calidad (MSTQ)¹³, así como a través de instituciones de educación superior (IES), centros de investigación (CI), centros técnicos de capacitación y entrenamiento, y en términos más generales, mediante las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI), sin dejar de lado los diversos canales de derramas de conocimiento de la IED a través de EMN que están insertas en estos SRI.

¹³ El acrónimo MSTQ (*Metrology, Standardization, Testing and Quality*) designa a las organizaciones que proveen servicios o consultoría sobre metrología, estándares, pruebas y gestión de la calidad. Estas organizaciones forman la infraestructura básica para las actividades tecnológicas en países emergentes. El uso de estándares reconocidos y su certificación por organismos internacionales o líderes de CGV son requeridas para participar en el comercio mundial. Estas organizaciones también son conocidas como KIBS (Pietrobelli y Rabellotti, 2011).

Se argumenta que existe una influencia mutua entre los tipos de gobernanza de la CGV y los atributos del SRI; por ejemplo: en cadenas modulares o relacionales, un SRI eficiente y bien estructurado dará servicios eficientes de homogenización, estandarización, pruebas y aseguramiento de la calidad a los participantes de la CGV. Así mismo, se esperaría que, en presencia de cadenas modulares y relacionales, con un SRI funcional y fuerte, reduce significativamente los costos relacionados con la transferencia tecnológica, el aprendizaje y la innovación. De manera contraria, tratándose de cadenas jerárquicas y cautivas, y en presencia de SRI desvinculados y débiles se esperaría una coordinación inter-empresarial con altos costos y riesgos, reduciendo significativamente la transferencia de conocimientos, el aprendizaje y la innovación entre los actores (Pietrobelli y Rabellotti, 2011).

Los principales vínculos e interacciones entre el SRI y las CGV son: 1) actividades conjuntas de I+D, básica y aplicada; 2) cooperación en proyectos de empresas con IES, para innovación en productos o en procesos; 3) capacitación, entrenamiento de recursos humanos y transferencia de tecnología entre empresas, IES y CI; 4) consultoría tecnológica, el marco regulatorio, y recursos e incentivos gubernamentales; 5) financiamiento y capital de riesgo, y; 6) las redes sociales y profesionales (Cooke, 2001; Dutrénit *et al.*, 2005; Pietrobelli y Rabellotti, 2011; y Contreras y Carrillo, 2015).

Por lo anterior, los Spinoffs empresariales pueden ser estudiados a través de la convergencia de los enfoques de SRI y CGV. Destacando la importancia de las organizaciones e instituciones de CTI, las empresas intensivas en conocimiento y de base tecnológica, y las organizaciones de soporte que conforman la infraestructura básica del SRI en países emergentes; en conjunto brindan servicios especializados, particularmente las KIBS (MSTQ) y las NTBF a empresas en general, y en algunos casos como proveedoras de EMN. Además, existe evidencia que una cantidad significativa de estas empresas tecnológicas, mayormente Pymes, son Spinoffs empresariales, y que participan activamente como una clase especial de intermediarios en el SI (Pietrobelli y Rabellotti, 2010; den Hertog y Bilderbeek, 2000).

1.5. Conclusiones

De acuerdo con Contreras, Carrillo y Olea (2012), en México, la creación de Pymes intensivas en conocimiento y de base tecnológica, de las cuales una población importante son Spinoffs empresarial, está vinculada a dos clases de entornos favorables: por lado, a las derramas de conocimiento de las EMN que operan en el país, el aprendizaje interactivo entre estas y empresas e instituciones locales, y por otro, al grado de maduración y desarrollo de Sistemas Regionales de Innovación en varias regiones de México. De acuerdo con estos autores, una tercera parte de las EMN que operan en México han tenido Spinoffs empresariales, creando 2,764 nuevas empresas y generando aproximadamente 97,000 empleos. Además, señalan que se trata de un fenómeno poco estudiado en México y que resulta relevante para estudios sobre las derramas de conocimiento, la innovación y la política de CTI.

Para los objetivos de esta investigación, la combinación de los enfoques de CGV y SRI permite diseñar una herramienta analítica-metodológica para explicar procesos socio-económicos tales como la formación de Pymes tecnológicas, como los Spinoffs empresariales, la construcción de capacidades tecnológicas, el escalamiento y la innovación. Todos estos elementos parecen estar vinculados entre sí, de tal forma que en el diseño metodológico se establecerá un orden lógico para el diseño de los instrumentos, el cuestionario y la entrevista, de tal forma que nos permita captar los componentes dinámicos de estos elementos en relación con la trayectoria del Spinoffs y del empresario.

El enfoque de sistemas de innovación se enriquece con el enfoque de CGV en la dimensión de intercambio y colaboración internacional para la generación y difusión de conocimientos e innovación, superando así su confinamiento a los límites sectoriales, regionales y nacionales; mientras que el enfoque de cadenas globales de valor se puede complementar con los SI al incluir el contexto organizacional e institucional regional y nacional, y con la influencia de las políticas e instituciones de CTI sobre los procesos de aprendizaje, escalamiento y tipos de gobernanza que operan en la cadena de valor (Humphrey y Schimitz, 2000; Pietrobelli y Rabellotti, 2009, 2011 y Lundvall *et al.*, 2014).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Spinoffs empresariales y Startups tecnológicos: mecanismos de formación, acumulación de capacidades de absorción e innovación en producto y proceso

2.1. Introducción

El objetivo general de esta investigación es identificar y analizar los mecanismos de formación, acumulación de capacidades de absorción y procesos de innovación de producto y proceso de Spinoffs empresariales de base tecnológica e intensivos en conocimiento intensivos en conocimientos o de base tecnológica que se han creado mediante desprendimientos tipo Spinoff empresarial a partir de EMN localizadas en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, a partir del inicio del TLCAN en 1994 hasta el 2017. De este objetivo general se desprenden cuatro objetivos específicos:

1. Evaluar la influencia de las derramas de conocimiento¹⁴ por parte de las EMN en la formación de Spinoffs empresariales en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez¹⁵.

2. Analizar los factores que influyen en la formación de capacidades de absorción en Spinoffs empresariales y en Startups, y ponderar las diferencias entre los dos tipos de empresas intensivas en conocimiento y/o de base tecnológica con respecto a las capacidades de absorción.

¹⁴ Se utiliza el término conocimiento en lugar de tecnológico, porque es más comprehensivo, ya que el conocimiento, tanto a nivel organizacional como individual, puede estar incrustado, en maquinaria, productos y servicios finales, puede tomar la forma de habilidades, competencias y rutinas incorporadas en las manos y mentes de los trabajadores, en las instituciones y organizaciones, y puede tener aspectos tanto codificados como tácitos Nonaka y Takeuchi (1995:8) y Polanyi (1966:4). De acuerdo con Simon (1991:125), “todo aprendizaje toma lugar dentro de las cabezas de los individuos; una organización aprende solamente de dos maneras: a) por aprendizaje de sus miembros, o b) por ingreso de nuevos miembros quienes poseen conocimientos que la organización no tenía previamente”.

¹⁵ En el capítulo contextual se presentan los aspectos geográficos y demográficos de las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez.

3. Construir indicadores compuestos de capacidad de absorción¹⁶ y de innovación en productos y proceso en Spinoffs empresariales y en Startups, para evaluar la relación entre indicadores y entre los tipos de empresas.

4. Implementar un estudio de casos múltiple de Spinoffs empresariales y Startups, para realizar réplica, literal y teórica, y proponer generalizaciones analíticas sobre estas empresas.

Desafortunadamente en México no se cuenta con bases de datos adecuadas para el análisis de nuestra unidad de análisis, los Spinoffs empresariales. La OCDE (2012:85), indicó explícitamente, en una evaluación del sector de las nuevas empresas basadas en el conocimiento en México, la falta de información estadística sobre la demografía de Nuevas Empresas de Base Tecnológica (*New Technology-Based Firms*) en México y que, al momento de desarrollar la investigación, con el apoyo del CONACYT, se hicieron algunos esfuerzos para llegar a estimaciones confiables sobre el número de NEBT. Se trató de compaginar las bases de datos del CONACYT, sobre empresas apoyadas con menos de 5 años de haberse creado, y los datos de las empresas que participan en la encuesta ESIDET¹⁷ gestionada por el INEGI. Sin embargo, estos esfuerzos no pudieron concretarse en el periodo de realización del estudio de la OCDE, por lo que se tuvo que hacer estimaciones indirectas a través de las empresas apoyadas por determinados programas y fondos del CONACYT, la Secretaría de Economía (SE), El Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM) que opera el Fondo Nacional Emprendedor (FNE), Nacional Financiera (NAFIN), Fundación México Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC), y otros, lo que resultó en inconsistencias metodológicas, sobre todo en términos de agregación y comparación de datos. Hasta el momento la base de NEBT no se ha realizado.

¹⁶Cohen y Levinthal (1990:128) señalan que la capacidad de absorción consiste en un sistema de ideas y capacidades existentes, y que más conocimiento y más experiencias construyen una base más amplia para la asociación con ideas del exterior. El término capacidad tecnológica es usado para indicar el nivel de capacidad organizacional en un punto en el tiempo, mientras que aprendizaje tecnológico es usado para describir los procesos dinámicos de adquirir capacidades tecnológicas. Las capacidades tecnológicas tienen tres elementos: producción, inversión (incluye duplicación y expansión) e innovación Kim (1999:111-112).

¹⁷ Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET). Elaborada por CONACYT e INEGI, la más reciente fue en 2012 y se presentaron los resultados en 2014. Se consideró una muestra nacional del sector productivo de 12,283 unidades económicas, de las cuales el CONACYT aportó un panel de 2,732 empresas INEGI/ESIDET-MBN (2014:10). Se solicitó por medios formales al INEGI el panel de empresas que aportó el CONACYT, pero fue denegada la información en virtud de los artículos 37 y 38 de la Ley del Sistema de Información Estadística y Geográfica.

Ante esta falta de bases de datos, se exploraron rutas para la creación de una base de datos confiable para la unidad de análisis. La ruta número 1 consistió en identificar, a nivel nacional, a todas aquellas empresas que están en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) y las que han participado en convocatorias de instituciones, como CONACYT, SE, INADEM, NAFIN, FUMEC y otras que operan fideicomisos para financiar proyectos tecnológicos y de innovación, adquisición de maquinaria y equipo, aceleramiento, internacionalización, entre otros estímulos. Se requirió de un importante esfuerzo para obtener los listados de estas instituciones debido al limitado acceso a la información y la diversidad de formatos de presentación de la información.

Se obtuvieron listados de empresas que participaron en convocatorias de las instituciones mencionadas¹⁸, independientemente de si fueron beneficiarias o no, partiendo del supuesto de que las empresas en estos listados son consideradas de base tecnológica o intensivas en conocimiento, dado que fueron seleccionadas por programas y fideicomisos orientados a estimular a empresas de mediana y alta tecnología.

Sin embargo, para generar una base de datos útil para el diseño muestral se requería contar con un mínimo variables en cada listado tales como: 1) nombre y/o razón social de la empresa; 2) localización (Estado y municipio); 3) contacto (dirección, teléfono, correo electrónico) 4) sector-actividad y; 5) tamaño de la empresa (en personal ocupado). El principal problema de los listados es que carecían de información, dos o más variables básicas, para el diseño muestral y el trabajo de campo, por lo que se descartó esta ruta.

Aun cuando los listados de la ruta 1 no se empleara en esta investigación, al menos tres beneficios se obtuvieron en este proceso: i) conocimiento de los programas que ofertan las principales instituciones de ciencia, tecnología e innovación en México; ii) identificación de algunos problemas en programas de financiamiento para proyectos tecnológicos e innovación como: falta de consenso en definiciones y requisitos, no existe una evaluación de las capacidades tecnológicas, actuales y potenciales, de las empresas solicitantes, registro y generación de

¹⁸ Se realizó una revisión detallada de cada una de las convocatorias y nos enfocamos en las que buscan fortalecer y financiar a empresas tecnológicas o intensivas en conocimiento. Se omitieron las convocatorias para creación y/o apoyo de nuevas empresas tradicionales.

información en formatos no compactibles entre sí, entre otros problemas; iii) contamos con información hasta el 2016 sobre instituciones de CTI, programas de apoyo y financiamiento, y una base amplia, aun cuando no uniforme, de empresas tecnológicas para estudiar el contexto de los Spinoffs empresariales.

Una segunda ruta para crear la base de datos consistió en utilizar el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) en su versión de 2013, con el objetivo de identificar las clases industriales, a 6 dígitos, que son considerados intensivas en conocimientos y/o de base tecnológica (KIBS-NTBF). Una vez seleccionados las clases en la estructura del SCIAN (2013), el diseño muestral se construye a partir de los listados obtenidos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI¹⁹, el cual está basando en la estructura del SCIAN (2013), y se generó con los resultados de los Censos Económicos de 2014 en México.

Se justifica la utilización del SCIAN debido a que la investigación se localiza en México, país signatario del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), y que adoptó el SCIAN para homologar la información económica con la de Estados Unidos y Canadá. Adicionalmente, el INEGI (2014) señala que el objetivo del SCIAN es proporcionar un marco único, consistente y actualizado para la recopilación, análisis y presentación de estadísticas de tipo económico, que refleje la estructura de la economía mexicana, de ahí que el DENUE ofrece los datos de los negocios activos en México, actualizados al 2016, con un total de 5 millones 39 mil 911 negocios.

Los listados descargados del DENUE contienen la siguiente información para cada uno de los establecimientos: identificación de establecimiento, nombre del establecimiento, razón social, clase de la actividad, estrato (personal ocupado), tipo de la vialidad, calle, número exterior, número interior, colonia, código postal, localidad, municipio y entidad, teléfono, correo electrónico, página de internet, tipo de establecimiento, longitud y latitud.

¹⁹ <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>

El SCIAN (2013) contiene 20 sectores, 94 sub-sectores, 305 ramas, 614 sub-ramas y 1059 clases. Sin embargo, solo un limitado número de clases industriales se consideran como productoras de bienes y servicios intensivos en conocimientos y/o de base tecnológica²⁰, el resto son empresas tradicionales o con bajo contenido tecnológico.

Esta selección de 45 clases, no es en absoluto arbitraria, sino que se realizó a partir de un proceso sistemático que consistió en: 1) una cuidadosa revisión de la metodología y estructura del SCIAN (INEGI, 2013), se revisó cada uno de los 20 sectores con las 1059 clases que lo conforman, así como la estructura del DENU (INEGI, 2014) y la metodología de los Censos Económicos de 2014 (INEGI, 2015); 2) se realizó un análisis crítico de la literatura sobre algunas metodologías para clasificar sectores intensivos en conocimientos y/o de base tecnológica a partir del SCIAN en Estados Unidos y México (Heckler, 2005; Kile y Phillips, 2009; Alarcón y Díaz, 2016); 3) se realizaron una serie de reuniones con investigadores, empresarios y consultores expertos, que han investigado y consultado a este tipo de empresas en México y América Latina; 4) por último, se realizaron búsquedas piloto en el DENU focalizadas en las clases pre-seleccionadas y el análisis mostró coincidencias significativas entre las clases pre-seleccionadas y el tipo de productos y/o servicios de las empresas listadas.

En cuanto al tamaño de la empresa, medido por personal ocupado, se seleccionaron los rangos: de 6-10, 11-30, 31-50 y de 51-100. Y son cuatro los municipios seleccionados: Tijuana, Playas de Rosarito y Tecate, para la ZM de Tijuana, y el municipio de Juárez, para la ZM de Juárez. Se hace hincapié en que ambas zonas sostienen intercambios dinámicos de conurbación con las ciudades de San Diego, California y El Paso, Texas, respectivamente. En el cuadro 2.1 se presentan las 45 clases seleccionadas de los siete sectores SCIAN.

²⁰ Ver Anexo 1 para la descripción de las 45 clases industriales seleccionadas.

Cuadro 2.1. Sectores y tamaños de los establecimientos seleccionados en el DENUe con base en el SCIAN (2013)

Sectores	Clases
11 Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	4
21 Minería	2
31-33 Industrias manufactureras	27
51 Información en medios masivos	2
54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	8
56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	1
81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	1
Total	45
Tamaños de empresa por personal ocupado	
De 0-5, 6-10, 11-30, 31-50 y de 51-100	

Fuente: Elaboración con base en DENUe (INEGI, 2014) y el proyecto “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” El Colef-Conacyt No. 1442.

Este capítulo se compone de cinco secciones, además de esta introducción. En la primera se presenta el diseño de la investigación y se definen las categorías más importantes. En la segunda sección se desarrolla la estrategia cuantitativa de la investigación, los *explanandums*, el diseño de la estrategia cuantitativa, los módulos del cuestionario y la encuesta. La tercera sección está dedicada a la estrategia cualitativa, basada en el modelo de estudio de caso múltiple, y se explica la relación entre la estrategia cuantitativa y cualitativa. En la cuarta sección se detalla el diseño muestral, el procesamiento de datos y el análisis de resultados, así mismo se presenta la propuesta para la construcción de los indicadores directos de capacidad de absorción y de innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales y en Startups. Finalmente, se presentan algunas conclusiones.

2.2. Diseño de la investigación

De acuerdo con Yin (2009:26), el diseño de investigación representa la secuencia lógica que conecta los datos empíricos con las preguntas iniciales de la investigación, y posteriormente con sus conclusiones. La fase de diseño resuelve al menos cuatro problemas: 1) qué preguntas se

van a estudiar; 2) qué datos son relevantes; 3) qué datos recolectar y; 4) cómo analizar los resultados.

De ahí que el diseño de investigación puede estructurarse como sigue: i) preguntas de investigación, incorporadas en los objetivos; ii) proposiciones para el diseño de estudio de caso y *explanandums* para el diseño de la encuesta; iii) unidad de análisis; iv) vínculo entre los datos y las proposiciones y; v) criterios para interpretar los hallazgos, *explanans* y análisis de monografías (Yin, 2009:27).

Muller y Doloreux (2007:9) señalan que, para investigar empresas intensivas en conocimientos, los investigadores han empleado una amplia variedad de métodos cualitativos y cuantitativos para la recolección de datos. Los trabajos cualitativos de estudio de caso se han enfocado, principalmente, en los procesos de innovación, utilizando entrevistas, estructuradas y no estructuradas, para revelar información clave como: las características de las relaciones con los clientes, los procesos de transferencia de conocimientos, y los procesos de equipos orientados a la innovación en una empresa. Así mismo, la entrevista se ha utilizado como una técnica complementaria a los cuestionarios para obtener una comprensión más amplia del rol de las empresas intensivas en conocimientos dentro de economías regionales. En cuanto a la investigación cuantitativa, esta se ha interesado más en patrones (y variedades), tipos, formas y consecuencias de la innovación. Empleándose estadística descriptiva para proveer evidencia sobre la naturaleza de las actividades de innovación en las empresas. Además, se utiliza el análisis multivariado para comparar los procesos de innovación entre empresas de servicios y empresas de manufactura, y comparaciones entre sectores. Mientras que, los modelos econométricos, que utilizan series de tiempo a nivel de empresas, son útiles para explorar el vínculo entre innovación y el desempeño económico de la empresa tecnológica.

En el diseño de investigación se pueden emplear ambos grupos de métodos. En la mayoría de los estudios cualitativos, el enfoque ha sido de naturaleza prescriptiva, especificando cómo y bajo qué condiciones, las empresas intensivas en conocimientos pueden ser más innovadoras. En contraste, una gran proporción de estudios cuantitativos se enfocan en los patrones de innovación, en particular, en la influencia de determinantes específicos sobre la

innovación, como el gasto en investigación y desarrollo, el trabajo calificado y las estrategias competitivas, Muller y Doloreux (2007:10).

Leonard-Barton (1990:263) señala tres elementos a considerar para el diseño metodológico: 1) definir la orientación de la investigación, se puede encaminar a la generación de hipótesis (enfoque cualitativo), realizar pruebas de hipótesis (enfoque cuantitativo), o una combinación de enfoques; 2) las destrezas y preferencias del investigador (por ejemplo, habilidades para entrevistar y analizar datos), y; las condiciones de los lugares en los que se desarrolla la investigación (por ejemplo, ciertas condiciones de campo deben prevalecer para tener éxito).

Dutrénit (2001:115) advierte que, tratándose de investigaciones sobre características innovadoras en sectores industriales, rara vez se discuten los aspectos metodológicos relacionados con la investigación, omitiendo el diseño y las estrategias de investigación. Yin (2009:8) señala que son tres condiciones para distinguir los diferentes métodos y seleccionar aquel o aquellos que más ventajas otorguen al investigador, a saber: a) la forma de la pregunta de investigación; b) el grado de control que el investigador tiene sobre los eventos actuales y; c) el grado de enfoque sobre eventos contemporáneos. Los métodos pueden ser: experimentos, encuesta, análisis de archivos, histórico y estudio de caso. En esta investigación, se desarrolla una metodología mixta, el uso de estrategias cuantitativas y cualitativas. En el cuadro 2.2 se presentan los métodos y las tres condiciones.

Cuadro 2.2. Métodos de investigación y condiciones requeridas

Método	Forma de la pregunta de investigación	¿Requiere control de eventos conductuales?	¿Se enfoca en eventos contemporáneos?
Encuesta	¿Quién? ¿por qué? ¿dónde? ¿cuántos? ¿en qué medida?	No	Si
Estudio de Caso Múltiples	¿Cómo? ¿por qué?	No	Si

Fuente: con base en Yin (2009).

El resto de esta sección se divide en dos partes: en la primera se precisan algunas categorías involucradas en las preguntas y objetivos de investigación, y que son de utilidad para la elaboración de proposiciones y *explanandums*, y en la segunda se presenta el diseño de la investigación.

2.2.1. Categorías de investigación y selección de observables

1) Empresa Multinacional. “Aquella firma que participa en por lo menos otro país además de México, que tienen por lo menos 500 empleados a nivel global y con un mínimo de 100 de ellos en México, bajo este criterio las EMN pueden ser tanto de origen extranjero como nacional” Edwards, Edwards, Ferner, Marginson and Tregaskis (INTREPID Report, 2007:1). Elementos observables: sector y tamaño; origen del capital; mecanismos de transferencia de conocimientos, formales e informales; capacidades tecnológicas; funciones de I+D+i; relaciones de proveeduría entre EMN y Spinoffs; vínculos con actores del SRI.

2) Derramas de conocimientos de EMN (*Knowledge spillovers*). “Involucra la transferencia de activos intangibles (*know-how*) como conocimientos organizacionales y gerenciales, tecnológicos, de emprendimiento y acceso a mercados, que resultan en mejoras de productividad en otras empresas, como filiales, proveedores, competidores u otros agentes con los que interactúa la EMN. Se destacan los vínculos entre la EMN con clientes, proveedores, competidores, socios tecnológicos, y de particular importancia, los efectos de derrama indirectos como: i) los efectos por demostración, como el acceso a mercados de exportación e introducir nuevas técnicas gerenciales y nuevas formas de división del trabajo inter-empresas, y; ii) las derramas de capital humano o por movilidad de personal calificado, estas se dan cuando la EMN invierte en entrenamiento de sus empleados para que adquieran habilidades gerenciales, conocimientos técnicos de operación y mantenimiento de equipo y maquinaria avanzada, procesos de producción, logística y estándares de calidad internacional, por lo que es común que el entrenamiento avanzado sea en filiales de la EMN en el extranjero, lo cual expone al empleado a diferentes culturas organizacionales y lenguajes. Eventualmente, estos empleados, obreros calificados, técnicos, ingenieros y gerentes, dejan su empleo en la EMN para usar sus habilidades y capacidades para establecer empresas locales (Spinoffs)” Altenburg (2000:13).

Elementos observables: vínculos de la EMN con clientes, proveedores, competidores, socios tecnológicos, en particular con IES y CP para I + D + i; programas de entrenamiento, certificación, capacitación y movilidad entre filiales de los empleados; efectos de derrama por movilidad de trabajadores especializados a través de Spinoffs Empresariales.

3) Cadena Global de Valor (*Global Value Chain*). “Abarca el rango completo de actividades que las empresas realizan para producir un producto desde su concepción hasta su uso final, lo que incluye actividades como diseño, producción, mercadeo, distribución, y servicios post-ventas para el consumidor final. En las CGV estas actividades están divididas entre diferentes empresas, generalmente multinacionales, que llevan a cabo la integración funcional y coordinan las actividades internacionalmente dispersas y localizadas en diferentes países” Gereffi y Korzeniewicz (1994:1) y Gereffi y Fernandez-Stark (2016:7).

Elementos observables: estructura de la CGV; forma de gobernanza, empresas líderes y principales proveedores (Tier 1, 2 y 3); escalamiento industrial; encadenamientos locales; relaciones entre las EMN de las CGV y los agentes del SRI; proveduría de bienes y servicios de Spinoffs a CGV.

4) Escalamiento (*Upgrading*). “El escalamiento o *upgrading* se refiere a procesos de innovación que incrementan el valor agregado que generan las empresas; existen cuatro tipos: 1) de producto, consiste en trasladarse a líneas de productos más sofisticados; 2) de proceso, transformar insumos en productos más eficientemente a través de la reorganización de los sistemas de producción o la introducción de tecnologías superiores; 3) funcional, consiste en adquirir funciones nuevas de mayor valor agregado, tales como el diseño y post-venta, abandonando funciones de menor valor, como el ensamble; 4) intersectorial, consistente en la aplicación de competencias adquiridas en una industria o sector para moverse a un nuevo sector generalmente intensivo en tecnología y capital” Humphrey y Schmitz (2002:1020).

Elementos observables: escalamiento de proceso: indicadores de eficiencia, introducciones de nuevas tecnologías, mejoras en el sistema de producción; escalamiento de producto: introducción de modificaciones incrementales y radicales; escalamiento funcional:

descripciones de funciones, introducción o mejoras, tecnologías y nuevas actividades en las funciones existentes; escalamiento inter-sectorial: análisis de nuevos mercados, reestructuración de sistema productivo, oferta de nuevos productos y servicios, intermediación en nuevos mercados.

5) Sistema Regional de Innovación (*Regional Innovation System*). “Es aquel sistema en cual empresas y otras organizaciones están sistemáticamente comprometidas con el aprendizaje interactivo a través de un medio institucional caracterizado por estar incrustado en una región, un nivel meso entre el nivel nacional y local, y donde se resalta la importancia de relaciones y vínculos personales y redes arraigadas en un contexto social y cultural” Cooke, Uranga y Etxebarria (1998:1581). “Puede ser conceptualizado como clústeres regionales rodeados por organizaciones que dan soporte a la producción, difusión y utilización de conocimientos; por lo que se reduce a dos principales tipos de actores e interacciones entre ellos: el primer tipo de actores concierne a las empresas de los principales clústeres en una región, tanto como a sus industrias de apoyo (clientes y proveedores), y; el segundo tipo de actores respaldan las actividades de innovación de los primeros, incluye a las instituciones de educación superior, centros de investigación, agencias de transferencia de tecnología, centros técnicos de entrenamiento, instituciones financieras, entre otras” Asheim and Isaksen (2002:28).

Elementos observables: actores y características de los agentes del SRI; intensidad de vínculos entre agentes; agenda estatal y regional de innovación; investigación básica y aplicada; cooperación entre Spinoff empresarial (KIBS-NTBF) con universidades y centros de investigación; consultoría tecnológica; marcos regulatorios, recursos e incentivos gubernamentales, y; financiamiento y capital de riesgo.

6) Spinoff empresarial (*Entrepreneurial Spinoffs*). “Son empresas entrantes fundadas por empleados de empresas en la misma industria, las cuales heredan conocimientos y competencias de sus empresas parentales. Esta herencia de recursos (en forma de rutinas organizacionales, conocimientos tácitos y codificados, tecnologías, capacidades, acceso a mercado, y otros apoyos originados en la empresa parental) es lo que diferencia a los Spinoffs de otros tipos de entrantes como los Startups, cuyos recursos fueron originados en otros lugares. Se producen

desprendimientos porque el emprendedor descubre una oportunidad de negocio que desea explotar, por motivos personales, por desacuerdos con la empresa parental, o bien por reestructuración de la empresa” Klepper y Sleeper (2005:1291). “Un Spinoff empresarial a la entidad legal, técnica y comercial separada que se concentra alrededor de actividades que fueron originalmente desarrolladas por una empresa más grande; se trata de un empleado (o grupo de empleados) que funda una nueva empresa, por motivos personales, motivacionales, y de oportunidad de negocio, para enfocarse en nuevas unidades de negocios, productos o servicios, y toma consigo conocimientos, capacidades, tecnologías e innovaciones que adquirió mientras trabajaba para la empresa matriz; esta transferencia de conocimientos es principalmente informal o conocimientos tácitos. Estos emprendimientos no son respaldados por la empresa para la que trabajaban, como sí lo son los corporativos y los asistidos, frecuentemente se dan en periodos de reestructuración de la empresa o bien por cambios estructurales en el mercado” Van de Velde, Clarysse, Wright, Rayp, y Bruneel (2007:11-13).

Elementos observables: sector-actividad del Spinoff; número de empleados; trayectoria académica y laboral del empresario; origen del Spinoff; redes socio-profesionales; transferencia de conocimientos, vínculos con EMN y con actores del SRI; interacción usuario-productor para la innovación de productos; procesos de aprendizaje, construcción de capacidades tecnológicas, innovación y escalamiento.

7) Nueva Empresa de Base Tecnológica (*New Technology-Based Firm*). “Son empresas enfocadas en la tecnología como parte de los recursos generales de la empresa, en específico con el capital intelectual, estas empresas interactúan con el medio ambiente bajo una gestión activa e innovadora. La tecnología es intrínseca y tiene propiedades parcialmente únicas que produce fortalezas económicas para la empresa en forma de uno o todos los tipos de economías: de escala estática y dinámica, de alcance, de localización, y de movilidad. Además, la tecnología (*soft y hard*) puede ser vista como insumo y como producto, y está caracterizada tanto por un cuerpo dinámico de conocimientos, fuertemente vinculada al cambio de artefactos técnicos y de productos con atributos técnicos físicamente medibles, y esto impacta, a su vez, en el nivel de incertidumbre, en la interacción del tipo usuario-productor para la innovación, y en las utilidades

y metas de la empresa. El conocimiento y la tecnología son parte del capital intelectual de la empresa y puede ser protegida por medio de patentes” Granstrand (1998:487).

Elementos observables: producto o servicio ofertado; desarrollo de proyectos tecnológicos; proyectos tecnológicos y de equipamiento; nivel de formación académica del propietario y empleados; gasto en investigación e innovación y; financiamiento a través de instituciones y organizaciones de ciencia, tecnología e innovación.

8) Empresa de Servicios Intensiva en Conocimiento (*Knowledge-Intensive Business Service*). “Son empresas que involucran actividades económicas cuya intención final es la creación, acumulación o diseminación de conocimientos” Miles, Kastrinos Flanagan, Bilderbeek, Den Hertog (1995:18). “Empresas cuyas actividades primarias de valor agregado consisten en la acumulación, creación o diseminación de conocimientos con el propósito de desarrollar un servicio o un producto personalizado ya sea para satisfacer las necesidades del cliente o un para solucionar un problema específico” Bettencourt, Ostrom, Brown y Roundtree (2002:100). “Empresas de servicios que son caracterizadas por una alta intensidad de conocimientos y proveen servicios a otras empresas y organizaciones, servicios que son predominantemente no-rutinarios” Muller and Doloreux (2009:65).

Elementos observables: producto o servicio ofertado; características de la base de conocimientos; procesos rutinarios y no rutinarios; gasto en investigación e innovación; nivel de formación académica del propietario y empleados y; financiamiento a través de las instituciones y organizaciones de ciencia, tecnología e innovación.

9) Capacidad de absorción. De acuerdo con Cohen y Levinthal (1990:128), las capacidades de absorción se definen como “la habilidad de una empresa para reconocer el valor de nueva información proveniente del exterior, asimilarla y aplicarla para fines comerciales es central para sus capacidades de innovación”. La capacidad de absorción puede ser vista como una medida de aprendizaje organizacional, un conjunto de habilidades colectivas desarrolladas a través del aprendizaje interactivo, habilidades relacionadas tanto con las estructuras cognitivas, que subyacen en los procesos de aprendizaje, de transferencia de conocimiento y de

innovación, como con la estructura de comunicación entre el ambiente externo y la organización.

Lall (1992:167-168). “Se distinguen seis diferentes funciones para las cuales las empresas desarrollan capacidades tecnológicas: cuatro son actividades primarias: dos de inversión y dos de producción, estas generan y gestionan el cambio técnico mediante la implementación de proyectos de inversión para generar nuevos sistemas de producción, nuevas plantas o nuevos productos. Y dos actividades de soporte, centradas en generar vínculos e interacciones con otras empresas e instituciones para generar nuevas tecnologías. Además, las capacidades tecnológicas industriales pueden ser operativas básicas, para generar y gestionar el cambio técnico, y pueden ser capacidades innovativas básicas, capacidades innovativas intermedias y capacidades innovativas avanzadas” Bell y Pavitt (1995:59-60).

En Kim (1999:111-112) “El término capacidad tecnológica es usado para indicar el nivel de capacidad organizacional en un punto en el tiempo, mientras que aprendizaje tecnológico es usado para describir los procesos dinámicos de adquirir capacidades tecnológicas. Además, las capacidades tecnológicas tienen tres elementos: producción, inversión (incluye duplicación y expansión) e innovación. La capacidad de producción se refiere a las numerosas capacidades requeridas para operar y mantener la planta productiva. La capacidad de inversión se refiere a las habilidades para establecer nuevas plantas de producción y expandir la capacidad de producción. La capacidad de innovación consiste en habilidades para crear y realizar nuevas posibilidades tecnológicas a través de la práctica económica”. Elementos observables: capacidades de inversión, producción y vinculación para la innovación; capacidades operativas básicas y; capacidades innovativas básicas, intermedias y avanzadas en los Spinoffs Empresariales.

Elementos observables: el indicador directo de capacidad de absorción (CA) que en esta investigación se propone tiene 6 dimensiones o factores de primer orden como formación y experiencia del propietario; formación de los empleados; infraestructura tecnológica de la empresa; capacidades organizacionales; actividades de aprendizaje, y; vínculos con agentes

locales. Cada una de estas dimensiones está compuesta de variables manifiestas cuyos datos son recolectados en la encuesta.

10) Innovación. En la tradición schumpeteriana, la innovación puede ser vista como “nuevas combinaciones” y se refiere a las invenciones que llegan a ser innovaciones solamente cuando un emprendedor las introduce en el mercado y crea nuevas empresas (Mark I), es decir comercialización de nuevos conocimientos (Schumpeter, 1934 y Lundvall, 2007). Lundvall (2007) define a la innovación como un proceso que abarca desde la primera introducción al mercado hasta la difusión y uso de nuevas combinaciones. La OECD define cuatro tipos de innovaciones en las empresas: innovaciones de producto, innovaciones de proceso, innovaciones organizativas e innovaciones de mercadotecnia (Manual de Oslo, 2005:23). Sin embargo, Schumpeter (1934) propuso una lista de cinco tipos de innovación: i) introducción de nuevos productos; ii) introducción de nuevos métodos de producción; iii) apertura de nuevos mercados; iv) desarrollo de nuevas fuentes de suministro de materias primas u otros insumos y; v) creación de nuevas estructuras de mercado en un sector de actividad (Manual de Oslo, 2005:37).

La innovación en producto puede ser incremental o radical, la primera es cuando un producto o servicio es mejorado significativamente, y la segunda, el producto o servicio es nuevo con respecto a sus capacidades, relación con el usuario, componentes o sub-sistemas. La innovación en proceso puede ser incremental, que es la adopción de métodos tecnológicos de producción o servicios significativamente mejorados o bien, radical, cuando se adoptan nuevos métodos tecnológicos de producción de productos o servicios para la empresa, incluye los métodos de entrega de productos o prestación de servicios. Estos métodos involucran cambios en equipos o en la organización de la producción, o una combinación de cambios, y se derivan del uso de nuevo conocimiento, estos pueden incrementar la producción y la eficiencia de la empresa (Manual de Oslo, 2005:24).

Elementos observables: el indicador directo de innovación en producto y proceso que en esta investigación se propone tiene 5 dimensiones o factores de primer orden como introducción

de innovaciones en productos y/o servicios; introducción de innovaciones en proceso; fuentes de innovación; actividades e inversiones para la innovación, y; vínculos para la innovación.

11) Zona Metropolitana. “Se define como el conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica; en esta definición se incluye además a aquellos municipios que por sus características particulares son relevantes para la planeación y política urbanas. Adicionalmente, se definen como zonas metropolitanas todos aquellos municipios que contienen una ciudad de un millón o más habitantes, así como aquellos con ciudades de 250 mil o más habitantes que comparten procesos de conurbación con ciudades de Estados Unidos de América” SEDESOL, CONAPO e INEGI (2010:25).

2.2.2. Esquema del diseño de la investigación

En la figura 2.1 se presenta de forma esquematizada el diseño de la investigación, enfatizando que la unidad de análisis es la empresa creada a través de un proceso de Spinoffs empresarial a partir de EMN en sectores intensivos en conocimiento y de base tecnológica (KIBS o NTBF).

2.3. Estrategia cuantitativa: la encuesta

Esta investigación contempla el diseño de una encuesta, que se aplicará durante el primer semestre de 2017 a una muestra de empresas intensivas en conocimientos y de base tecnológica localizadas en las zonas metropolitanas de Tijuana y de Juárez. El instrumento consta de 10 módulos con 70 reactivos aproximadamente.

Algunos módulos, que más adelante se detallan, como el 5) aprendizaje, innovación, escalamiento y capacidades de absorción 6) vinculación con EMN y 7) vinculación con agentes de SRI, están orientados a proporcionar evidencia empírica y estadística sobre las derramas de conocimientos, los mecanismos de formación de Spinoffs empresariales, la acumulación de capacidades absorción y el escalamiento, que permitirán formular *Explanans* para las proposiciones teórico-empíricas de los *Explanandums*, y así estar en posibilidades de realizar

inferencias estadísticas, con un alto nivel de confianza, sobre las regularidades encontradas en la evidencia empírica.

Figura 2.1. Diseño de la investigación

Objetivo y unidad de análisis	Estrategia	Análisis	Descripción
<p>Objetivo: analizar la formación, acumulación de capacidades de absorción e innovación en producto y proceso.</p> <p>Unidad de análisis: Spinoff empresarial</p>	Encuesta	<ul style="list-style-type: none"> -Origen de la empresa. -Perfil del empresario y los empleados. -La empresa, clientes y proveedores. -Aprendizaje, innovación, capacidades de absorción y escalamiento. -Vínculos con EMN. -Vínculos con agentes del SRI. 	<ul style="list-style-type: none"> -Diseño del cuestionario. -Diseño muestral. -Aplicación en línea a empresarios de las ZM de Tijuana y Juárez. -Construcción de la base de datos. -Construcción de indicador de capacidad de absorción. -Construcción de indicador de innovación en producto y proceso.
	Estudio de caso múltiple	<ul style="list-style-type: none"> -Trayectoria laboral y profesional del empresario. -Origen de la empresa. -Capacidad de absorción. -Transferencia de conocimientos e innovación. -Vinculación con EMN y el SRI. 	<ul style="list-style-type: none"> -Selección de casos a partir del análisis cuantitativo. -Diseño de la entrevista semiestructurada. -Visita a la empresa y entrevista al fundador del Spinoffs/Startup. -Entrevistas a agentes del SRI.

Fuente: elaboración propia.

Mientras que los módulos 2) origen de la empresa, 3) perfil del empresario y de los empleados, 4) la empresa, clientes y proveedores, 5) aprendizaje, innovación, escalamiento y

capacidades de absorción 6) vinculación con EMN y 7) vinculación con agentes de SRI se focalizan en obtener información fina sobre los procesos de aprendizaje a nivel de firma e individual, perfil y trayectoria del empresario, evolución de la empresa, vínculos y relaciones con EMN y actores del SRI. Además, estos módulos son útiles para el diseño de la entrevista, y aportan información para el desarrollo de estudios de caso, no sin antes formular proposiciones para dirigir la atención a lo que se debe estudiar y buscar información relevante.

En esta sección, se describen: a) los *Explanandums*; b) el diseño de la estrategia cuantitativa, y; c) los módulos de la encuesta.

2.3.1 *Explanandums*

Hempel y Oppenheim (1948:135) argumentan que, para explicar un fenómeno, en el mundo de nuestra experiencia, el responder a la pregunta “¿por qué?” más que al simple cuestionamiento “¿qué?”, es uno de los principales objetivos del cuestionamiento racional; y especialmente, la investigación científica, en sus diversas ramas, se esfuerza por ir más allá de la mera descripción de su tema de estudio al proveer una explicación del fenómeno investigado. Estos autores dividen la explicación en dos principales constituyentes, el *explanandum* y los *explanans*. Por *explanandum*, se entiende “el enunciado que describe el fenómeno a ser explicado (no el fenómeno en sí mismo); por *explanans*, la clase de las oraciones que se aducen para explicar el fenómeno” (1948:136-137).

Además, Hempel y Oppenheim, (1948:137-138) señalan que la explicación del fenómeno debe cumplir con las condiciones de adecuación lógica y empírica. La adecuación lógica se refiere a que: i) el *explanandum* debe ser una consecuencia lógica de los *explanans*; ii) los *explanans* deben contener regularidades empíricas (leyes generales, particulares o bien regularidades parciales bajo ciertas condiciones) que se requieren para la derivación del *explanandum*, y; iii) los *explanans* deben tener contenido empírico, generalmente estadístico. Mientras que, la adecuación empírica hace referencia a que los enunciados, que constituyen los *explanans*, deben ser verdaderos. Pero parece más apropiado decir que los *explanans* tiene que ser confirmados con un alto nivel de confianza por la evidencia disponible en lugar de decir que

son verdaderos, y así satisfacer la condición de corrección factual. A continuación, se plantean cuatro *explanandums*:

1. La acumulación de capacidades de absorción e innovación de una empresa de base tecnológica y/o intensiva en conocimiento es mayor cuando se trata de un Spinoff empresarial desprendido de una EMN, frente a otros tipos de emprendimientos donde no hubo experiencia laboral en EMN como los Startups; esto debido a los efectos de derramas de conocimiento, los efectos del tipo de gobernanza de la CGV en los empleados, la acumulación de capacidades individuales, y por los vínculos entre la EMN y el Spinoffs.

2. La acumulación de capacidades de absorción e innovación de una empresa de base tecnológica y/o intensiva en conocimiento es mayor cuando se trata de un Spinoff empresarial que mantiene vínculos estables y duraderos con actores claves del sistema regional de innovación, frente a otros tipos de emprendimientos cuyos vínculos con el SRI están ausentes o son débiles; esto debido al acceso a fuentes de información y conocimientos para la innovación, las redes socio-profesionales, al financiamiento público y privado para proyectos tecnológicos e innovación, y oportunidades de aceleramiento e internacionalización para el Spinoff.

3. Tratándose de Spinoffs empresariales, la construcción de capacidades absorción y de innovación en producto y proceso es más plausible cuando accede a programas de estímulo e innovación ofertados por instituciones de ciencia, tecnología e innovación, y existen diferencias cuantitativas en el acceso a estos programas entre Spinoff empresariales que pertenecen a diferentes sectores. Esto debido a las características de los proyectos tecnológicos, la clase de estímulo a la innovación, los programas de aceleramiento e internacionalización, y en cuanto a diferencias entre sectores, debido a la naturaleza de los proyectos y su alineación con los objetivos de las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

4. Tratándose de Spinoffs Empresariales, la acumulación de capacidades de absorción y de innovación en producto y proceso es más plausible que ocurran, y con mayor velocidad, cuando el fundador posee una formación académica avanzada como posgrado y una trayectoria laboral en EMN donde participó en actividades de mejoras de procesos, productos, sistemas de

calidad, I+D+i, y tuvo entrenamiento avanzado en filiales extranjeras, frente a otros Spinoffs donde el ex-empleado tiene una menor formación académica y años de experiencia en la EMN; esto debido a la base de conocimiento existente en el momento fundacional del Spinoff, las capacidades individuales, las habilidades gerenciales y de mercado, las redes socio-profesionales creadas y la explotación de lógicas heurísticas para la innovación.

2.3.2. Diseño de la estrategia cuantitativa

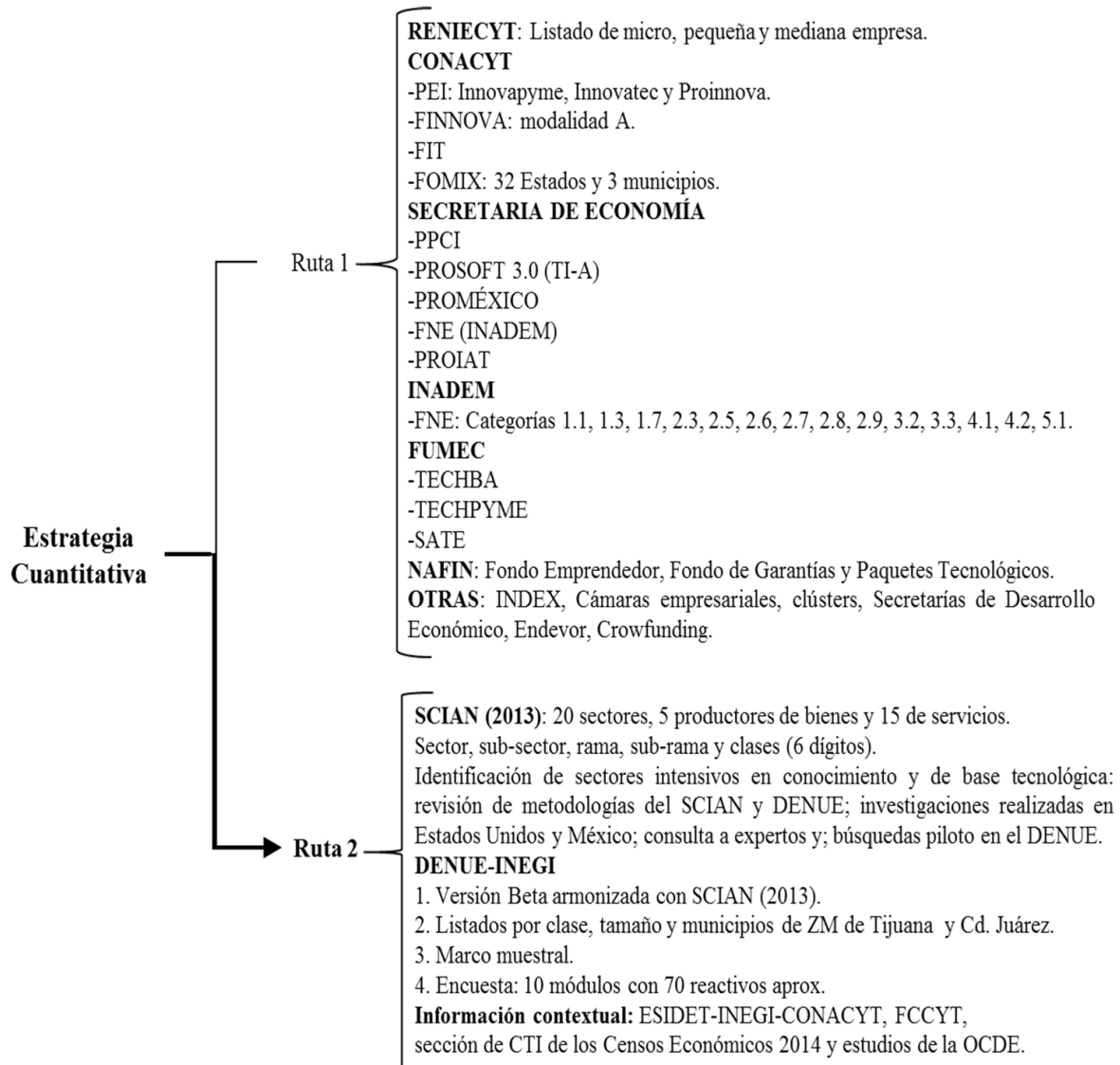
En la figura 2.2 se presentó el esquema del diseño de la estrategia cuantitativa. Representa el proceso para la identificación de fuentes de información disponibles, para recabar datos sobre la unidad de análisis de esta investigación, es decir, los Spinoffs Empresariales. Desde un principio se determinó que era necesario contar con un referente amplio sobre la población de empresas intensivas en conocimiento y de base tecnológica en las zonas metropolitanas incluidas en el estudio, así como considerar un horizonte temporal adecuado para identificar mecanismos de formación de Spinoffs Empresariales, patrones de acumulación de capacidades tecnológicas, y escalamiento de procesos, productos, funcional e intersectorial.

Respecto del horizonte temporal, se decidió establecer el período desde 1994 al 2016, que es el periodo de operación del TLCAN y corresponde a una etapa en el que se intensificaron los flujos entrantes de Inversión Extranjera Directa (IED) a México. Estos flujos de inversión se han traducido en: a) formación bruta de capital fijo, principalmente en maquinaria y equipo, promediando entre 5% y 10% anual de la IED en los últimos 10 años, y; b) en cuanto al tipo de inversión, entre 1999 y 2015, un promedio acumulado del 48.6% son en el rubro de nuevas inversiones (SE, 2016:15-17; UNCTAD, 2016:202).

Una justificación adicional es que algunos autores definen como Nueva Empresa de Base Tecnológica (NEBT) como: empresas jóvenes que operan en industrias de alta tecnología y no son controladas por otras empresas (como empresas de capital de riesgo), y no existe consenso general para establecer un umbral sobre la edad por el cual la empresa deje de considerarse como NEBT; la mayoría de los estudios utilizan un rango que va desde los 10 hasta los 25 años. El rango de 25 años es más frecuente de ser utilizado, para permitir que maduren tanto las

capacidades tecnológicas como los procesos de innovación de la empresa de base tecnológica (Colombo, D'Adda y Pirelli (2016:361), Storey and Tether (1998) y Little (1977)).

Figura 2.2. Rutas para la construcción del directorio de empresas tecnológicas mexicanas

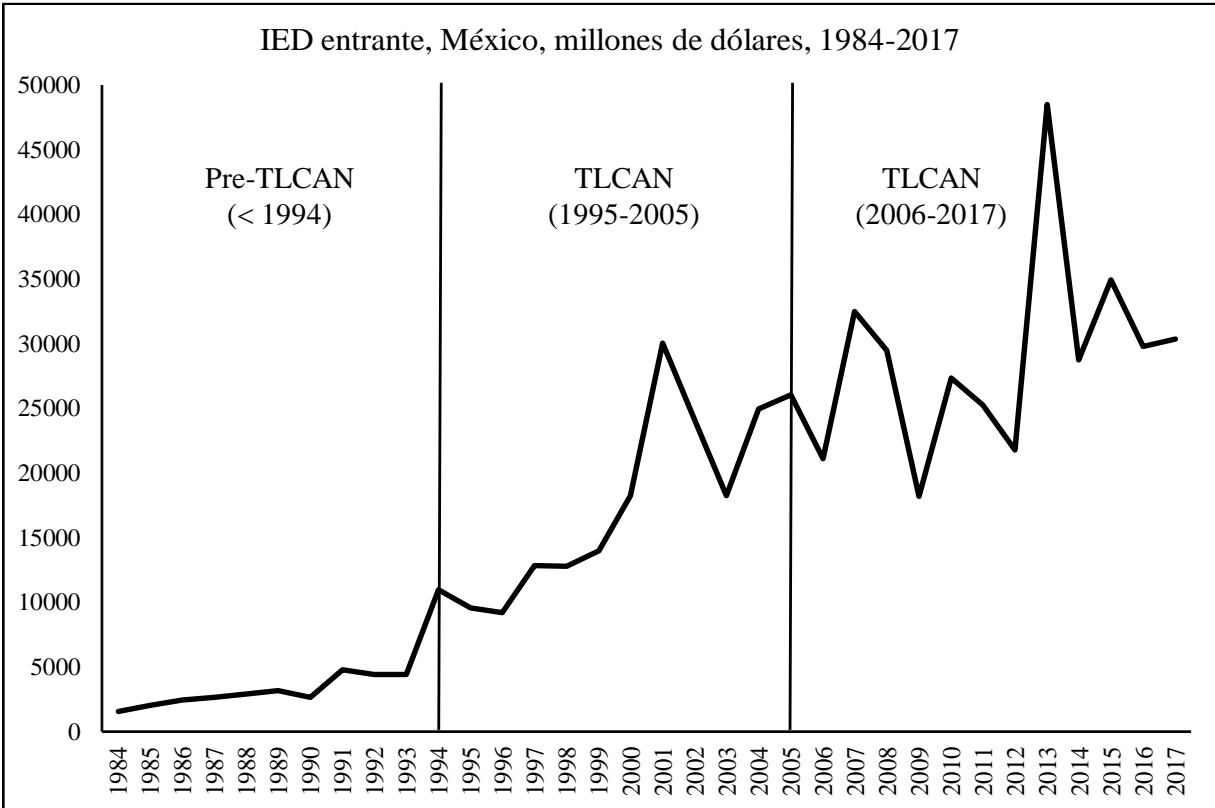


Fuente: elaboración propia.

En la gráfica 2.1 se observa una tendencia alcista en los flujos entrantes de IED a México a partir de 1994. Todos los sectores están clasificados conforme al SCIAN (2013). De acuerdo con la Dirección General de Inversión Extranjera (DGIE) de la SE, los sectores con mayor porcentaje de captación de IED, para el período 1994-2017, han sido: i) el sector industrial,

principalmente manufacturas, las cuales han recibido entre 30% y 60% del total de IED y; ii) el sector servicios, principalmente comercio que captó entre un 7% y 13% de IED. Mientras que, las entidades federativas que atraen un mayor porcentaje de IED son: Ciudad de México, Nuevo León, Jalisco, Estado de México, Chihuahua y Baja California, en ese orden (SE, 2017).

Gráfica 2.1 IED entrante, México (mdd), SCIAN, (1984-2017)



Fuente: Elaboración con datos del INEGI (2018) y Banxico (2018).

El cuadro 2.3 resume la información obtenida en la ruta 1 y como se mencionó, en la introducción, se tuvo que descartar debido a problemas en la información y estadístico, que se reflejarían en el diseño muestral, y a partir de ahí, en las subsecuentes etapas de la investigación. Mientras que la ruta 2 (ver figura 2.2) se definió para obtener la información sobre empresas intensivas en conocimientos y de base tecnológica porque cumple con principios de confiabilidad, validez, verificabilidad, eficiencia y réplica, y por las siguientes razones metodológicas: 1) la fuente se basa en los más recientes Censos Económicos en México (INEGI, 2014); 2) proporciona una plataforma Web para obtener los listados con opciones de ajustar los

criterios de búsqueda; 3) utiliza el SCIAN (2013), lo que permite replicar esta metodología en otras zonas metropolitanas o regiones del país; 4) utiliza sistemas de posicionamiento geográfico (GPS) para una rápida localización de la empresa; 5) proporciona formatos de listados estandarizados que permiten un fácil procesamiento de los establecimientos y; 6) las extensiones de los archivos informáticos son compatibles con la mayoría de los *softwares* de procesamiento estadístico disponibles en el mercado.

Cuadro 2.3. Instituciones y programas de la ruta 1 para crear el directorio empresarial

LISTADOS	Período	Variables	Empresas	Nombre	Contacto	Sector	Actividad	Tamaño	Estado	Municipio	Proyecto
RENIECYT: micro, pequeña y mediana empresa.	al 25/10/2016	9	5984	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	No
CONACYT PEI: Proinnova, Innovapyme, Innovatec.	2009-2016	5 a 7	5697	Si	No	Algunos	Algunos	Algunos	Si	No	No
FINNOVA-SE	2011-2016	8	1182	Si	No	Si	No	No	Si	No	Si
FIT-SE	2002-2016	5 a 7	975	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No
FOMIX: 32 Estados y 3 municipios.	2001-2016	7	5801	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si
SECRETARIA DE ECONOMÍA PPCI	2016	6	110	Si	No	Si	No	No	Si	No	Si
PROSOFT 3.0 (TI-A)	2004-2016	5	4281	Si	No	No	No	No	Si	No	No
PROMÉXICO	2013-2016	4	140	Si	No	Si	No	No	Si	No	Si
FNE (INADEM)	2004-2016	4	2'511,103	Algunos	No	No	No	No	Si	No	No
PROIAT	2013-2015	4	185	Si	No	No	No	No	Si	No	No
INADEM-FNE: categorías 1.1, 1.3, 1.7, 2.3, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3.3, 4.1, 4.2, 5.1	2011-2016	4	1'296,656	Algunos	No	No	No	No	Si	No	No
FUMEC TechBA, TechPyme y SATE	al 10/2016	7	728	Algunos	No	Si	Si	No	Si	Si	Si
NAFIN: Fondo emprendedor, Fondo de garantías y Paquetes tecnológicos.	2004-2008	4	90	Si	No	No	No	No	No	No	Si

Fuente: Elaboración propia con base en información de sitios oficiales de las instituciones listadas en datos.gob.mx

2.3.3. Módulos de la encuesta

El cuestionario final está integrado por 7 módulos con 73 reactivos, diseñados para analizar mecanismos de formación, acumulación de capacidades de absorción, escalamiento, procesos

de innovación en producto y proceso, y vínculos con EMN y agentes del sistema regional de innovación. En el cuadro 2.4 se describen los módulos del cuestionario. En el Anexo 2 está el cuestionario con los 73 ítems que se aplicó a los empresarios.

Cuadro 2.4. Módulos de la encuesta

Módulos	Descripción
1. Datos generales de la empresa	Características generales de las empresas de base tecnológica e intensiva en conocimiento establecidas en las zonas metropolitanas de Tijuana y Cd. Juárez.
2. Origen de la empresa	Año de inicio de operaciones, capital inicial, principales clientes y otros aspectos.
3. Perfil del empresario y de los empleados	Datos biográficos del empresario, formación académica, y trayectoria laboral. Formación académica de los empleados, funciones, y número de empleados.
4. Empresa, clientes y proveedores	Tipo de clientes, proveeduría a EMN, distribución de activos de la empresa, certificaciones y características de los proveedores de la empresa.
5. Aprendizaje, innovación, escalamiento y capacidades de absorción	Actividades de aprendizaje de la empresa, actividades de colaboración y vinculación para la innovación, introducción de innovaciones de producto y/o servicio o de proceso, fuentes de innovación, inversión en actividades de innovación, cambios en procesos, cambios en productos o servicios, cambios en funciones, capacidades de inversión, de producción y de vinculación.
6. Vinculación con Empresas Multinacionales	Actividades de vinculación, colaboración y transferencia de conocimientos con EMN, relaciones de proveeduría con EMN, relaciones socio-profesionales, y principales beneficios que percibe de estas relaciones.
7. Vinculación con agentes del Sistema Regional de Innovación	Vínculos con universidades, centros de investigación, cámaras empresariales, clústeres industriales y con fondos gubernamentales.

Fuente: elaboración propia.

Para la aplicación de la encuesta, el grupo de investigadores de El Colef y la UNISON, que participan en el proyecto Conacyt No. 1442, participaron en el operativo de campo para la aplicación del cuestionario, procesamiento, validación y construcción de la base de datos.

Una vez que se tengan los resultados de la encuesta, se podrá discriminar entre aquellas empresas cuyo mecanismo de formación sea de tipo Spinoffs empresariales y las que tenga otro

origen, como los Startups; sobre este subconjunto de la muestra se realizará una selección de casos en ambas zonas metropolitanas.

Con respecto al número de Spinoffs empresariales identificados en la muestra, no se cuenta con referencias comparativas. Se tiene como antecedente el estudio sobre empresas multinacionales en México, llevado a cabo por Contreras, Carrillo y Olea (2012:319-321)²¹, donde señalan que la encuesta aplicada indicó que una tercera parte (30%) de las EMN en México han tenido algún desprendimiento tipo Spinoff, pues al menos uno de sus empleados abandonó la multinacional para establecer su propio negocio. Esta investigación encontró en la muestra que 263 empresas multinacionales tuvieron casos de ex-empleados que crearon su propia empresa, y que los casos se presentaron con mayor frecuencia en empresas multinacionales de manufactura (173) que en las de servicios (90). Sin embargo, el número de Spinoffs Empresariales es muy similar para ambos sectores, 693 y 697 desprendimientos²², respectivamente; pero es en las EMN de servicios donde se presenta con mayor frecuencia el fenómeno, la explicación parece estar en que se requieren mayores cantidades de inversión para establecer una empresa de manufactura que una de servicios.

Es importante resaltar este estudio porque aun cuando no trataba de ponderar directamente la cantidad de desprendimientos de la EMN, y tampoco si incursionaron en actividades intensivas en conocimientos o de base tecnológica, su relevancia radica en el enfoque adoptado para estimar el porcentaje de Spinoffs por derramas de multinacionales, de arriba hacia abajo (*top-down*), es decir desde la multinacional. Mientras que el enfoque que se sigue en esta investigación es de abajo hacia arriba (*bottom-up*), es decir se identifica primero los Spinoffs Empresariales que se desprendieron de la EMN, los cuales representan un subconjunto respecto a la muestra, para desde ahí estimar su frecuencia y porcentaje respecto a la población, es decir la inferencia estadística de cuantos Spinoffs de multinacionales ocurren en la población, en este caso en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, dado que se trata

²¹ Encuesta de Corporaciones Multinacionales, Proyecto Colef-Conacyt núm. 55018, "Firmas multinacionales en México: un estudio sobre la estructura organizacional, la innovación y las prácticas de empleo", 2008-2009. El marco de muestreo fue de 947 EMN y el tamaño de muestra óptimo fue de 171 multinacionales.

²² Número de Spinoffs empresariales obtenidos por extrapolación lineal a las 1,746 multinacionales de las que se tenía registro en México al momento de la investigación.

de una muestra representativa. Además, esta investigación agrega valor al incorporar estudio de caso múltiples para describir y analizar mecanismos de formación, capacidades tecnológicas y escalamiento de los Spinoffs empresariales.

2.4 Estrategia cualitativa: estudio de caso múltiple

De acuerdo con Yin (2009:18) un estudio de caso es un cuestionamiento empírico que investiga un fenómeno actual en profundidad y dentro de su contexto de vida real, especialmente cuando las fronteras entre el fenómeno y el contexto no son tan evidentes. Además, los estudios de caso tratan situaciones técnicamente distintas donde hay muchas más variables de interés que datos observacionales, y como resultado, se basa en múltiples fuentes de evidencia, con datos que deben converger, y se beneficia del desarrollo previo de proposiciones teóricas que guían la recolección y el análisis de datos. Los estudios de caso son útiles cuando una investigación quiere responder preguntas acerca del “cómo” y el “por qué”; se trata de preguntas exploratorias que buscan dar respuesta a un conjunto de eventos contemporáneos o sobre los cuales el investigador tiene poco o nada de control (Yin, 2009:8-14). En esta sección se describen: a) las proposiciones; b) el diseño del estudio de caso múltiple y; c) la relación entre la encuesta y el estudio de caso múltiple.

2.4.1. Proposiciones

Debido a que el diseño de la investigación incluye una estrategia cualitativa, se requieren un conjunto de proposiciones que dirijan la atención a lo que debe ser examinado dentro del alcance de estudio. Para Yin (2009:28) estas proposiciones permiten al investigador dirigir la atención a lo que debe ser examinado de acuerdo con los objetivos de la investigación, y al mismo tiempo identificar las fuentes de información relevante para el diseño general de la investigación. Las proposiciones que guían el estudio de caso múltiple de esta investigación son las siguientes:

Proposición 1: la creación de Spinoffs empresariales depende principalmente de la formación de capacidades de los empleados dentro de las EMN, por medio de la transferencia de activos intangibles hacia el empleado, en forma de habilidades gerenciales, tecnológicas y de mercado. En cuanto a los desprendimientos, estos suelen ser detonados por eventos como la reestructuración de la empresa, desacuerdos internos, oportunidades de negocio, o bien por

motivaciones personales. En cualquier caso, los empleados absorben conocimientos dentro de la multinacional y despliegan una gama de recursos cognitivos, personales, sociales y financieros para la creación de sus propias empresas.

Proposición 2: una vez en el mercado, el Spinoff empresarial puede incrementar su base de conocimientos y con ello acumular capacidades de absorción a través de actividades de vinculación y colaboración para el aprendizaje tecnológico y organizacional, y puede establecer vínculos de proveeduría con EMN, así como relaciones estables con agentes del sistema regional de innovación.

Proposición 3: una vez en el mercado, el Spinoff empresarial puede establecer interacciones del tipo usuario-productor para innovaciones en productos o servicios, realizar inversiones y actividades para la innovación, así como establecer vínculos con EMN y con diversos agentes del sistema regional de innovación.

2.4.2 Diseño de estudio de caso múltiple

La unidad de análisis es el Spinoff empresarial, y se busca la réplica analítica de los resultados, repitiendo el mismo estudio sobre casos diferentes para obtener más pruebas y mejorar la validez externa de la investigación, al tiempo que se evitan sesgos en la observación.

Se seleccionaron casos similares para explicar los mecanismos de formación del Spinoff empresariales, el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas y el proceso de escalamiento. Estos tres aspectos se relacionan con tres dimensiones conceptuales relacionadas entre sí: derramas de conocimiento de EMN, capacidades de absorción de las empresas tecnológicas, e innovación en producto y proceso. Las tres dimensiones han sido abordadas desde diferentes perspectivas por los enfoques de cadenas globales de valor y de sistemas regionales de innovación, discutidas en el capítulo previo.

Se espera que los casos seleccionados confirmen las proposiciones sobre los mecanismos de formación y factores relacionados con el evento disparador del desprendimiento, el tipo de

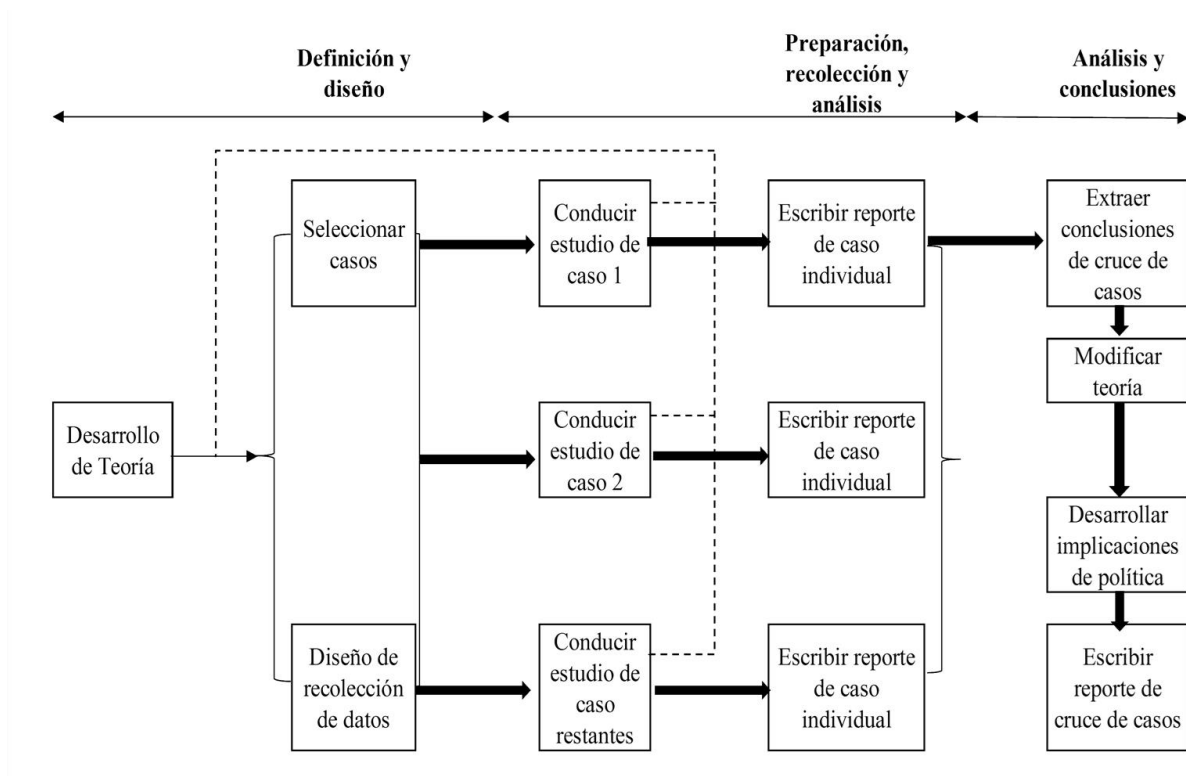
capacidades creadas y el nivel de acumulación, así como sobre los procesos de innovación, o bien que las proposiciones requieran de ajustes en función de la evidencia recabada.

Los casos fueron seleccionados una vez aplicada la encuesta y procesados los datos, que permitieron determinar la cantidad de empresas de base tecnológica y/o intensivas en conocimientos que fueron fundadas por ex-empleados de EMN. Del total de empresas que cumplieron con este criterio, se seleccionaron 2 casos para la zona metropolitana de Tijuana y 2 para la zona metropolitana de Juárez, cuidando la proporcionalidad para cada sector incluido en el diseño muestral al distribuir el número de casos. O bien, la proporción de empresas tipo Spinoff y Startup que resulte del análisis cuantitativo, se procurará tener al menos un caso de empresa tipo Startup.

En la figura 2.3 se muestra esquemáticamente el diseño del estudio de caso múltiple. Se parte de una teoría que sirve como plantilla o base, en este caso algunos aspectos convergentes de las teorías CGV y SI, a partir de la cual se formulan las proposiciones, posteriormente se realiza un protocolo para la recolección de datos y se seleccionan los casos.

Este diseño es útil porque permite realizar generalizaciones analíticas a partir de extraer conclusiones de los cruces de los casos. De acuerdo con Yin (2009:57), la lógica subyacente del enfoque de estudio de caso múltiple es similar a la lógica que guía a múltiples experimentos, y cada caso debe ser seleccionado de modo que: (a) predice resultados similares (réplica literal) o; (b) produce resultados contradictorios, pero por razones predecibles (réplica teórica). Dado que el objetivo de la investigación es producir generalizaciones analíticas y teoría relevante para explicar trayectorias divergentes y hasta contradictorias, se han seleccionados casos que permitan desarrollar tanto la réplica literal como la teórica.

Figura 2.3. Diseño del estudio de caso múltiple



Fuente: Yin (2009:57).

Para la recolección de información en la estrategia del estudio de caso múltiple se utilizaron cuatro fuentes:

1) Entrevistas abiertas, para preguntar sobre hechos, opiniones y temas importantes, y entrevistas focalizadas, con preguntas estructuradas que cubren un conjunto de temas específicos del caso. En el Anexo 3 se encuentra el guion de la entrevista semiestructurada que sea realizó al propietario del Spinoffs empresarial y a un empresario propietario de un Startup.

2) Observación directa para registrar comportamientos, rasgos culturales e interacciones, particularmente en actividades rutinarias como de producción, control de calidad y procesos de innovación.

3) Reuniones informales específicamente para complementar información obtenida durante la entrevista con ideas nuevas o reunirse en contextos diferentes.

4) Documentación impresa y digital, como información de la empresa en sitios web, redes sociales, dossiers informativos, convocatorias públicas de licitación o financiamiento de proyectos tecnológicos donde se describa, además, la historia de la empresa, estructura organizacional, los productos y servicios, aspectos tecnológicos, clientes y proveedores, entre otros datos del Spinoff empresarial.

El esquema propuesto para la elaboración de las monografías en extenso de cada estudio de caso es el siguiente:

1. Introducción: historia de la empresa, productos y servicios, éxitos y crisis.
2. Perfil del empresario: formación académica y experiencia laboral, así como el tejido de relaciones socio-profesionales.
3. Origen de la empresa: mecanismos y condiciones de formación, evento detonante, fuente de financiamiento inicial, entre otros aspectos.
4. Transferencia de conocimiento e innovación: proyectos tecnológicos desarrollados y en curso, heurísticas y ciclo de innovación, mecanismos sociales de transferencia de conocimientos, procesos de acumulación de capacidades y tipos de escalamiento.
5. Vinculación: con empresas multinacionales, clústeres, cámaras empresariales, universidades, centros de investigación, gobierno, y su relación con la política de CTI y los fondos públicos para certificaciones, equipamiento, innovación, proyectos tecnológicos, aceleramiento e internacionalización.

2.4.3. Relación entre la encuesta y el estudio de caso múltiple

Aun cuando no es posible realizar generalizaciones a partir de los estudios de caso porque no son representativos estadísticamente, son útiles para esta investigación porque complementan la estrategia cuantitativa y ayudan a entender mejor el fenómeno.

Como se mencionó antes, es posible realizar generalizaciones estadísticas sobre la base de datos empíricos recolectados sobre la muestra de una población, con un determinado nivel de confianza.

Para el estudio de caso múltiple, es posible realizar generalizaciones analíticas a partir de una teoría previamente desarrollada que es usada como plantilla con la cual comparar los resultados empíricos de los estudios de caso. Si dos o más casos apoyan la teoría entonces la replicación puede ser afirmada. Los resultados empíricos pueden ser considerados aún más potentes si dos o más casos apoyan la misma teoría, pero no una teoría rival igualmente plausible (Yin, 2009:38).

2.5. Diseño muestral, procesamiento de información, y construcción de indicadores directos.

En esta sección se describe: a) el proceso para determinar el tamaño de la muestra; b) el procesamiento de la información y; c) la construcción de indicadores directos.

Los listados de empresas se obtuvieron del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), en el sitio web del INEGI. Para obtenerlos, se seleccionaron la clase, rangos de tamaño de las empresas (6-10, 11-30, 31-50 y de 51-100 empleados), y los municipios de Tijuana, Playas de Rosarito y Tecate, para la ZM de Tijuana, y el municipio de Juárez, para la ZM de Cd. Juárez.

Posteriormente, cada uno de los listados, en formato .xlsx (MS-Office Excel)²³, se inspeccionó para verificar que contiene los datos en las variables básicas: 1) nombre de la empresa; 2) sector-actividad; 3) tamaño; 4) Estado-municipio y; 5) dirección, email y teléfono.

²³ Otras extensiones disponibles en la descarga son: .csv, .dbf, .fix, .prj, .qix, .shp y .shx

Con el objeto de conocer algunas características de la población de empresas en los listados, se estratificaron las empresas según clase, sector, y rangos de personal ocupado, obteniendo las frecuencias de cada rango. Así mismo, se identificaron los municipios donde existe mayor concentración de empresas para cada clase y, finalmente, se hizo un comparativo por clases, para identificar las actividades industriales y de servicios con mayor presencia en la población. Conforme al directorio de empresas intensivas en conocimientos y de base tecnológica obtenido después de varios filtros, este se utilizó como marco poblacional en ambas zonas metropolitanas, y se procedió al cálculo de la muestra²⁴ con la ecuación 2.1.

2.5.1 Determinación del tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se determinó a partir de un universo de 748 empresas distribuidas en las zonas metropolitanas de Tijuana, Juárez, Hermosillo y Monterrey, que concentran 20 municipios, con un nivel de confianza del 95% ($z = 1.96$) y un error muestral de $\pm 7\%$ (p), bajo la fórmula 2.1 que a continuación se detalla.

$$n = \left(\frac{Z^2_{(1-\alpha/2)} pqN}{N\varepsilon^2 + Z^2_{(1-\alpha/2)} pq} \right) f \quad (2.1)$$

donde:

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

$Z^2_{(1-\alpha/2)}$ = nivel de confianza.

P = variabilidad positiva.

q = variabilidad negativa.

ε = precisión o error.

f = factor de corrección por error y no respuesta.

²⁴ Se deberá tener cuidado que no haya duplicación de registros, o que estén incompletos, así mismo realizar un análisis sobre el tamaño de la población. Para tal fin se crearon dos procedimientos de filtrado para incrementar la probabilidad de seleccionar empresas intensivas en conocimientos y de base tecnológica, por un lado, y por otro para depurar registros duplicados o con información incorrecta o incompleta. De ser posible comparar algunas clases con investigaciones previas, por ejemplo, comparar el número de empresas de la clase 511210, *Edición de software y edición de software integrada en la reproducción* de la ZM de Tijuana, con investigaciones previas sobre la industria del software en Baja California (Hualde, 2010).

Una vez que se aplicó la fórmula 2.1 se estimó un tamaño de muestra óptimo de 175 y se estableció una distribución por representatividad para cada ubicación geográfica quedando como sigue: 34 en Tijuana, 27 en Juárez, 23 en Hermosillo y 91 en Monterrey. El cuestionario se aplicó en línea a propietarios de empresas que pertenecen a alguna de las 45 clases SCIAN y localizados en las zonas metropolitanas de Juárez y Tijuana. En el cuadro 2.5 se presenta la ficha técnica del proyecto de investigación a partir del cual se construyó la base de datos que se empleó en esta investigación.

Cuadro 2.5. Ficha técnica del proyecto de El Colef-Conacyt No. 1442

Proyecto de investigación	“Pymes mexicanas intensivas en conocimiento en la región fronteriza de México y Estados Unidos”.
Nombre de la encuesta	Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento.
Población objetivo	Pymes mexicanas pertenecientes a 45 clases industriales en los sectores SCIAN 11, 21, 31-33, 51, 54, 56 y 81.
Universo de la población	748 empresas, distribuidas en 4 zonas metropolitanas: Tijuana, Juárez, Hermosillo y Monterrey.
Tamaño de la muestra	175 empresas, distribuidas en 4 zonas metropolitanas: 34 en Tijuana, 27 en Juárez, 23 en Hermosillo y 91 en Monterrey.
Tasa de respuesta	100 %
Nivel de confianza	95 % ($z = 1.96$)
Error muestral	$\pm 7\%$
Procedimiento	El cuestionario se aplicó en línea a propietarios de empresas intensivas en conocimiento y/o de base tecnológica
Ámbito geográfico	Zonas metropolitanas de Tijuana, Juárez, Hermosillo y Monterrey, con un total de 20 municipios.
Período de análisis	Septiembre-noviembre de 2017.

Fuente: proyecto “Pymes mexicanas intensivas en conocimiento en la región fronteriza de México y Estados Unidos”, EL COLEF-CONACYT No. 1442.

El marco poblacional del proyecto de investigación se obtuvo a partir de la creación del directorio de empresas intensivas tecnológicas y/o de base tecnológica que fue depurado a partir

de los datos del DENU (INEGI, 2107), y considerando 45 clases SCIAN (INEGI, 2013).
(Cuadro 2.6)

Cuadro 2.6. Marco poblacional

ZM	Sector		Población de empresas
	Servicios/comercio	Manufactura	
Tijuana	57	33	90
Juárez	27	23	50
Monterrey	227	257	484
Hermosillo	105	19	124
Total	416	332	748

Fuente: misma que en el cuadro 2.5

A partir de un muestreo estratificado, con un nivel de confianza del 95%, se obtuvo para la ZM de Tijuana una muestra representativa de 34 empresas y 27 para la ZM de Juárez. El diseño y calculo muestral realizado permite hacer inferencia estadística y generalización desde que existe representatividad en cada una de las zonas metropolitanas (ver capítulo II de metodología). En el cuadro 2.7 se presentan las cuotas de empresas requeridas por cada una de las zonas metropolitanas, partiendo de una muestra global de 175 empresas y aplicando un ponderador a las zonas metropolitanas. Al finalizar el trabajo de campo, se superaron las cuotas al obtenerse 35 cuestionarios válidos para la ZM de Tijuana y 30 para la ZM de Juárez.

Cuadro 2.7. Marco muestral

ZM	Sector		Muestra
	Servicios/comercio	Manufactura	
Tijuana	22	12	34
Juárez	15	12	27
Monterrey	43	48	91
Hermosillo	19	4	23
Total	97	78	175

Fuente: misma que en el cuadro 2.5

2.5.2 Procesamiento de datos y análisis de información

Para garantizar la calidad, suficiencia y confiabilidad de los datos recabados mediante la encuesta y las entrevistas se establecieron controles de captación, captura y procesamiento de la información. Una vez aplicados los instrumentos de investigación, se realizaron tareas referentes a la verificación de la información recopilada para detectar incongruencias y errores previo a la etapa de captura donde se integran los datos a través de la asignación, revisión y validación de los códigos de respuesta. En la etapa de procesamiento de datos se construyó la base de datos y se especificaron controles para garantizar la calidad de la información generada. Una vez concluidas estas tres etapas, se realizó el análisis general de la información procesada.

Esta investigación se buscó explicar, a partir de la interacción entre las cadenas globales de valor y los sistemas regionales de innovación, los mecanismos y factores implicados en: 1) la formación de Spinoffs empresariales; 2) acumulación de capacidades de absorción y; 3) innovación de producto y servicio. Para tal fin, se utilizan un conjunto de técnicas estadísticas, que son útiles en investigaciones que involucran datos obtenidos de muchas variables y en muestras grandes. El objetivo principal de estos métodos es reducir o simplificar grandes cantidades de datos en unos cuantos parámetros. Además, en el caso del análisis multivariado, su propósito es medir, explicar y predecir el grado de relación entre variables combinadas Johnston y DiNardo (1998). En el cuadro 2.8 se presentan los métodos y técnicas utilizados para el análisis de la información; su aplicación e interpretación se desarrollan en el capítulo de análisis de resultados.

Para el procesamiento y análisis de la información se utilizó el software IBM SPSS (Versión 21).

Cuadro 2.8. Métodos y técnicas para el procesamiento de datos y análisis de resultados

1) Análisis descriptivo y exploratorio de datos			
a) Frecuencias		b) Medidas de tendencia central, dispersión y forma	
2) Métodos estadísticos			
a) Construcción de indicadores compuestos	b) Comparación de medias (prueba t-Student)	c) Análisis de varianza (ANOVA)	d) Correlación bivariada y regresión lineal
3) Análisis de las monografías des estudio de caso múltiple			
a) Análisis de proposiciones		b) Réplica y generalización analítica	

Fuente: elaboración propia.

2.5.3 Construcción de indicadores directos

Una tarea importante en el diseño de la investigación fue la construcción de indicadores directos, para la cual se utilizó la técnica de análisis de componentes principales para identificar y construir indicadores observables. Schuschny y Soto (2009:13) sugieren que la construcción de indicadores requiere de dos condiciones que dan sustento conceptual y validez al indicador: 1) la definición clara del atributo que se desea medir y 2) la existencia de información confiable para realizar la medición. De acuerdo con Afifi y Clark (1990:372) la técnica consiste en transformar las variables originales en un conjunto más pequeño de indicadores o variables no correlacionadas llamadas componentes principales. Cada componente principal es una combinación lineal de la variable principal y una medida de la información contenida por cada componente principal es su varianza. Por esta razón los componentes principales son acomodados en función de la varianza, de mayor a menor, así que el primer componente principal es el que contiene mayor información.

Hatcher (1994:62) propone un modelo para construir variables observables a partir de una variable no observable llamada factor o variable latente. Un factor es un constructo²⁵ hipotético, que se cree que existe y que influye en ciertas variables manifiestas u observables que pueden ser medidas directamente. La variable manifiesta es un valor observable para una pregunta específica, obtenida por medio de respuestas en una encuesta o bien por observaciones del investigador. Las variables manifiestas son usadas como los indicadores de los constructos latentes o factores²⁶.

Si bien el investigador es quien especifica cuáles indicadores están asociados con cada constructo latente o factor, de acuerdo con Hatcher (1994:12), se sugiere tener al menos tres indicadores por cada factor, pero es preferible tener más porque algunos pueden ser eliminados durante el curso del análisis, por tanto, una buena práctica es definir al menos cinco indicadores para cada constructo que se desea medir.

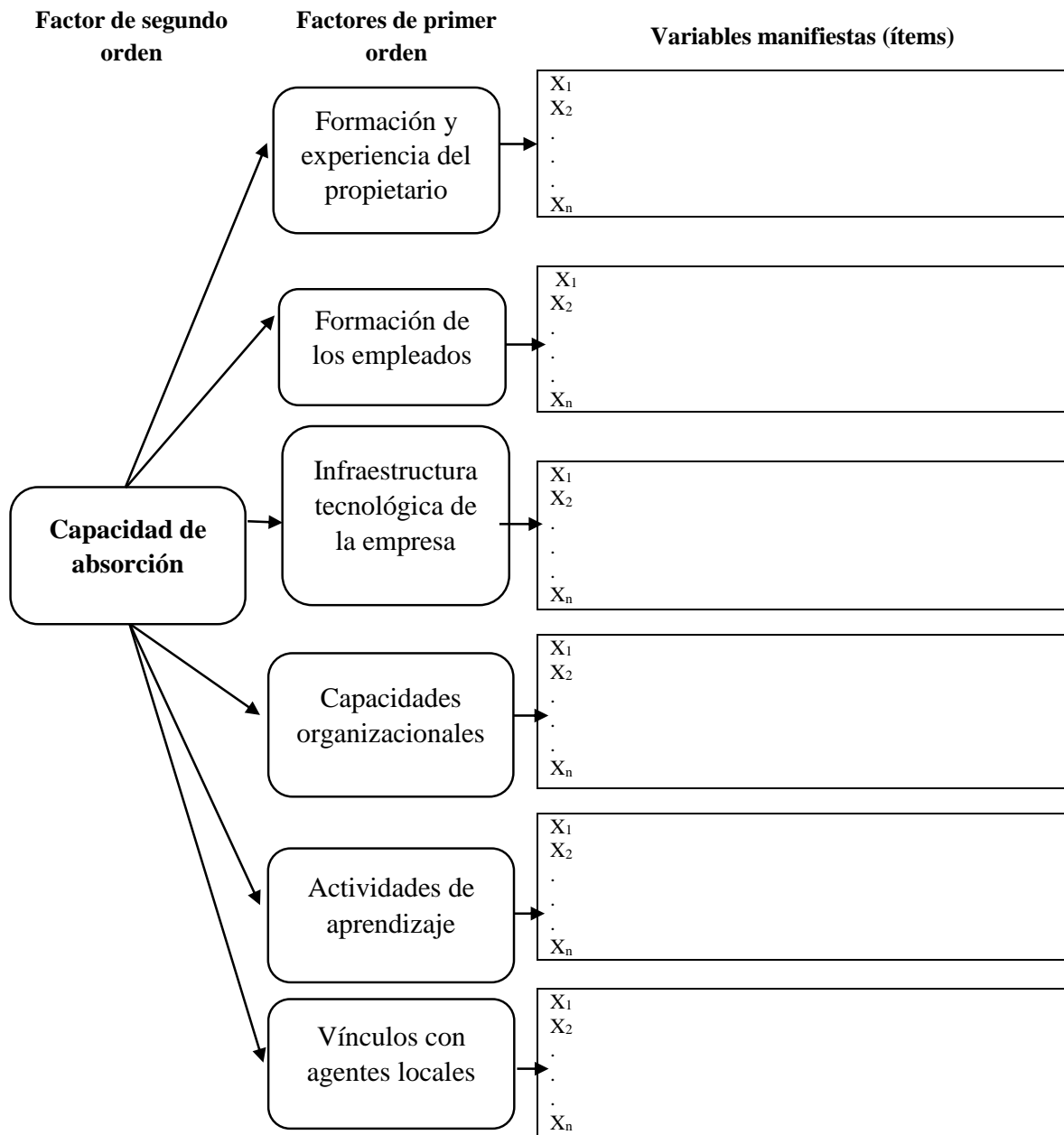
En las figuras 2.4 y 2.5 se presentan los factores de primer orden o dimensiones para la construcción del indicador compuesto de capacidad de absorción y del indicador compuesto de innovación en producto y proceso²⁷, respectivamente.

²⁵ Un constructo es un concepto que el investigador puede definir en términos conceptuales pero que no puede ser medido directamente o medido sin error. Los constructos son las bases para formar relaciones causales, en tanto estos son las “más puras” representaciones posibles de un concepto. Un constructo puede ser definido en varios grados de especificidad, que van desde conceptos muy estrechos hasta los más complejos o abstractos. No importa cuál sea el grado de especificidad, los constructos no pueden ser medidos directamente, sino que deben ser medidos aproximadamente por indicadores (Hair, Anderson, Tatham y Black, 1998:579).

²⁶ El indicador o valor observado (variable manifiesta) es usado como una medida de un concepto o constructo latente que no puede ser medido directamente.

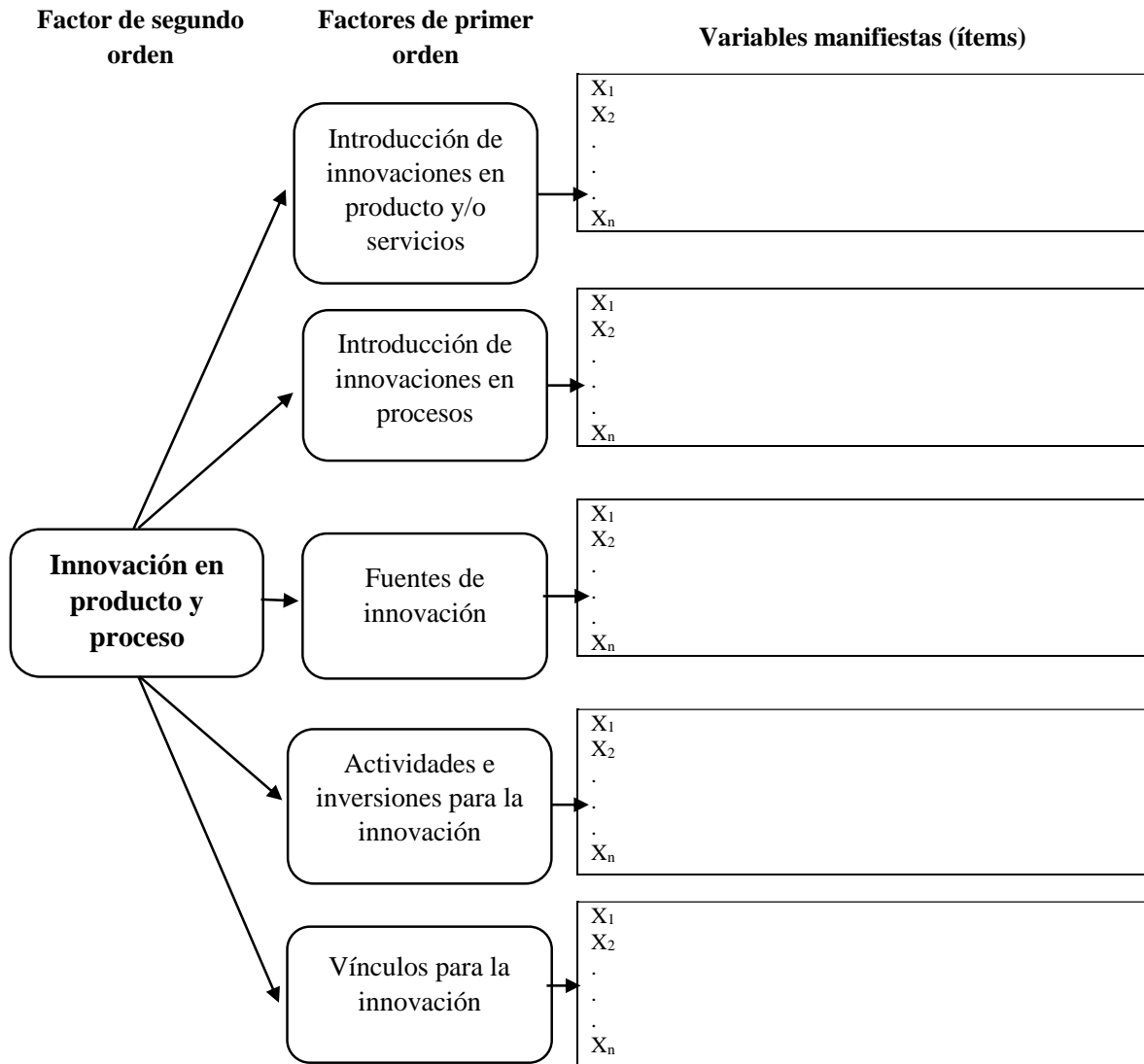
²⁷ Debido el carácter multidimensional de los factores de primer orden, en esta etapa de la investigación, aún se están afinando y calibrando los indicadores directos, por lo que no son finales.

Figura 2.4. Medición de la capacidad de absorción en Spinoffs empresariales y Startups



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.5. Medición de innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales y Startups



Fuente: Elaboración propia.

2.6. Recapitulación

De acuerdo con la metodología expuesta, en esta investigación se combinan estrategias cuantitativas y cualitativas, lo que permite analizar con mayor amplitud el fenómeno, partiendo de los objetivos e hipótesis de la investigación.

La unidad de análisis es la empresa creada mediante Spinoff empresarial y que pertenece a los sectores seleccionados como intensivos en conocimientos o de base tecnológica. El Spinoff

empresarial puede caer dentro de dos categorías, empresa de servicios intensiva en conocimiento (*KIBS*) o nueva empresa de base tecnológica (*NTBF*), por lo que se depuró el directorio empresarial por medio de procedimiento sistemáticos para aumentar la probabilidad de seleccionar este tipo de empresas en la muestra.

Con respecto a los objetivos y alcance de la investigación, en este capítulo se precisa que la investigación se enfoca en los factores asociados al Spinoffs empresarial y en la acumulación de capacidades de absorción y en la innovación de productos y procesos. Con respecto al mecanismo de formación de la empresa, se enfoca en la trayectoria del empresario y de la empresa, principalmente en sus etapas iniciales. El cuestionario aplicado en la encuesta proporcionó la información utilizada como insumo para modelar las interacciones entre los factores asociados con las capacidades de absorción y la innovación; con el estudio de casos múltiple se precisaron las trayectorias y los mecanismos subyacentes a tales procesos.

Finalmente, con respecto a las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, es importante destacar la utilidad de la comparación de las dos regiones, cada una con sus aspectos históricos, sociales, culturales y económicos; si bien es importante analizar patrones y trayectorias comunes, más útil es estudiar y analizar las diferencias entre estas, de manera que la descripción y análisis de los aspectos sociodemográficos, económicos, industriales y de política sirvan para ajustar la lente sobre el objeto de estudio.

CAPÍTULO III

EL CONTEXTO REGIONAL

Spinoffs y Startups tecnológicos en la frontera norte de México: economías en transición.

3.1 Introducción

El objetivo general de este capítulo es identificar y caracterizar a los actores, organizaciones, instituciones y vínculos relevantes para el análisis de los mecanismos de formación y escalamiento de Spinoffs empresariales localizados en las zonas metropolitanas de Tijuana (Baja California), y Juárez (Chihuahua). De este objetivo general se desprenden cuatro objetivos específicos:

1. Analizar algunos rasgos geográficos y demográficos de las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, con énfasis en las dinámicas transfronterizas de esas zonas.

2. Describir los factores económicos e industriales que se relacionan con la formación, acumulación de capacidades y escalamiento de Spinoffs empresariales intensivos en conocimiento en Baja California y Chihuahua.

3. Caracterizar los Sistemas Regionales de Innovación (SRI), en Baja California y Chihuahua, resaltando la articulación de organizaciones e instituciones de ciencia, tecnología e innovación (CTI).

4. Evaluar la influencia de las derramas de conocimiento (*knowledge spillovers*) de la inversión extranjera directa (IED), y la importancia de las Cadenas Globales de Valor (GCV) en el territorio, en especial las derramas de capital humano de Empresas Multinacionales (EMN), a través de estudio de casos elaborados para las zonas metropolitanas estudiadas.

El capítulo se compone de cuatro secciones, además de esta introducción. En la primera se presentan los aspectos geográficos y demográficos; la segunda sección está dedicada al análisis de los aspectos económicos; la tercera sección aborda los aspectos políticos e

institucionales del entorno; en la cuarta sección se discuten las derramas de conocimientos de la IED a través de las EMN y la importancia de los vínculos entre EMN-empresas locales para el aprendizaje tecnológico, la formación de capacidades y los desprendimientos empresariales. Finalmente, se presentan algunas conclusiones.

3.2. La dimensión territorial: aspectos geográficos y demográficos

La formación y el desempeño de las empresas locales guardan una estrecha correlación con la demografía del territorio donde se ubican. En el caso específico de las empresas intensivas en conocimiento, no solo es necesaria una masa crítica de innovadores y emprendedores, individuos con capacidades tecnológicas y aptitudes personales necesarias para gestionar empresas tecnológicas, sino también intervienen de forma decisiva los recursos tangibles e intangibles distribuidos e incrustados en la región.

3.2.1. Las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez en el contexto fronterizo

La frontera México-Estados Unidos es considerada como una de las más dinámicas, diversas y complejas del mundo. Con 3,185 kilómetros de longitud, se extiende desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México y en ella convergen 10 estados: California, Arizona, Nuevo México y Texas en Estados Unidos, y Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas en México. Con una geografía y demografía heterogéneas, sobre la frontera se localizan subregiones transfronterizas con un alto grado de interdependencia y asimetría, producto de fusiones históricas, culturales y geográficas (Lee y Wilson, 2014:4).

Las principales regiones binacionales de la frontera México-Estados son cuatro: 1) Baja California-California, principalmente formada por Tijuana-San Diego, y que se extiende hasta el condado de Imperial y los municipios de Ensenada y Mexicali; 2) Sonora-Arizona, con la región conformada por las ciudades de Nogales, Sonora y Nogales, Arizona, donde la ciudad más grande está del lado mexicano; 3) Chihuahua- Texas-Nuevo México, llamada región *El Paso del Norte*, conformada por Juárez-El Paso, aunque de forma extendida también incluye a Doña Ana y Otero en el sureste de Nuevo México, y; 4) Tamaulipas-Nuevo León-Coahuila-Sur de Texas, que incluye cuatro subregiones, tres son conurbaciones transfronterizas como Nuevo

Laredo-Laredo, Piedras Negras-Eagle Pass y Matamoros-Brownsville, y con 475 km de por medio, las grandes zonas metropolitanas de Monterrey y San Antonio.

Las dos regiones con mayor importancia de la frontera México-Estados Unidos son las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez; éstas además forman parte de las dos mega regiones transfronterizas más importantes en Norte América, la llamada *Mega Región CaliBaja* y la región transfronteriza *El Paso del Norte*, respectivamente (OECD, 2009; Lee y Wilson, 2014)²⁸.

Zona Metropolitana de Tijuana²⁹

La ZM de Tijuana está conformada por tres municipios³⁰, Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito, de cinco que integran el Estado de Baja California, con un población estatal de 3,315,766 habitantes (2.8% del total nacional) (INEGI, 2015). La ZM de Tijuana cuenta con 1,840,710 habitantes, 55.5% de la población estatal, siendo la sexta ZM más grande del país (SEDESOL, CONAPO e INEGI, 2012; INEGI 2015).

Debido a su colindancia con el condado de San Diego, ZM de Tijuana tiene cuatro puertos fronterizos: San Ysidro, Otay Mesa, *Cross Border Xpress* (aeropuerto de Tijuana) y Tecate, con cruces anuales de más de 80 millones de pasajeros y más de 30 millones de vehículos, convirtiéndolos en los cruces fronterizos más dinámicos del mundo (US-CBP, 2016). En el mapa 3.1 se muestran los 3 municipios que conforman la ZM de Tijuana.

²⁸ Para mayor información sobre la *Mega Región CaliBaja* se puede consultar <http://calibaja.net/cbdb/p/> y <http://tijuanaedc.org/calibaja/> y, para la región transfronteriza *El Paso del Norte*: <http://www.pasodelnortegroup.org/> y <https://www.oecd.org/mexico/44210876.pdf>

²⁹ La delimitación formal de las zonas metropolitanas de México está a cargo de un grupo interinstitucional integrado por la SEDESOL, el CONAPO y el INEG. Este grupo define a la zona Metropolitana como: “el conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuyas funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica”. Adicionalmente, se definen como zonas metropolitanas todos aquellos municipios que concentran a un millón de habitantes o más, así como aquellos con 250 mil o más habitantes que comparten procesos de conurbación con ciudades de Estados Unidos de América. (SEDESOL, CONAPO e INEGI, 2012).

³⁰ Definidos en clave geo-estadística, Estado-Municipio (EEMMM) y por tipos: 1) municipio central; 2) municipio exterior definido con criterios estadísticos y geográficos, y; 3) municipio exterior definido con base en criterios de planeación y política urbana (SEDESOL, CONAPO e INEGI, 2012).

Mapa 3.1. Delimitación geográfica de la zona metropolitana de Tijuana



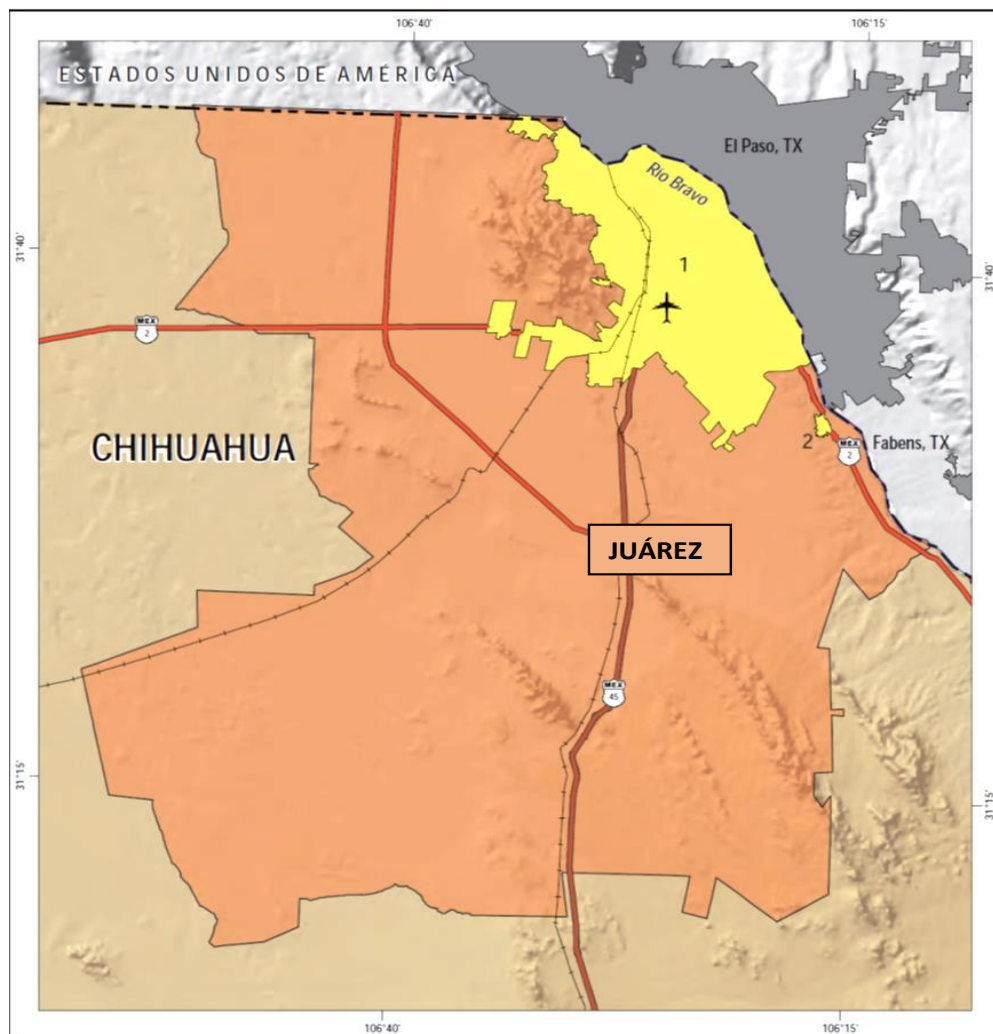
Fuente: SEDESOL, CONAPO e INEGI (2012) con información del INEGI a través del Censo de Población y Vivienda 2010 y el Marco Geoestadístico Nacional (v.5.0).

Zona Metropolitana de Juárez

La ZM de Juárez está conformada por el municipio de Juárez, de un total de 67 municipios que integran el estado de Chihuahua, el cual tiene una población de 3,556,574 habitantes (3% del total del país) (INEGI, 2015). Juárez tiene una población de 1,391,180 personas, (aproximadamente el 40% de la población estatal) lo que la ubica como la octava ZM más grande del país (SEDESOL, CONAPO e INEGI, 2012).

La ZM de Juárez cuenta con cuatro puertos fronterizos: el Paso del Norte, el Puente Córdova de las Américas (BOTA), Puente Zaragoza y el Cruce San Jerónimo, este último ubicado a 17 km al oeste la ciudad fuera de la marcha urbana y que conecta al municipio de Juárez con el estado de Nuevo México, en el condado Doña Ana. En el mapa 3.2 se muestra el municipio de Juárez donde se encuentra ubicada la ZM de Juárez.

Mapa 3.2. Delimitación geográfica de la zona metropolitana de Juárez



Fuente: SEDESOL, CONAPO e INEGI (2012) con información del INEGI a través del Censo de Población y Vivienda 2010 y el Marco Geoestadístico Nacional (v.5.0).

Una característica común de estas dos ZM es que tanto Juárez como Tijuana colindan con importantes concentraciones urbanas de la frontera estadounidense. En el caso de la ZM de Tijuana, su colindancia con la zona metropolitana de San Diego ha dado origen al puerto

fronterizo más transitado del mundo. Juárez por su parte colinda con la Ciudad de El Paso, Texas, la segunda ciudad más grande de Estados Unidos en la frontera con México, con 839,007 habitantes³¹. En el cuadro 3.1 se resumen las principales características de las dos regiones transfronterizas más grandes de México y del sur de Estados Unidos.

Cuadro 3.1. Regiones metropolitanas transfronterizas Tijuana-San Diego y Juárez-El Paso. Características y vínculos seleccionados

	Población	Aspectos económicos y vínculos intra-regionales
Región metro de San Diego Ca.	4,694,459	Biotecnología, dispositivos médicos, defensa-militar, TICs, aeroespacial, manufactura y turismo.
Región metro de El Paso Tx.	1,516,717	TICs, comercio, logística, actividades financieras, servicios profesionales.
<i>Región transfronteriza</i> Tijuana– San Diego	6,535,169	-Cooperación entre consejos de desarrollo económico para promover la “ <i>Mega Región CaliBaja</i> ”. -PIB conjunto de 205 Billones (USD) en 2011. -Fuerza laboral de 3,154,663 personas. -Alianzas para fortalecer clústeres de manufactura avanzada, biotecnología, agro-negocios y logística. -Innovación tecnológica llevada a cabo por 90 universidades y centros de investigación en ambos lados de la frontera.
<i>Región transfronteriza</i> Juárez- El Paso	4,840,868	-Cooperación para integrar la “ <i>Región Paso del Norte</i> ”, entre consejos de desarrollo económico e instituciones de educación superior de ambos lados de la frontera. -Interacción entre IES de ambos lados para investigación e innovación. -Gobiernos locales de ambos lados de la frontera implementan instrumentos para captar IED.

Fuente: elaboración con base en:

www.census.gov/quickfacts/table/PST045214/06073,0666000/accessible
www.census.gov/quickfacts/table/PST045215/48141
www.census.gov/tables/2016/demo/popest/metro-and-micro-statistical-areas.html
www.sandiegocounty.gov/ www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/
www.census.gov/quickfacts/table/PST045215/4824000
www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/
www.sandiegobusiness.org/about/join
www.elpasotexas.gov/~media/files/coep/economic%20development/january%20elpasomsa.ashx?la=en
http://calibaja.net/cbdb/p/about_who.php
www.oecd.org/mexico/44210876.pdf.

Estas regiones enfrentan una cantidad considerable de problemas económicos, sociales, medioambientales y de seguridad derivados de su condición transfronteriza, pero también

³¹ Para mayor información se puede consultar: www.sandiego.gov y www.elpasotexas.gov

representan oportunidades proporcionadas por las economías de aglomeración, por actividades empresariales, y a través de los procesos de acumulación y diseminación de conocimientos localizados territorialmente.

En un reporte sobre de áreas metropolitanas de la OCDE (2016:15), se han identificado 1,197 áreas urbanas funcionales en 30 países, incluido México, clasificadas en cuatro tamaños³², de las cuales 78 son grandes regiones metropolitanas con más de 1.5 millones de habitantes que tienden a concentrar una parte importante de las actividades económicas de la región y del país. De acuerdo con este reporte, existen un conjunto de factores que explican las ventajas de las grandes ZM, incluyendo las transfronterizas, para generar un mayor producto per cápita y productividad, tales como:

1) economías de aglomeración, que permiten atraer grandes empresas multinacionales y regionales, ya que ofrecen una amplia variedad de recursos y concentran servicios e infraestructura más especializada, como parques industriales, servicios logísticos y tecnológicos.

2) ventajas de especialización y diversificación; la primera toma lugar en actividades de alto valor agregado gracias a la facilidad para acceder al conocimiento, y la diversificación industrial en las ZM depende de las capacidades para concentrar actividades de I+D y generar innovación, y;

3) las ZM tienden a generar mayores dotaciones de capital (físico y humano), el nivel de capacidades tecnológicas en el territorio, las empresas y en las personas son mayores que el promedio nacional para la mayoría de las ZM y la estructura demográfica es más favorable. Las ZM, en su mayoría, tienen un mayor nivel (*stock*) de capital físico medido por la maquinaria y equipo de las empresas, naves industriales y mejor infraestructura de transporte y telecomunicaciones.

³²Áreas urbanas funcionales pequeñas (menos de 200 mil habitantes), medianas (entre 200 y 500 mil habitantes), zonas metropolitanas (entre 500 mil y 1.5 millón de habitantes) y grandes zonas metropolitanas (con poblaciones mayores a 1.5 millón de habitantes).

Sin embargo, aun con las anteriores ventajas de aglomeración, las ZM no deben ser sobreestimadas, no son siempre sinónimo de éxito³³.

3.2.2. Aspectos demográficos y empleo

De acuerdo con la metodología de la OCDE, la ZM de Juárez se considera como *zona metropolitana*, mientras que Tijuana se considera como *gran zona metropolitana* (OCDE, 2016).

En la década de 1990-2000 se registraron tasas promedio de crecimiento poblacional de 5.4 % para la ZM de Tijuana y 4.3% para Juárez, cuando el proceso de migración hacia el norte aún se mantenía, con migrantes atraídos principalmente por la alta demanda de empleo en maquiladora; sin embargo, en la siguiente década (2000-2010) se observa una drástica reducción con respecto a la década anterior. (Ver Cuadro 3.2).

Se observa un repunte entre 2010 y 2014, periodo en el que la ZM de Tijuana crece a un ritmo mayor que la ZM de Juárez; este repunte está relacionado con al menos a dos hechos: 1) la crisis económica 2008-2009, que produjo problemas de vivienda (hipotecas) y desempleo de mexicanos radicados en Estados Unidos, por lo que se registraron numerosos retornos voluntarios hacia México, permaneciendo muchos de ellos en la frontera norte, y 2) el endurecimiento de las políticas migratorias del gobierno de Estados Unidos a partir de 2006,

³³Como en los siguientes escenarios:

- 1) la capacidad de innovación de las ZM puede estar debajo de la media nacional, al igual que la productividad y el empleo, en parte porque los centros de investigación están en otras regiones o bien tienen pocos y débiles vínculos en sus sistemas locales y regionales de innovación;
- 2) las ZM pueden presentar problemas persistentes y sistémicos de desempleo, sus tasas de desocupación pueden estar por encima de ciudades pequeñas o regiones rurales, debido a bajas tasas de actividad económica por industrias y sectores productivos atrasados o de bajo valor agregado;
- 3) la desigualdad socio-económica es común en todas las zonas metropolitanas, particularmente en poblaciones vulnerables como inmigrantes y sus descendientes. La exclusión y pobreza, en la mayoría de los países de la OECD es un fenómeno urbano, no es exclusivo de ZM menos avanzadas como las que existen en México, sino que está presente por igual en ciudades ricas de países desarrollados que están en procesos de reestructuración productiva;
- 4) la pobreza y exclusión imponen altos costos como niveles de criminalidad y polarización espacial, donde muchas colonias no tienen acceso a servicios básicos e infraestructura pública. En este sentido, las ZM presentan externalidades negativas;
- 5) los costos asociados al tráfico, la contaminación y degradación ambiental, y;
- 6) existe un umbral poblacional donde las grandes ZM enfrentan des-economías de aglomeración, es decir, donde la correlación entre el tamaño de la ciudad y el ingreso es negativa, calculado alrededor de los 7 millones de habitantes (OECD, 2006:1-3).

incrementado significativamente la cantidad de personas forzadas a retornar a México y su punto de repatriación fue alguna ciudad de frontera norte de México (Gandini, Lozano y Gaspar, 2015:60).

Cuadro 3.2. Crecimiento poblacional en las ZM de Tijuana y Juárez

Zona Metropolitana	Tasas de crecimiento poblacional medio anual (%)		
	1990-2000	2000-2010	2010-2014
Tijuana	5.4	2.5	3.5
Juárez	4.3	0.9	1.5

Fuente: elaborado con información del INEGI (2014) y la Encuesta Intercensal 2015.

Respecto a los niveles de desigualdad económica y social entre en las poblaciones, de acuerdo con Boulant, Brezzi y Veneri (2016), el índice de Gini para la ZM de Tijuana es de 0.44 mientras que para la ZM de Juárez es de 0.42, los cuales son menores con respecto al índice de Gini nacional es cual fue de 0.47 en 2015 (Banco Mundial, 2015). El PIB per cápita de la ZM de Tijuana en 2015 fue de \$10,119 USD y en la ZM de Juárez de \$9,598 (Banamex, 2014;39-55; Banco Mundial, 2015). Tanto el índice de Gini como el PIB per cápita apuntan a que las poblaciones de ambas ZM presentan rasgos similares en términos económicos y sociales.

Empleo

La frontera norte de México ha tenido un proceso intenso de industrialización a partir del Programa de Industrialización Fronteriza (PIF) en 1965, cuando se instaló el primer parque industrial en Juárez. A partir de este programa se generó un fuerte desarrollo industrial que desencadenó el asentamiento de empresas multinacionales demandando grandes cantidades de mano de obra, operadores, técnicos y profesionistas, principalmente en el sector de manufacturas para la exportación o *maquilas*.

Carrillo y Hualde (1996), argumentan que los modelos de producción, la tecnología, las instituciones y los marcos regulatorios evolucionaron para posicionar a las empresas multinacionales (EMN) como agentes estratégicos y dinamizadores de la frontera norte; estos

han sido detonantes del desarrollo económico y actualmente son participantes importantes de cadenas globales de valor (CGV) en sectores de alta tecnología como aeroespacial, biotecnología, electrónica, semiconductores, automotriz-autopartes, TICs y logística, entre otros.

En relación con la Población Económicamente Activa (PEA) y el nivel de educación, ambos estados presentan poblaciones similares, tanto en características de la fuerza laboral como en niveles de educación (Cuadro 3.3). La PEA en Baja California es de 56% y en Chihuahua de 52%, mientras que la población con educación media superior y superior en Baja California es de 44.9% y de 40.2 en Chihuahua.

Cuadro 3.3. Población económicamente activa y nivel de educación en Baja California y Chihuahua al 2015

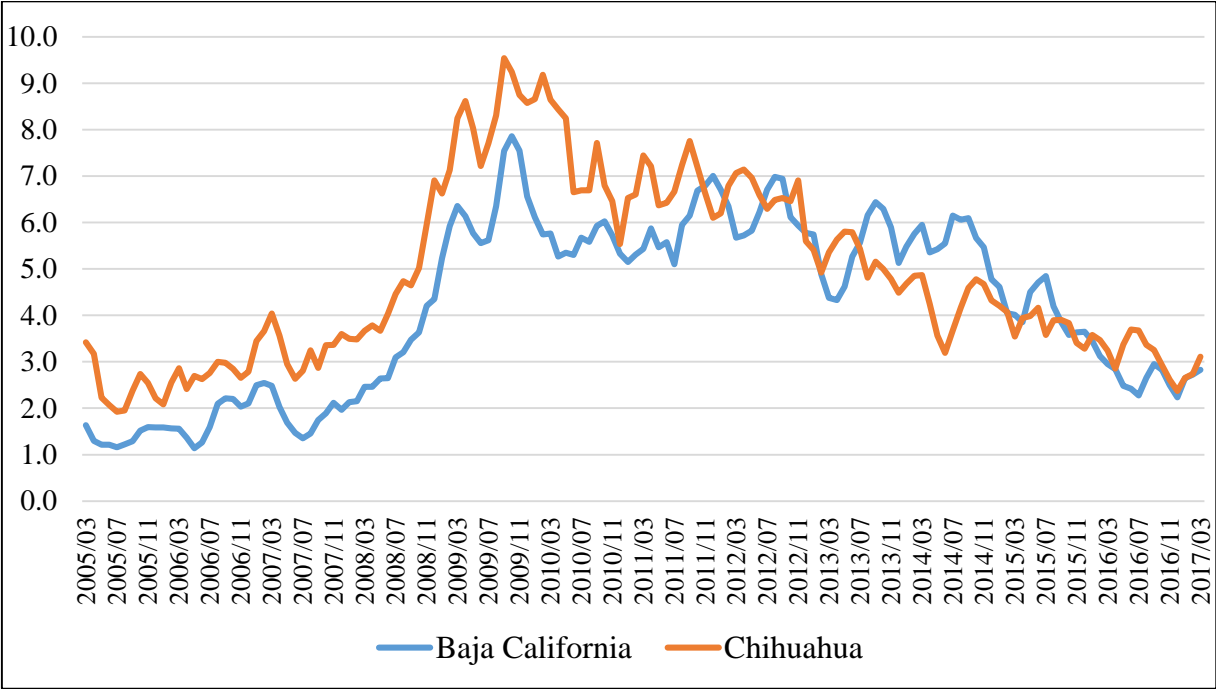
	Población Económicamente Activa (PEA), de 12 años o más, al 2015.			Población de 15 años y más por nivel de escolaridad.	
Baja California Población = 3,315,766 Densidad = 46.4 hab/km ²	PEA	1,856,830	56%	Sin escolaridad	3.0%
	Hombre	1,158,662	62.4%	Básica	51.9%
	Mujeres	698,168	37.6%	Media superior	25.5%
	Ocupada	1,789,984	96.4%	Superior	19.4%
	Hombres	1,106,522	95.5%	No especificado	0.3%
	Mujeres	682,808	97.8%		
	Desempleo	59,418	3.6%		
Chihuahua Población = 3,556,574 Densidad = 14.4 hab/km ²	PEA	1,838,749	51.7%	Sin escolaridad	3.6%
	Hombre	1,173,121	63.8%	Básica	54.1%
	Mujeres	665,627	36.2%	Media superior	21.4%
	Ocupada	1,768,876	96.2%	Superior	18.8%
	Hombres	1,117,984	95.3%	No especificado	2.1%
	Mujeres	649,651	97.6%		
	Desempleo	69,872	3.8%		

Fuente: Elaborado con información del INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

Tanto en Baja California como en Chihuahua las tasas de desempleo tienen una clara interdependencia con el ciclo económico de Estados Unidos, como se observa el repunte en la tasa de desempleo en ambas zonas metropolitanas por el impacto de la crisis financiera del 2008-

2009, cuyo máximo fue de 9.5% en Juárez y de 7.9% en Baja California, a partir de ese pico, la recuperación ha sido gradual y la tasa de desocupación en ambas zonas metropolitanas ha mostrado una definida tendencia a la baja, presentando mayor variabilidad el promedio móvil de Baja California, pero al mes de marzo del 2017 ambos se ubicaban en niveles del 3%. (Gráfica 3.1)

Gráfica 3.1. Tasa de desocupación de Baja California y Chihuahua 2005-2016



Fuente: elaborado con información del INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2017.

Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX) y productividad laboral.

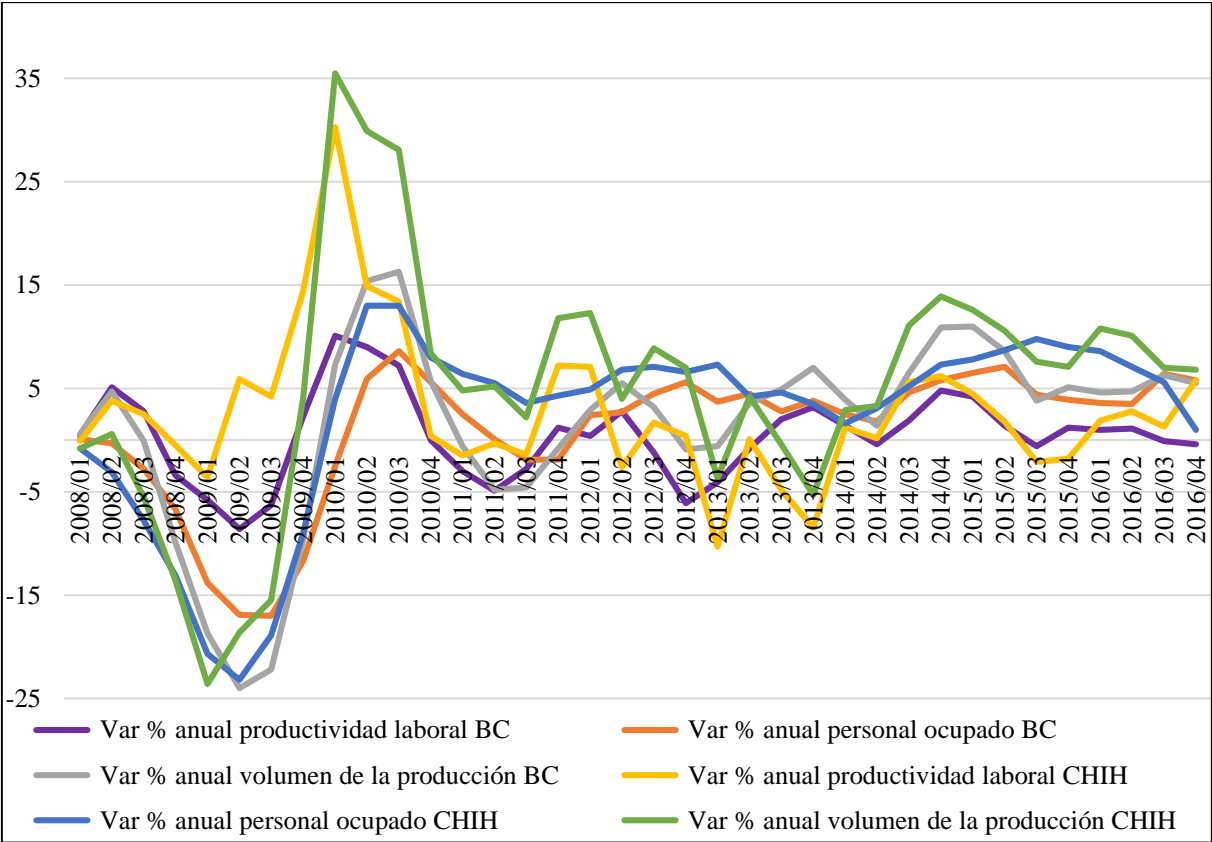
El sector secundario, que incluye a las manufacturas, ha sido un sector clave para el desarrollo económico regional desde la década de los 1960, aportando alrededor del 36% al PIB estatal tanto en Baja California como en Chihuahua.

En febrero de 2017 había en México 5,058 establecimientos pertenecientes al Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación, de los cuales 697 se

localizan en la ZM de Tijuana (13.7%) y 319 en la ZM de Juárez (6.3% del total nacional); en conjunto, en estas dos ZM concentran el 20% de la IMMEX.

Los indicadores de productividad laboral en el sector de manufacturas presentan una mayor variabilidad durante la crisis financiera 2008-2009, estas variaciones en los tres indicadores estuvieron en terreno negativo, en gran medida explicado por la caída en la demanda global de productos manufacturados, estabilizándose a partir del 2010, donde se comienza a recuperar la confianza en el consumidor, se inyecta capital a través de la IED y se reactivan muchos de los sectores importantes como electrónica, automotriz-autopartes y aeroespacial. (Gráfica 3.2)

Gráfica 3.2. Indicadores seleccionados de productividad, variación porcentual anual, en industrias manufactureras, Baja California y Chihuahua, 2008-2016



Fuente: elaborado con información del INEGI. Encuesta mensual de la industria manufacturera 2016.

También se puede observar que las seis series presentan comportamientos similares, pero los indicadores que corresponden a Baja California tienen menor varianza con respecto a los

indicadores de Chihuahua. Lo anterior da indicios del comportamiento del sector de manufacturas (31-33) en las dos regiones cuyos nichos de especialización difieren pero que guardan una fuerte cointegración con respecto al escenario global.

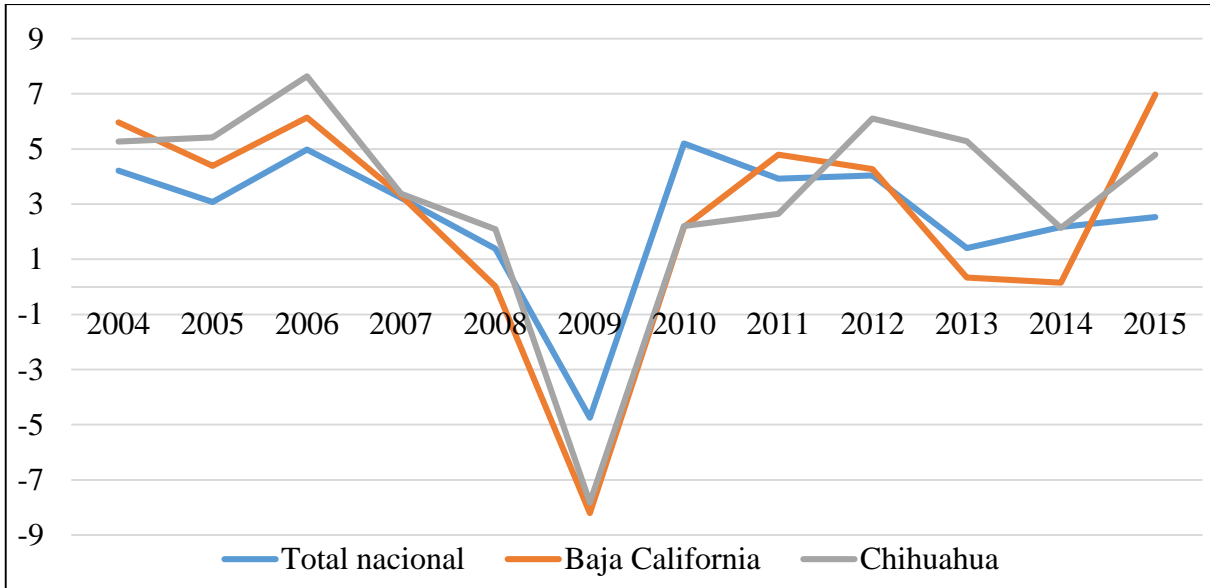
En suma, se encontró que existen marcadas similitudes en aspectos sociodemográficos, de empleo y de productividad laboral en los estados de Baja California y Chihuahua, así como en las ZM de Juárez y Tijuana. En la siguiente sección se revisan aspectos relacionados con las actividades económicas, los sectores industriales y las dinámicas de inversión extranjera directa.

3.3. La dimensión económica: Baja California y Chihuahua

En el período que comprende el TLCAN, la economía mexicana ha mantenido una estrecha interdependencia con los ciclos económicos de Estados Unidos y Canadá, especialmente en el caso de las economías de los estados de la frontera norte, que están más sincronizados debido al peso de los intercambios comerciales y las actividades de inversión extranjera directa.

Al observar la variación porcentual anual del PIB nacional, de Baja California y Chihuahua se advierte que las tasas de crecimiento de los estados fronterizos son similares, debido en parte al estrecho vínculo con la economía de Estados Unidos que marca la pauta de la actividad económica en ambos estados. (Gráfica 3.3).

Gráfica 3.3. PIB, variación anual (%) de Baja California, Chihuahua y total nacional 2004-2015 (base 2008)

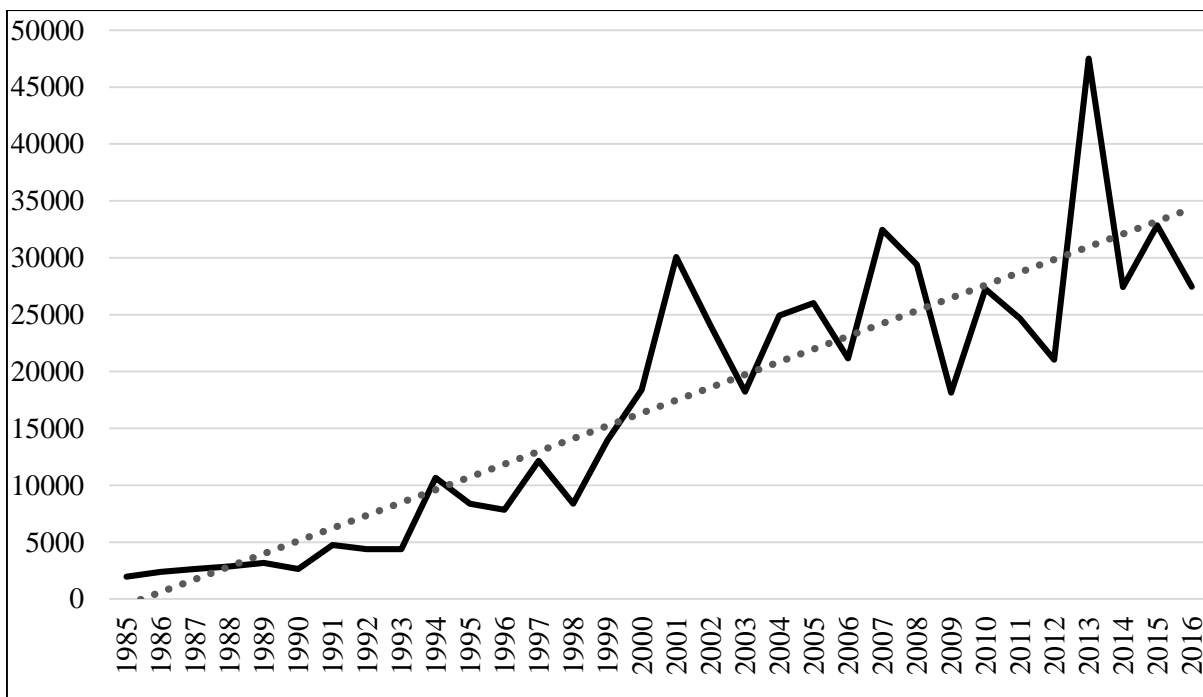


Fuente: Elaboración con base en información del INEGI (2017). Sistema de Cuentas Nacionales de México.

La Inversión Extranjera Directa (IED) es una de las principales fuentes de crecimiento económico de México, pero de manera particular para los estados fronterizos, en términos de inversiones en planta productiva, maquinaria y equipo, tanto nuevas inversiones como la destinada a suplir la depreciación de la capacidad instalada, mayormente en la industria manufacturera.

Es precisamente esta IED asociada con maquinaria y equipo la que produce cambios en el estado de la tecnología, y a su vez vinculada con las derramas de conocimiento, en tanto los trabajadores de la industria manufacturera se relacionan con nuevas y mejores tecnologías a través de la instalación, entrenamiento, operación, y mantenimiento de esta. En la gráfica 3.4 se muestra la evolución de la IED en México, para el periodo 1985-2016, donde en los años previos al TLCAN se muestran niveles incipientes de IED, y un despegue importante a partir de 1994 (CEPAL 2015).

Gráfica 3.4. IED entrante, México 1985-2016 (millones de US dólares)



Fuente: elaborado con información de la Secretaría de Economía. Dirección General de Inversión Extranjera y el Banco de Información Económica del INEGI (2017).

Los estados de Baja California y Chihuahua se sitúan entre los más importantes receptores de IED en México. (Gráfica 3.5).

En los últimos años Chihuahua logró captar más inversiones, principalmente en el sector de automotriz-autopartes y aeroespacial. Actualmente Baja California ocupa el sexto lugar en captación de IED mientras que Chihuahua el cuarto a nivel nacional.

En el período de 1999-2016, el sector manufacturero captó aproximadamente el 80% de la IED en ambos estados, y este sector representa aproximadamente el 25% del PIB en (INEGI, 2017). En relación al origen de la IED, Estados Unidos seguido por la Unión Europea y Canadá, en ese orden, se destacan con inversiones concentradas principalmente en los sectores automotriz-autopartes, electrónica y aeroespacial, y a partir del 2008, Japón ha mostrado un mayor dinamismo en sus inversiones seguido por China en sus inversiones en México (SE, 2017).

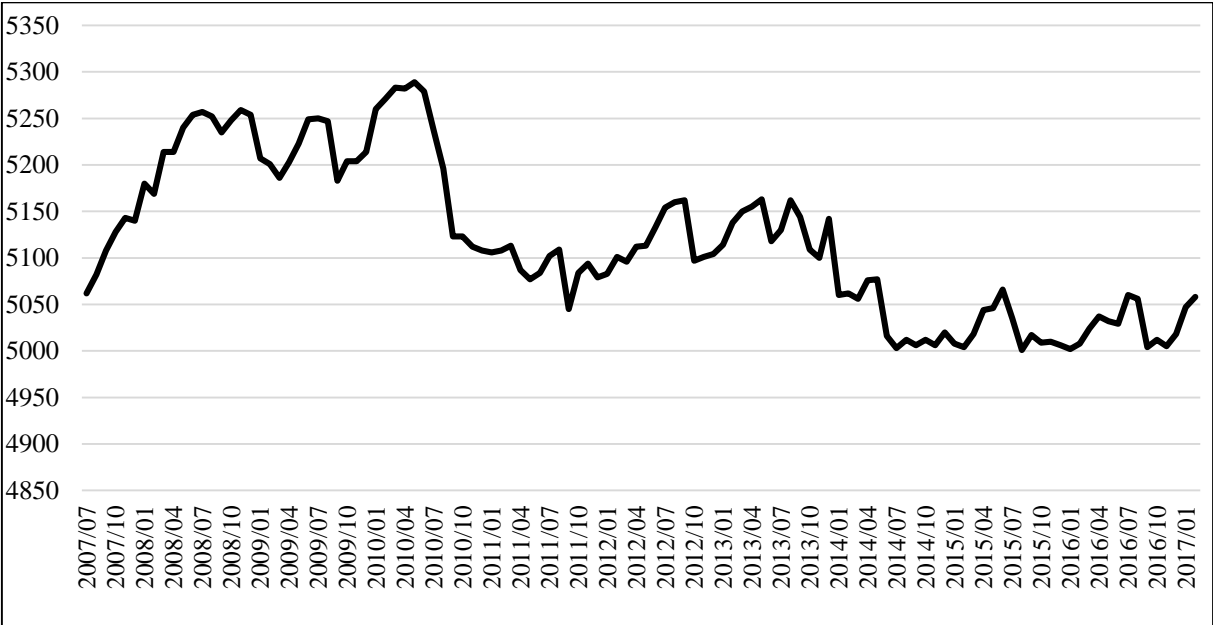
3.3.1. Industria manufacturera e IMMEX

El Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) registraba al 2015 un total de 5,019,767 empresas en México, de las cuales 204,800 pertenecen a los sectores de manufacturas (31-33 del SCIAN), lo que representa un 3.9% respecto del universo empresarial del país.

Dentro de la población de industrias manufactureras destacan los 5,058 establecimientos de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX), no tanto por su número sino por su peso en las principales variables que definen el perfil económico de las regiones donde se localizan.

Las empresas inscritas en el programa IMMEX son importantes porque están vinculadas a cadenas globales de valor lideradas por empresas multinacionales, movilizan la mayor proporción de IED, son portadoras de tecnologías y conocimientos, y tienen un alto impacto en el empleo donde se localizan INEGI (2017). En la gráfica 3.5 se muestra la evolución de las IMMEX en México.

Gráfica 3.5. Establecimientos de la IMMEX 2007-2017



Fuente: elaboración con base en datos del INEGI (2017). Estadística Integral del Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación.

En la ZM de Tijuana, se localizan 697 establecimientos INMEX, el 13.7% del total nacional, y 319 establecimientos en la ZM de Juárez, el 6.3% del total nacional; en conjunto, en estas dos ZM concentran el 20% de la IMMEX de México. Lo anterior denota su importancia en las dos ZM: en volúmenes de IED, empleo, y como portadoras de tecnologías y conocimientos.

Respecto al personal ocupado en la industria manufacturera, la industria manufacturera (sectores 31-33) generó en Baja California alrededor de 280 mil empleos directos y en Chihuahua 350 mil, al mes enero de 2017, con una tendencia al alza después de la crisis del 2008-2009 en ambos estados.

3.4. El entorno institucional

En 1965 entró en operaciones el Programa de Industrialización Fronteriza (PIF), una estrategia del gobierno mexicano para la creación de empleos en la región fronteriza del norte de México³⁴. Con ello dio inicio el proceso de industrialización basado en la instalación de las primeras maquilas³⁵ en las ciudades más importantes de la frontera norte de México. El PIF presentaba dos atractivas oportunidades para las ciudades fronterizas: reducir el desempleo y promover el desarrollo industrial (Douglas y Hansen, 2003).

Carrillo y Hernández (1985:87-89) señalan que para finales de los 1970 el número de plantas ascendía a 147, con un total de 17,000 empleados, y para mediados de marzo de 1971 ya se habían establecido más de 200 con alrededor de 30,000 trabajadores, predominantemente mujeres. La mayoría de las maquiladoras se concentraban en Tijuana, Mexicali y Juárez, siendo

³⁴ El 20 de mayo de 1965 la Secretaría de Industria y Comercio anunció el establecimiento del Programa de Industrialización Fronteriza (PIF) o Programa de Aprovechamiento de la Mano de Obra Sobrante a lo Largo de la Frontera con Estados Unidos, como se le designó de manera oficial. Mientras que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público emitió una serie de reglas y lineamientos para operar el PIF, como que la materia prima y los componentes originales podrían importarse a México libre de impuestos para ensamblarse y luego reexportarse como productos terminados, siempre y cuando permanecieran en zonas francas, lo cual quedaba restringido a una franja de 20 kilómetros a lo largo de la frontera norte con Estados Unidos, limitadas a los parques administrados por el Programa Nacional Fronterizo (PRONAF), y además, en un inicio el componente extranjero del capital social no podía exceder el 49% de las acciones (Douglas y Hansen, 2003:1051).

³⁵ De acuerdo con Angulo (1990:139) el término maquila es una palabra de origen árabe que en sus primeros usos se relacionaba con la actividad de la molienda, toda vez que se refiere a la porción del grano que corresponde al molinero a cambio de su servicio, el significado evolucionó hasta designar “cualquier actividad particular en un proceso industrial como el ensamble o el embalaje realizada por una parte que no es el fabricante original”.

está última el sitio preferido para los inversionistas por su cercanía con la ciudad de El Paso y por su infraestructura urbana e industrial.

El acelerado crecimiento de la industria maquiladora durante su primer decenio (1965-1975), de acuerdo con Douglas y Hansen (2003:1056), indujo al gobierno mexicano a continuar con su promoción, principalmente durante la presidencia de Echeverría (1970-1976): se eliminaron muchas restricciones importantes relativas a la inversión extranjera y se expandió el campo de operaciones de las maquiladoras en México, y tales políticas aseguraron la operación y crecimiento de las maquiladoras hasta la era del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

En gran medida el auge de la industria maquiladora se ha relacionado con los costos de mano de obra, por lo que un factor que impulsó el crecimiento de este tipo de establecimientos fueron las devaluaciones del peso mexicano durante las últimas décadas (1980-2010), además de que el gobierno las estimuló a través de reformas en la legislación aduanera, inversión y propiedad, siguiendo una tendencia de liberación comercial, lo cual promovió su expansión más allá de la franja fronteriza hasta el día de hoy.

La política industrial desplegada por los estados de Baja California y Chihuahua presenta algunas similitudes, en parte debido a sus trayectorias de industrialización articuladas en torno al PIF, pero difieren en cuanto a sus estrategias de promoción industrial hacia ciertas vocaciones productivas y clústeres, mayormente de sectores tecnológicos de alto valor agregado, y orientados a la innovación y competitividad de empresas locales para que logren insertarse en Cadenas Globales de Valor.

3.4.1. Política industrial y política de ciencia, tecnología e innovación

El gobierno mexicano ha desarrollado una política industrial enfocada en incrementar la productividad de los sectores dinámicos y tradicionales de la economía mexicana, de manera regional y sectorialmente equilibrada. Entre sus líneas de acción están: 1. implementar una política de fomento económico que contemple el diseño y desarrollo de agendas sectoriales y regionales, el desarrollo de capital humano innovador, el impulso de los sectores estratégicos

de alto valor, el desarrollo y la promoción de cadenas de valor en sectores estratégicos, y el apoyo a la innovación y el desarrollo tecnológico; 2. la articulación de políticas transversales, sectoriales y regionales, que procuren el diseño, ejecución y seguimiento de proyectos orientados a fortalecer la competitividad del país, con los esfuerzos de los tres órdenes de gobiernos y otros sectores de la sociedad; 3. apoyar la inserción de la Pymes en las cadenas de valor de los sectores estratégicos con mayor dinamismo, con más potencial de crecimiento y generación de empleo, de común acuerdo con los gobiernos estatales; 4. impulsar programas que desarrollen capacidades en TICs y en innovación para promover la creación de ecosistemas de alto valor agregado; 5. facilitar el acceso a financiamiento y capital para emprendedores de Pymes y facilitar encadenamientos productivos que fortalezcan su capacidad exportadora, y; 6. apoyar el escalamiento empresarial de la Pymes mexicanas (PND, 2013:139-140).

El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018 (PECiTI)³⁶ busca “hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible” (CONACYT 2014:15), y establece como objetivos: 1) contribuir a la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico y que alcance el 1% del PIB; 2) contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel; 3) impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo sustentable e incluyente; 4) contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento, vinculado a las instituciones de educación superior y los centros de investigación con los sectores público, social y privado, y; 5) contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país (CONACYT 2014:13).

Plan Estatal de Desarrollo de Baja California

La política industrial de Baja California está orientada por el Plan Nacional de Desarrollo (PND), el Plan Estatal de Desarrollo de Baja California (PDE) 2008-2013, el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECiTI 2014-2018), y el Programa Especial de Ciencia y Tecnología de Baja California (PECIT-BC) e incorpora los siguientes elementos: a) innovación; b)

³⁶ El PECiTI busca articular una gran variedad de actores que intervienen de manera directa o indirecta en las múltiples dimensiones del Sistema Nacional de ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) de México. Concretamente tiene como propósito que la sociedad se apropie del conocimiento científico y tecnológico y lo utilice para ser más innovadora y productiva (CONACYT, 2014: 15).

economía del conocimiento; c) ecosistema regional de innovación (ERI); d) vocaciones productivas; e) vocaciones innovadoras y; f) las consultas empresariales.

El objetivo de la política es promover estrategias y líneas de acción para articular el así llamado ecosistema regional de innovación, el cual tiene como base el tejido empresarial en las zonas metropolitanas de Tijuana y Mexicali, así como la zona costera de Ensenada. Además, busca reconocer la importancia de impulsar la innovación, la investigación científica y el desarrollo tecnológico como elementos centrales para incrementar la productividad y competitividad de las empresas.

Si bien la política industrial del estado intenta incentivar a las empresas, universidades y otros actores para que generen, compartan y apliquen conocimiento, no están claras las líneas de acción, la asignación de recursos y los mecanismos específicos para tal fin. Un punto destacable de esta política, consiste en la promoción para la creación de nuevas empresas de base tecnológica (NEBT) y de empresas de servicios intensivas en conocimiento (KIBS) que fomenten la generación de un mayor valor agregado, a este aspecto se refiere el cuarto eje de la política (PDE, 2012).

Esta política estatal busca que las empresas que son competitivas e innovadoras aprovechen el conocimiento existente, generen nuevo y lo transfieran. En este sentido el actual Gobierno de Baja California expresa una política orientada a la creación y fortalecimiento de empresas de base tecnológica (*New Technology-Based Firm*) desde que son un grupo de empresas concreto y diferenciado de otras empresas locales que se orientan a procesos tecnológicos y de innovación, al tiempo que asumen altos riesgos inherentes con los procesos de innovación, mantienen altos niveles de gasto en I+D y suelen estar involucradas activamente en los procesos de creación de Spinoffs empresariales y Startups.

El quinto eje rector de esta política se centra en el fortalecimiento del emprendimiento empresarial asociativo, es decir, generar mecanismos de integración del tejido empresarial a través de clústeres empresariales que interactúen con otras instituciones de apoyo como las universidades y los centros de investigación. La política los clasifica en clústeres incipientes o

emergentes, clústeres en consolidación o desarrollo, clústeres maduros y clústeres de clase mundial.

Un concepto que se introdujo en la política de desarrollo empresarial 2002-2007 es el de vocaciones productivas. Mientras que en la PDE 2010-2020 se enfoca en impulsar el sistema estatal de innovación se requiere identificar las vocaciones productivas del estado y municipios bajacalifornianos, y de ahí partir para identificar las áreas de oportunidad y para adecuar la oferta en función de las demandas de la estructura productiva.

Los criterios utilizados por el gobierno de Baja California para definir las actividades económicas potencialmente más importantes y dinámicas son: a) la selección de sectores de mayor peso económico; b) la selección de sectores de alto crecimiento, y; c) la selección de sectores de mayor peso económico y alto crecimiento.

Las variables para identificar las vocaciones productivas son: personal ocupado, valor agregado y el producto interno bruto. Las vocaciones se clasifican en: vocaciones razonables (VR), vocaciones por impulsar (VI) y vocaciones por incubar (VE). Las VR son aquellos sectores o ramas económicas que al 2009 tienen una alta participación en cualquiera de las tres variables utilizadas, mientras que las VI si bien tienen un alto valor en las variables crecieron a un ritmo menor que la media nacional, pero que tienen potencial en el mediano plazo para el desarrollo del estado, finalmente las VE son aquellas que tienen una evolución incipiente en cada una de las variables utilizadas pero con una alta tasa de crecimiento, y que tienen un potencial de largo plazo para el desarrollo del Baja California.

Cuadro 3.4. Vocaciones productivas de Baja California según el Gobierno del Estado

Vocaciones	Sectores o ramas industriales (SCIAN, 2007)
------------	---

Vocaciones razonables	3364 Fabricación de equipo aeroespacial 3329 Fabricación de otros productos metálicos 3363 Fabricación de partes para vehículos automotores 5171 operadores de telecomunicaciones alámbricas
Vocaciones por impulsar	2211 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica 3391 Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de usos médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos 3261 Fabricación de productos de plástico 3344 Fabricación de componentes electrónicos 3361 Fabricación de automóviles y camiones 3399 Otras industrias manufactureras 3345 Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico
Vocaciones por incubar	3254 Fabricación de producto farmacéuticos 6215 Laboratorios médicos y de diagnóstico 6214 Centros para la atención de pacientes que no requieren hospitalización 7139 otros servicios recreativos

Fuente: PED 2012-2020 con información de Censos Económicos 2003 y 2008.

Se puede apreciar que sobresalen ramas de los sectores de manufactura 32 y 33 en vocaciones razonables y por impulsar, mientras que en las vocaciones por incubar sobresalen los servicios. (Cuadro 3.4). Esto a razón de la trayectoria industrial forjada en Baja California desde los 1960, y con el conjunto de reestructuración industriales durante las décadas de los 1980 y 1990, pasando por, al menos, tres generaciones de industrias manufactureras de exportación diferenciadas (Carrillo y Hualde, 1996).

La PDE 2012-2020 contempla diversos tipos de vocaciones de innovación, las cuales incluyen a sectores y ramas económicas donde se desarrollan las innovaciones. Se distinguen cinco macro sectores: 1) desarrollo de insumos que son utilizados en otras industrias, aquí se encuentran las empresas de desarrollo de software, fabricación de maquinaria y equipo, y de instrumentos en general; 2) aplicaciones de los insumos desarrollados en la industria anterior, como las empresas ubicadas en la agroindustria, celulosa y papel, cuyos procesos son intensivos en capital; 3) industria de *commodities*, este estrato engloba a aquellos sectores donde las innovaciones importantes son las de procesos para reducir costos, como las industrias del sector 22, principalmente mineras; 4) desarrollo de sistemas complejos, aquí se encuentra la industria aeroespacial, electrónica y telecomunicaciones y; 5) aplicaciones de tecnología de alto

contenido científico, aquí se encuentran empresas que realizan actividades *in-house* de I +D, como la industria farmacéutica, con personal científico altamente calificado. En el cuadro 3.5 se muestran los 4 principales sectores industriales en la ZM de Tijuana; tan solo este grupo de 227 empresas IMMEX generan 115,000 empleos directos.

Cuadro 3.5. Sectores industriales estratégicos en la ZM de Tijuana al 2016

Aeroespacial y defensa	Automotriz-autopartes	Dispositivos médicos	Electrónica
+ 8,100 empleos + 30 empresas No. 1 en México Empresas: Cubic, EATON, Zodiac Aerospace, Esterline, otras.	+ 18,000 empleos + 40 empresas Empresas: Toyota, Hyundai, CST, Autoliv, entre otras.	+ 34,000 empleos + 43 empresas No. 1 en Norteamérica Empresas: WelchAllyn, Covidien, Medtronic, Greatbach, Nypro, Gambro, DJO, entre otras.	+ 55,000 empleos + 114 empresas Empresas: Sanyo, Samsung, Bose, Kyocera, Foxconn, Plantronics, IOR, entre otras.

Fuente: elaboración con información del Consejo de Desarrollo Económico de Tijuana.

Plan Estatal de Desarrollo de Chihuahua

El Plan Estatal de Desarrollo de Chihuahua 2010-2016³⁷ define los objetivos sobre los que hasta la fecha se basa la política industrial del estado. En el Eje de Desarrollo Regional y Competitividad del PED 2010-2016 se propone crear una plataforma logística en la frontera norte mediante el impulso de la industria manufacturera, particularmente la industria aeroespacial, a la par que se fortalecen las industrias y servicios tradicionales del estado como lo son la minería, el turismo y el forestal. En cuanto a la industria automotriz, la cual tiene una importante presencia con Delphi y Ford en Chihuahua, si bien se vio afectada por la crisis 2008-2009, se propuso una recomposición del sistema de producción a través de fomentar un modelo de producción intensivo en nuevas tecnologías e innovación³⁸.

³⁷ Al momento de escribir esta tesis, el PED 2017-2021 estaba en proceso de desarrollo por el actual gobierno de Chihuahua.

³⁸ Delphi Mexico Technical Center (MTC) está localizado en Juárez y emplea ingenieros provenientes de 24 países, generando cerca de 200 patentes en Estados Unidos desde 1998. El MTC cuenta con servicios de ingeniería y desarrollo, diseño de procesos y productos, y administración de proyectos, para clientes en sectores como automotriz, electrodomésticos y componentes para equipo médico. Ford Chihuahua actualmente produce cuatro tipos de motores, 2 a gasolina y 2 a diésel, empleado a 1580 trabajadores. <http://www.delphi.com/about/locations/mexico>
<https://corporate.ford.com/company/plant-detail-pages/chihuahua-engine-plant.html>

En el PED de Chihuahua se estipula continuar con la promoción de la industria maquiladora y manufacturera de exportación (IMMEX) concentrada principalmente en Juárez, con 476 establecimientos en 2010 (70% en Juárez) que aportaban 250,000 empleos, el 40% del empleo formal en el estado.

En la política industrial se propone diversificar a través del fortalecimiento de nuevos clústeres con una tendencia sostenida de largo plazo y mayor valor agregado como el aeroespacial, automotriz-autopartes, electrodomésticos, TICs y los servicios intensivos en conocimiento. Para tal fin se establecieron los siguientes objetivos: 1) diseñar agendas sectoriales para incrementar la competitividad de sectores de alto valor y contenido tecnológico, esto contempla la creación de parques industriales, micro parques y recintos fiscalizados para establecimientos IMMEX; 2) promover el escalamiento de la producción e integración de las empresas a través del desarrollo de proveedores locales en industrias estratégicas como inyección de plástico, metal-mecánico, circuitos electrónicos, que logren insertarse en cadenas globales; 3) promover las capacidades de las empresas que integren cadenas productivas locales y regionales, en esta línea se impulsa a la industria de tecnologías de información, electrónica y los servicios especializados de diseño e ingeniería; 4) generar un esquema de incentivos para promover la transferencia de tecnología hacia los proveedores de las IMMEX; 5) desarrollar proyectos de expansión en los sectores automotriz-autopartes y aeroespacial; 6) apoyar a empresas mexicanas en procesos de certificación en la industria aeroespacial con el fin de facilitar su inserción en la cadena productiva; 7) fortalecer sectores de alto valor como biotecnología, mecatrónica, nanotecnología, electrónica y metal-mecánica, y; 8) fomentar la formación de clústeres, y en especial promover la participación de Pymes en parques industriales.

Los tres principales sectores industriales en la ZM de Juárez son: automotriz, autopartes, aeroespacial y metalmecánica. Estos sectores integran clústeres con aproximadamente 568 empresas, tanto IMMEX y Pymes, que en conjunto generan 137,000 empleos directos. Adicionalmente, los sectores automotriz y aeroespacial han sido los principales receptores de IED en el estado en los dos últimos años. (Cuadro 3.6).

Cuadro 3.6. Sectores industriales estratégicos en la ZM de Juárez al 2016

Automotriz-autopartes	Aeroespacial	Metalmecánica
+ 100,000 empleos	+ 13,000 empleos	+ 24,000 empleos
Clúster automotriz con: 13 proveedores Tier 1 14 proveedores Tier 2 5 proveedores Tier 3 - Inyección de aluminio y plástico, maquinado, estampado, forja y otros.	Cluster automotriz con: 4 OEMs 32 proveedores certificados - Aeroestructuras, arneses, turbinas, asientos, aeropartes, interiores, maquinaria de precisión y otros.	Clúster con aprox. 500 empresas
Empresas: Delphi, Lear, Bosch, Siemens, Valeo, Automotive Lighting, Stoneridgey otras.	Empresas: Honeywell, Cessna, Beechcraft, Bell Helicopter, EZ Air en alianza con Embraer y Zodiac.	Empresas: Faminsa Idea, Mexroll, Cadisa, Kuzzy, Manesa, precisión Omega, precisión Regal, Industrial Josar, AID, Autotecnia, Industrias Gil, Ripipsa, Demek, ESJ, entre otras.

Fuente: elaboración con información del Consejo de Desarrollo Económico de Juárez.

3.4.2. Instituciones y agentes de innovación en Baja California y Chihuahua

Si bien el enfoque de RIS3 es útil porque identifica nichos de especialización y establece líneas de acción para impulsar sectores estratégicos, es criticables al menos por dos razones: 1) para el caso de países en desarrollo, Edquist (2005) señala que suelen estar ausentes actores e instituciones clave para la conformación de un sistema de innovación, y; 2) en relación con el punto anterior, cuando un enfoque de sistema de innovación que describe comportamientos innovadores en economías avanzadas se instrumentaliza en países en desarrollo puede producir resultados inciertos, desde que existen fallas estructurales cuando faltan componentes clave en el sistema y además porque el enfoque toma una forma prescriptiva más que descriptiva (Cooke, 2001). A continuación, se presenta una descripción del SRI de Baja California, el enfoque que se adopta en esta investigación es el propuesto por Philip Cooke (1992), quien señala que los elementos clave son:

1) las regiones, como unidades políticas de nivel medio entre el gobierno nacional y el local, son diferentes de las unidades político-administrativas como los estados federales, que

pueden presentar una homogeneidad histórica y cultural y detentar poderes estatutarios para soportar el desarrollo económico y la innovación;

2) destaca el papel de arreglo institucional de normas, rutinas y convenciones para la competitividad regional;

3) las redes informales tanto como las organizaciones formales para sostener relaciones de confianza que puedan ser usadas para la innovación;

4) la proximidad geográfica para intercambios;

5) el aprendizaje organizacional e institucional, donde conocimientos, habilidades y capacidades están incrustadas en rutinas y convenciones de las empresas para soportar la innovación y, finalmente;

6) la interacción en el sentido de reuniones regulares o comunicación formal e informal enfocada en la innovación, de tal manera que empresas y miembros y organizaciones de la red puedan asociarse para aprender, criticar y perseguir proyectos específicos o prácticas colectivas (Cooke, Uranga y Etxebarria, 1997; Cooke y Morgan, 1998).

De acuerdo con la Ley de Ciencia y Tecnología, el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) consolida la política de Estado en la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación, y promueve la coordinación y cooperación en la materia.

En cuanto al SNCTI, este se conforma: 1) la política de Ciencia, Tecnología e Innovación definida por el Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación; 2) El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación, así como los programas sectoriales y regionales; 3) Los instrumentos legales, administrativos y económicos de apoyo a la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación; 4) Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que realicen actividades de

investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación o de apoyo a las mismas, así como las instituciones de los sectores social y privado y gobiernos de las entidades federativas, a través de los procedimientos de concertación, coordinación, participación y vinculación, y; 5) La red nacional de Centros de Investigación y las actividades de investigación científica de las universidades e instituciones de educación superior.

El CONACYT se ubica como el coordinador y articulador del SNCTI y ha realizado progresos en términos de vinculación entre las instituciones de educación superior (IES) y los centros de investigación (CI), pero aún son reducidos o débiles los vínculos entre IES y CPI con los sectores productivos, así mismo los vínculos del sector financiero con el sector productivo son también incipientes.

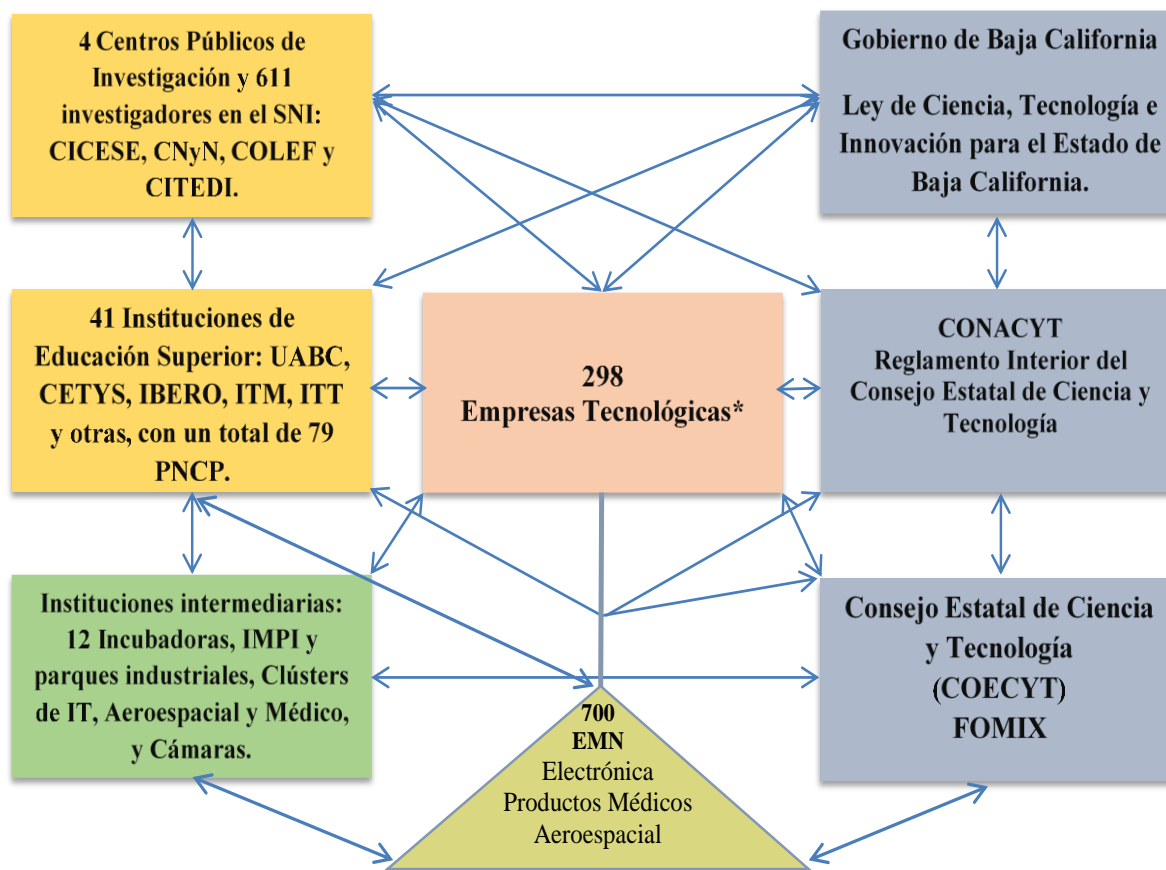
Instituciones y agentes de Innovación de Baja California

Los componentes del sistema de investigación, innovación y desarrollo tecnológico del estado de Baja California (SIIDEBAJA) se articulan entorno a la Ley de Ciencia y Tecnología del Estado y a los lineamientos del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del CONACYT. Figura 3.1).

En el centro del sistema están las empresas, tanto EMN como Pymes tecnológicas, las cuales se vinculan con las IES, los CPI y los organismos de apoyo e intermediarios como los clústeres y cámaras empresariales.

Una característica importante del SIIDEBAJA es que coloca en la base del sistema a las EMN, principalmente de la industria electrónica, dispositivos médicos y aeroespacial, y debido a que son las principales receptoras de IED y portadoras de nuevos conocimientos y tecnologías. Además, la EMN buscan proveedores locales, principalmente Pymes tecnológicas, y establecer proyectos tecnológicos con IES y CPI establecidos en el estado.

Figura 3.1. Actores del Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del estado de Baja California (SIIDEBAJA)



Vínculos e interacciones dentro del SRI para el escalamiento y la construcción de capacidades tecnológicas:

- I+D: investigación básica y aplicada.
- Cooperación en proyectos Empresas-IES, innovación en producto y en proceso.
- Capacitación y entrenamiento de recursos humanos.
- Consultoría tecnológica.
- Marcos regulatorios, recursos e incentivos gubernamentales.
- Capital de riesgo y financiamiento.

*Empresas mexicanas ubicadas en las 45 clases del SCIAN, consideradas como de base tecnológica o intensivas en conocimiento, y obtenidas del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del INEGI.

Fuente: Elaboración con base en Agendas Estatales de Innovación Conacyt (2015), Carrillo y Contreras (2015), Cooke (2001) y Dutrénit et al. (2010).

Además, en Baja California se han identificado sectores, por parte del gobierno del estado a través de la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO), como prioritarios en cuanto al contenido tecnológico y el valor agregado, tales como: equipo médico, óptico y de

medición, componentes electrónicos, manufactura avanzada en aeroespacial y transformación de plásticos, automotriz, TICs, biotecnología, agroindustria, acuicultura y energías limpias.

Instituciones y agentes de Innovación de Chihuahua

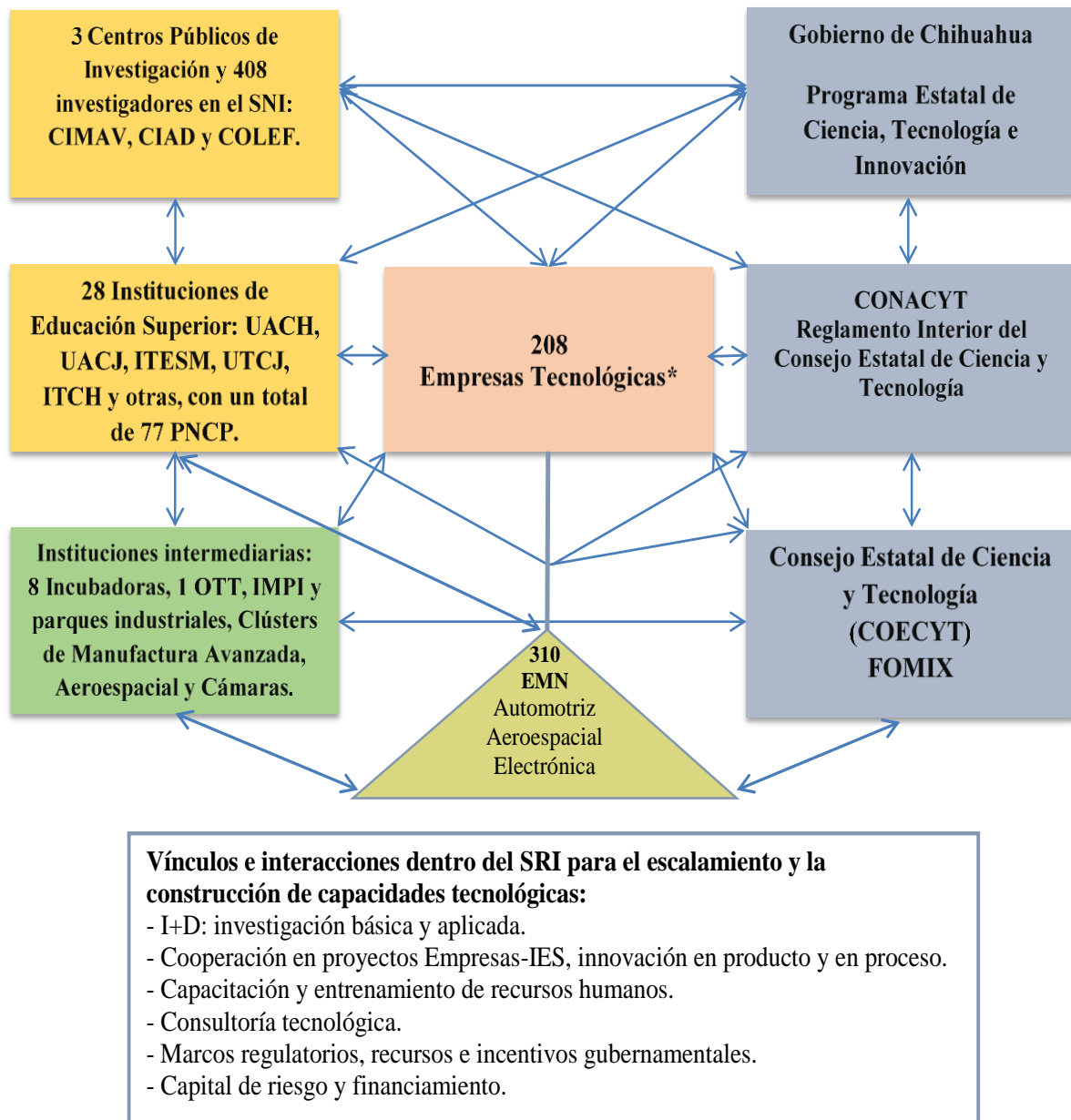
En el 2005, el gobierno del estado de Chihuahua decretó la Ley de fomento para el Desarrollo Científico y la Innovación, posteriormente actualizada en 2008, de la cual derivó la creación del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Chihuahua (COECYTECH), el Programa Estatal de ciencia y Tecnología (PECTICH 2011-2016) y el Programa Sectorial de Educación 2010-2016. Posteriormente, en 2014 se promulgó la vigente Ley de Impulso al Conocimiento e Innovación Tecnológica.

Los componentes del Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Chihuahua (SECTICH) se articulan entorno al PECTICH 2011-2016) y a los lineamientos del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del CONACYT. En el centro del sistema están las empresas, tanto EMN como Pymes tecnológicas, las cuales se vinculan con las IES, los CPI y los organismos de apoyo e intermediarios. (Figura 3.2).

Al igual que el SIIDEBAJA, el SECTICH coloca en la base a las EMN, principalmente las pertenecientes a los sectores automotriz-autopartes, aeroespacial y electrónica, la cuales establecen vínculos de proveeduría con Pymes tecnológicas locales y con IES y CPI para desarrollar proyectos tecnológicos conjuntos.

En el sistema se favorecen aquellos vínculos que están alineados con las vocaciones productivas que ha definido el gobierno de Chihuahua, a través del Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico como son la aeroespacial, automotriz-autopartes, metalmecánica, TICs, electrónica, agroindustria, minería y energía. Mientras que las vocaciones específicas para Juárez son: automotriz, aeroespacial, electrónica, metalmecánica, plásticos, estampados, agroindustria y minería.

Figura 3.2. Actores del Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Chihuahua (SECTICH)



*Empresas mexicanas ubicadas en las 45 clases del SCIAN, consideradas como de base tecnológica o intensivas en conocimiento, y obtenidas del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del INEGI.

Fuente: Elaboración con base en Agendas Estatales de Innovación Conacyt (2015), Carrillo y Contreras (2015), Cooke (2001) y Dutrénit et al. (2010).

3.5. Empresas Multinacionales y derramas de conocimientos

Como se mencionó en el capítulo anterior, la selección de las dos zonas metropolitanas, Tijuana y Juárez, estuvo basada en tres elementos principalmente: los flujos de IED, la fuerte presencia de plantas de manufactura con orientación exportadora y las trayectorias de industrialización de las dos zonas fronterizas.

Blomström, Globerman y Kokko (1999:4) presentan tres hechos estilizados simples sobre los determinantes de las derramas de conocimiento (*knowledge spillovers*) de la Inversión Extranjera Directa (FDI), en un enfoque simple de oferta y demanda, los cuales son: 1) las empresas extranjeras ofertan o ponen disposición de empresas locales un conjunto de recursos tecnológicos, ya sea de forma directa o indirectamente, y entendida la tecnología como conocimiento codificado o tácito acerca de la producción y distribución; 2) se asume que las empresas extranjeras extranjeros, a través de funciones de maximización de beneficios, reconocen los beneficios potenciales de que empresas locales absorban los conocimientos transferidos, en beneficio de las primeras principalmente; 3) las empresas locales necesitan realizar esfuerzos y destinar recursos para apropiarse de la tecnología transferida para mejorar su productividad, y desde que se está en un proceso de maximización, si los costos de apropiación son mayores que los beneficios se reducen la demanda por tecnologías provenientes de las empresas extranjeras o bien los esfuerzos de adopción de conocimientos, y viceversa.

Estudios sobre derramas de conocimientos de la FDI destacan los siguientes canales de transferencia de conocimientos: 1) las licencias tecnológicas; 2) los vínculos verticales, entre ellos los de proveeduría; 3) los procesos de demostración-imitación tecnológica; 4) mediciones del impacto de la IED sobre la estructura de mercado del país receptor, especialmente en la competitividad; 5) la transferencia directa de conocimientos; 6) el entrenamiento de empleados; 7) el desempeño en investigación y desarrollo de las filiales de las EMN en el país huésped, y 8) vinculación y conocimientos en canales de distribución y exportación (Wang y Blomström, 1992; Blomström, Globerman y Kokko, 1999; Görg y Greenaway, 2001; Liang, 2016).

A partir de estos elementos de teoría, en los siguientes apartados se presenta evidencia empírica sobre las derramas de conocimiento de la IED a través de las EMN localizadas en las

zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, principalmente en forma de movilidad de capital humano y de transferencia de conocimientos a proveedores locales.

3.5.1. Derramas de conocimiento en Tijuana y en Juárez

En una investigación sobre proveedores de la industria electrónica en Baja California, Carrillo y Zarate (2004:193) señalan que en la frontera norte el desarrollo de proveedores es un proceso que inicia con la llegada de las OEMs o manufacturas de equipo original (*original equipment manufacturers*) a partir de los años setenta, cuando los grandes volúmenes de producción requerían la subcontratación de actividades de ensamble de componentes y partes. Además, los autores afirman que los proveedores locales enfrentan barreras para el acceso a recursos de diversos tipos, quedando su desarrollo condicionado a estrategias provenientes de las EMN.

A partir del TLCAN se incrementó moderadamente el número de empresas proveedoras de la industria electrónica en las ciudades de Tijuana y Mexicali, mayormente de insumos indirectos (Carrillo y Zarate 2004). Sin embargo, la incorporación de las empresas locales como proveedoras requiere de un conjunto de condiciones que permitan acercarse a las OEM, como la incorporación en la cadena, el apoyo de las instituciones de apoyo, las políticas gubernamentales y la infraestructura, pero sobre todo el desarrollo de capacidades tecnológicas por parte de los proveedores locales que pueden ser adquiridas mediante la transferencia tecnológica y asistencia de la EMN. Los autores encontraron que las empresas proveedoras locales mexicanas adquieren tecnologías de proceso mediante diversas modalidades: 1) el más importante es el aprendizaje interno con el 75% de las empresas; con un 42% a través de la adquisición de tecnología por imitación o copia, y; 3) por el asesoramiento de los vendedores de equipo, un 59% de los casos de proveedores mexicanos (Carrillo y Zarate, 2004:194-205).

Al analizar las redes de Pymes proveedoras en Juárez, Vera-Cruz y Dutrénit (2004:222) señalan que la maquila se ha transformado en una especie de escuela de habilidades industriales, principalmente por el desarrollo paulatino de habilidades de supervisión, gerenciales y técnicas de mexicanos en las maquilas, así como mayores grados de calificación de los trabajadores a través de la realización de actividades más complejas. Los autores argumentan que han habido derramas de habilidades técnicas y gerenciales hacia empresas nacionales de servicios y de

producción de materiales indirectos, a través de la formación de mexicanos en las EMN, los cuales, además, aprovechan las redes informales que construyeron cuando trabajaban en la maquila³⁹.

Los estudios de caso en empresas maquiladoras en Juárez muestran que existen Pymes que han logrado integrarse en las redes de proveeduría de EMN de autopartes, como Delphi, debido al desarrollo de capacidades tecnológicas requeridas, principalmente capacidades en innovación de procesos y en vinculación, pero que aún no han desarrollado capacidades de diseño de productos y procesos; tal es el caso de Nipel, una empresa tipo *Contract Electronic Manufacturing* (CEM) nivel 2, cuyo fundador trabajó 15 años en la industria maquiladora y desarrolló habilidades en el ensamble electrónico, y lazos informales con gente que trabaja en la maquila y también el caso de Alis, una empresa integradora de líneas de producción, cuyo fundador trabajó en grandes maquilas como RCA y Philips en el área de diseño de equipo automático de prueba (Vera-Cruz y Dutrénit, 2004:239).

Estos dos casos de proveedores locales en Juárez, Nipel y Alis, tienen en común que la formación y éxito de la empresa está subordinado al aprendizaje y experiencia que obtuvieron cuando trabajaron en las EMN, y mediante el mecanismo de movilidad de capital humano, crearon empresas tipo Spinoff empresarial.

De Fuentes y Dutrénit (2008:48) analizaron los mecanismos de derramas de conocimiento de EMN hacia Pymes locales en el sector de maquinados industriales en Juárez, enfocándose precisamente en el mecanismo de movilidad de capital humano y de vínculos de proveeduría. Las autoras señalan que una de las formas más importantes de derrama es la movilidad de empleados, técnicos e ingenieros, entrenados en las EMN, porque cuando se mueven llevan con ellos nuevo conocimiento y se convierten en agentes directos de transferencia tecnológica. Además, encuentran que los vínculos de proveeduría crean derramas positivas si las EMN crean vínculos de soporte a sus proveedores y se presentan derramas

³⁹ Vera-Cruz y Dutrénit (2004) hacen referencia a los estudios previos de Lara (1998), Contreras y Kenney (2000), Carrillo (2001), Hualde (2001) y Sampedro (2003).

adicionales cuando las EMN encuentran que, al transferir conocimientos a sus proveedores, estos incrementan la eficiencia en la producción de insumos que les demanda la EMN.

Finalmente, Ampudia (2009:162), al estudiar las derramas de conocimientos de EMN que operan bajo el esquema de IMMEX y las capacidades de absorción de las Pymes localizadas en Juárez, encuentra que las empresas locales con mayores capacidades de absorción son aquellas que: i) tienen un mayor número de ingenieros por empresa, por lo que las actividades de ingeniería están mejor distribuidas y los propietarios emplean más tiempo en actividades relacionadas con la administración y planeación; ii) sus trabajadores poseen más experiencia en el manejo de maquinados CNC, CAM, diseño, medición, calibración y sistemas de calidad⁴⁰; iii) tienen una mayor proporción de equipo CN, CNC y emplean CAM para programar su producción, y; iv) poseen mayores capacidades para la innovación de productos y procesos.

Uno de los aspectos que reiteradamente muestran los estudios de casos que se revisaron es que el aprendizaje tecnológico y la creación de empresas intensivas en conocimiento requiere la convergencia de los procesos de derrama con la existencia de entornos apropiados para la transferencia de conocimientos y que promueven vínculos estables entre actores.

En los casos de Baja California y Chihuahua la articulación entre empresas locales, EMN, el entorno institucional y político constituye el marco en el que se definen las posibilidades y el potencial para el aprendizaje tecnológico, la transferencia de conocimientos, la construcción de capacidades y los desprendimientos tipo Spinoffs empresarial.

En el siguiente esquema se presentan los actores que conforman el SRI de Baja California⁴¹. Si bien en este sistema las empresas tienen un papel central, las empresas que están en el RENIECYT y las identificadas por esta investigación como empresas tecnológicas (KIBS y NTBF), representan un porcentaje reducido respecto al universo empresarial de Baja California (0.004%). Aun con una presencia importante de IES y de CPI, los vínculos de

⁴⁰ Control Numérico Computarizado o CNC, son máquinas automatizadas que operan bajo un sistema de control decimal numérico y que son operadas mediante programación asistido por computadora.

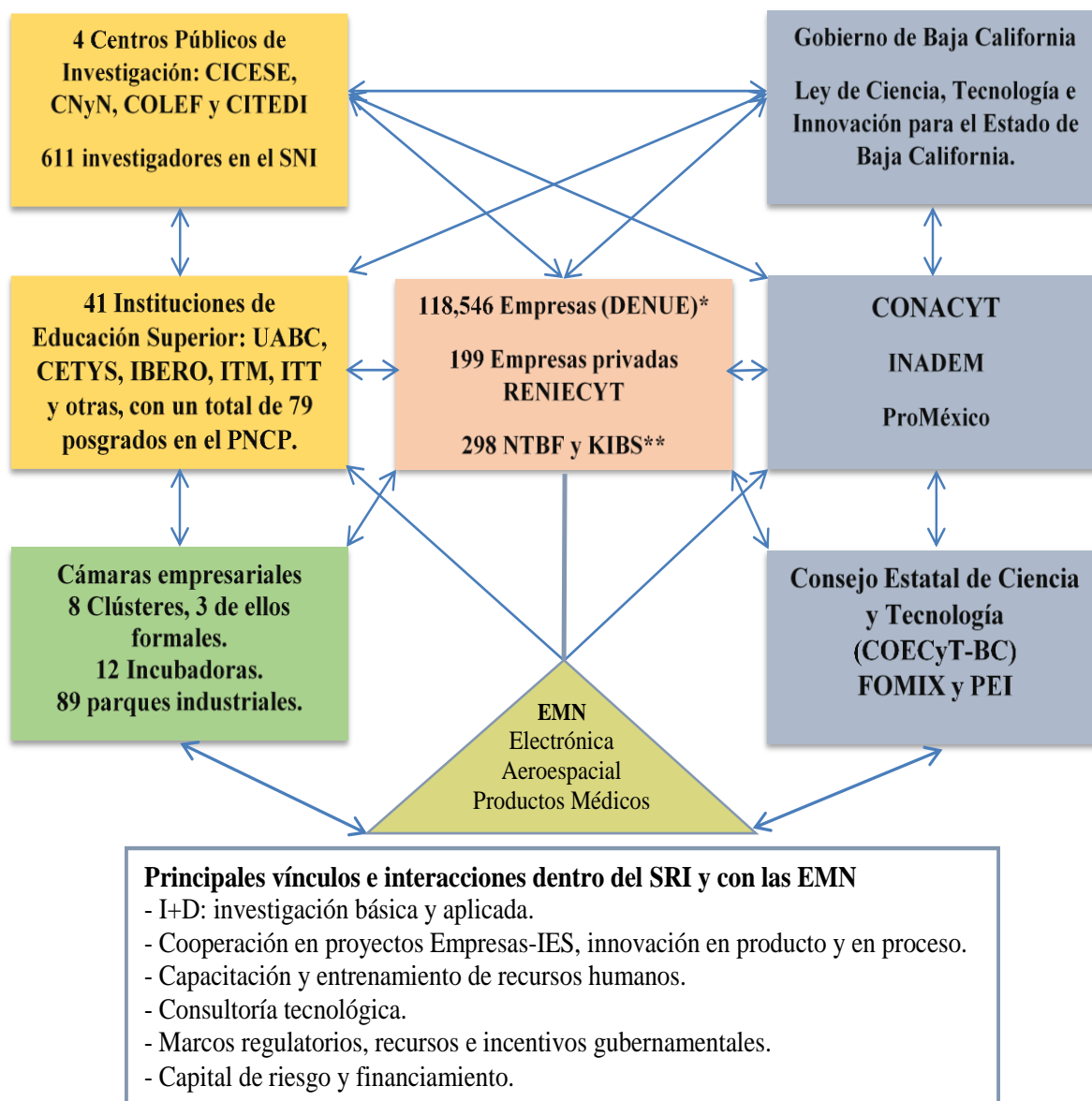
⁴¹ Para la construcción de estos esquemas se tomó como base la estructura de los SRI construidos en la sección previa, pero ahora el territorio, los actores, las instituciones y organizaciones son una plataforma donde se incrustan y articulan los procesos de derramas de conocimiento, los vínculos de proveeduría y la creación de Spinoffs empresariales en estrecha vinculación con las EMN, y Startups en relación directa con los demás actores del SRI.

colaboración, que establecen estas empresas (subsistema de explotación) y las instituciones del subsistema de exploración, son limitados, y más cuando los apoyos, tanto institucionales como financieros, que proveen los organismos gubernamentales son limitados. (Figura 3.3).

El SRI de Baja California puede situarse en un tramo intermedio, no es un sistema maduro donde prevalecen vínculos estables y fuertes, y tampoco es un sistema con carencias estructurales donde faltan actores claves para la creación, uso y difusión de conocimientos.

Este sistema es impulsado principalmente por EMN que colaboran con empresarios locales, principalmente pequeñas y medianas empresas, con un conjunto de capacidades tecnológicas y que presentan viabilidad para integrarse en cadenas de proveeduría, y con las cuales se pueden desarrollar proyectos tecnológicos. Mayormente estas colaboraciones, entre EMN, Pymes locales, IES y CPI, han sido impulsadas por intermediarios como los clústeres de tecnologías de información, aeroespacial y de dispositivos médicos. Además, Carrillo, Villavicencio, De los Santos y Plascencia (2016:100), encontraron que Baja California ha evolucionado hacia actividades de mayor valor agregado, incrementando sus capacidades de innovación en producto y proceso, en industrias como aeroespacial y productos médicos. De acuerdo con estos autores, el escalamiento no se ha conformado de manera aislada, sino que ha sido apoyado por el estado a través de políticas que incentivan las vocaciones productivas.

Figura 3.3. SRI de Baja California, empresas locales y EMN



*Total de empresas en Baja California de acuerdo a los Censos Económicos 2014 del INEGI, dato obtenido del DENUE (INEGI, 2016) <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>

**Nuevas Empresas de Base Tecnológica (NTBF) y Empresas de Servicios Intensivos en Conocimiento (KIBS) en Baja California, dato construido a partir del directorio empresarial creado para esta investigación, con base en el DENUE y en SCIAN (2013), en el marco del proyecto El Colef-CONACYT “Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” 2016-2019.

Fuente: elaborado con base en SIICyT (Conacyt, 2014), Gobierno del Estado de Baja California (2016), Carrillo y Contreras (2015), Cooke (2001) y Dutrénit et al. (2010).

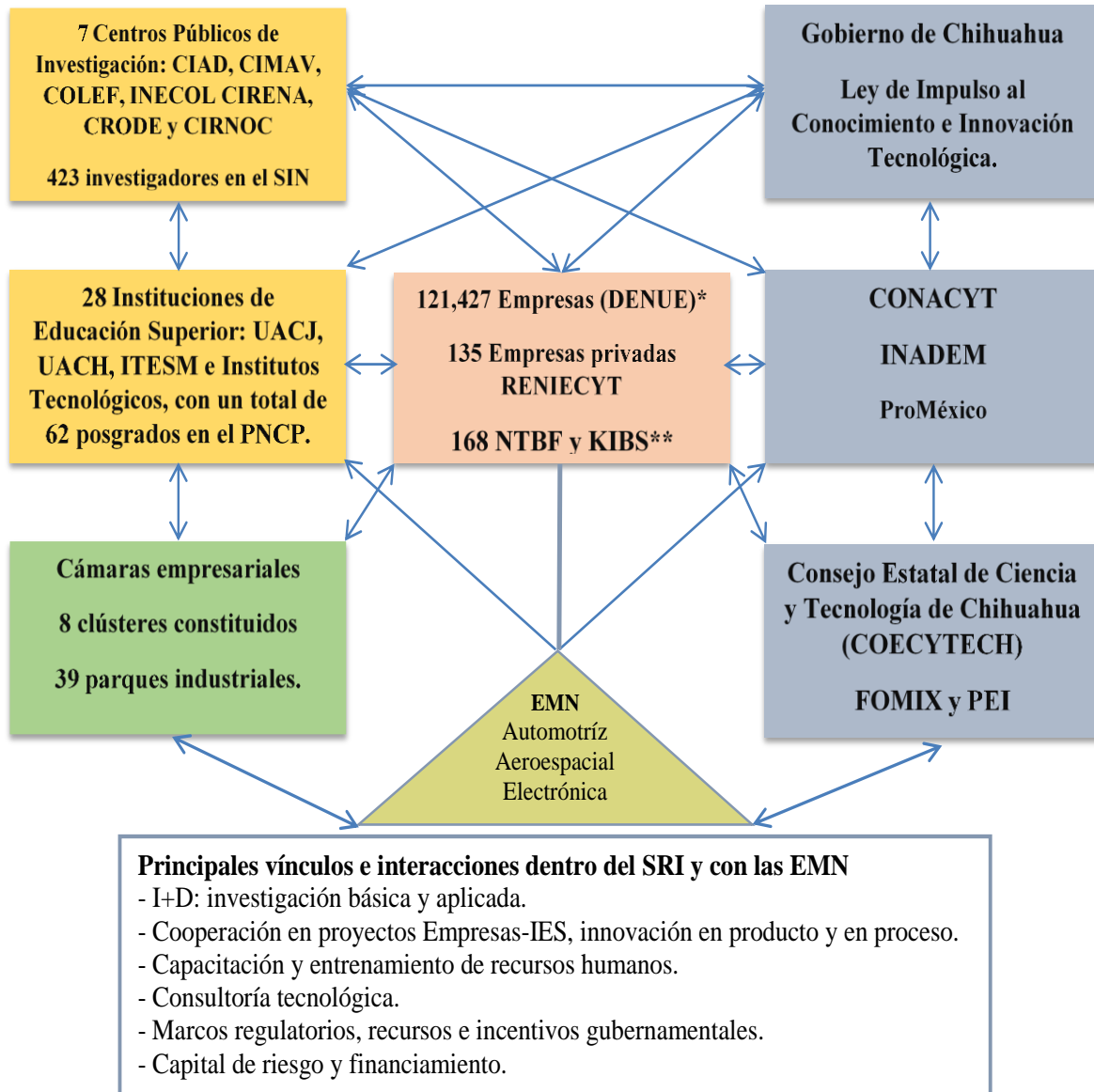
Respecto al SRI de Chihuahua, este presenta dinámicas similares al de Baja California, se trata de un sistema con cierto grado de articulación y con la presencia de todos los actores

claves, los matices se presentan en los sectores de especialización donde participan las EMN que son claves en la articulación de vínculos para la explotación y diseminación de nuevos conocimientos y tecnologías en el territorio. (Figura 3.4).

Este sistema también es impulsado por EMN que colaboran con Pymes locales, principalmente para la formación de capacidades de absorción a través de vínculos de proveeduría, especialmente en el sector automotriz y de autopartes. En los últimos años, empresarios locales se han organizado para conformar clústeres especializados en manufactura avanzada y automatización, con el objetivo de colaborar con EMN de sectores tecnológicos como aeroespacial y el de dispositivos médicos. Además, se han impulsado iniciativas donde participan un mayor número de actores como IES, CPI, gobierno local y estatal, un ejemplo es la creación del Centro de Investigación e Integración de Tecnologías Avanzadas (CIITA). Este centro es dirigido por un consejo conformado por representantes de Pymes locales, EMN, clústeres locales y estatales, academia y gobierno, y se orienta a brindar soluciones tecnológicas tanto a empresas locales como multinacionales.

En relación con lo anterior, Carrillo, Villavicencio, De los Santos y Plascencia (2016:104), señalan que en Chihuahua el sector industrial más beneficiado es el manufacturero, pues se han instalado nuevas plantas y han escalado hacia actividades más complejas y con una mayor participación de empresas locales, principalmente la industria automotriz-autopartes, electrónica y aeroespacial, en las que se han generado dinámicas de innovación fortalecidas gracias a un importante número de IES y CPI como el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) en Ciudad Juárez.

Figura 3.4. SRI de Chihuahua, empresas locales y EMN



*Total de empresas en Chihuahua de acuerdo a los Censos Económicos 2014 del INEGI, dato obtenido del DENUE (INEGI, 2016) <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>

**Nuevas Empresas de Base Tecnológica (NTBF) y Empresas de Servicios Intensivas en Conocimiento (KIBS) en Chihuahua, dato construido a partir del directorio empresarial creado para esta investigación, con base en el DENUE y en SCIAN (2013), en el marco del proyecto El Colef-CONACYT “Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” 2016-2019.

Fuente: elaborado con base en SIICyT (Conacyt, 2014), Gobierno del Estado de Chihuahua (2016), Carrillo y Contreras (2015), Cooke (2001) y Dutrénit et al. (2010).

3.6 Conclusiones

Las zonas metropolitanas de Juárez y Tijuana presentan las condiciones para dar respuesta a las preguntas de investigación formuladas por las siguientes razones: 1) son regiones con características sociodemográficas y económicas similares, lo que favorece el proceso de comparación para los fines de la investigación; 2) cada uno tiene definidas un conjunto de vocaciones productivas, algunas donde incluso son líderes a nivel nacional o tienen clústeres tecnológicos de alto valor agregado institucionalizados, pero al mismo tiempo presentan trayectorias industriales diferenciadas, y; 3) en estas regiones existen sistemas de innovación con un grado de relativa madurez que permite realizar hipótesis sobre los efectos que tiene sobre procesos de transferencia de conocimientos, creación de empresas, formación de capacidades tecnológicas y escalamiento industrial.

El entorno en el que se crean y evolucionan las empresas resulta decisivo para su desempeño. Es por ello que los contextos regionales descritos resultan de gran relevancia para comprender las interacciones entre actores, instituciones, organizaciones y el territorio, que a su vez permiten explicar procesos de creación, construcción de capacidades tecnológica y el escalamiento industrial de empresas intensivas en conocimiento y de base tecnológica.

Este marco de referencia es útil para describir y explicar los mecanismos que dan origen a empresas tecnológicas como Spinoffs empresariales y Startups, donde, de acuerdo con las hipótesis de esta investigación, las primeras emergen de vínculos e interacciones con EMN, mientras que las segundas son producto de las interacciones entre el emprendedor y las organizaciones del sistema de ciencia, tecnología e innovación, como las IES, los CI y los programas gubernamentales de soporte a la CTI.

CAPÍTULO IV

FORMACIÓN, CAPACIDADES DE ABSORCIÓN E INNOVACIÓN EN SPINOFFS EMPRESARIALES Y STARTUPS EN LAS ZONAS METROPOLITANAS DE TIJUANA Y JUÁREZ

4.1. Introducción

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos por medio de una encuesta aplicada a una muestra estadísticamente representativa de empresarios propietarios de Pymes intensivas en conocimiento y/o de base tecnológica localizadas en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez.

En las primeras secciones se caracterizan las Pymes mexicanas intensivas en conocimiento y/o de base tecnológica, se describen las características de los empresarios y de las empresas, las capacidades tecnológicas y los procesos de innovación en los Spinoffs empresariales y en los Startups, entre otros aspectos. Posteriormente se realizan las pruebas de las 3 hipótesis de investigación, relacionadas con la formación, las capacidades de absorción e innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales. Para realizar el contraste, se construyen indicadores compuestos, se construyen y estiman modelos estadísticos, y se discuten los resultados.

4.2. Características de Spinoffs empresariales y Startups en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez

Esta investigación se refiere a dos tipos específicos de empresas intensivas en conocimiento y/o de base tecnológica: los Spinoffs empresariales y los Startups.

Los Spinoffs empresariales generalmente son producto de mecanismos de derrama de conocimientos de las EMN, a través ex-empleados que salen de las multinacionales para formar su propia empresa, por lo general ligada a los conocimientos y capacidades adquiridas mientras trabajaba para una multinacional y que incursiona frecuentemente en actividades empresariales similares a las funciones que desempeñaba.

En México son poco conocidos los factores asociados al emprendimiento de empresas tecnológicas mediante Spinoff; sobre todo se carece de estudios que muestren, con suficiente soporte estadístico, aquellas dimensiones que inciden en la formación de estos, y que los diferencien de otros emprendimientos o nuevos entrantes al mercado como los Startups.

En cuanto a los Startups tecnológicos, estos son emprendimientos más ligados con el entorno que los promueve, donde los conocimientos y motivaciones del emprendedor están relacionados con factores e incentivos provenientes del Sistema Regional de Innovación; por tanto, no es condición necesaria que el emprendedor haya tenido experiencia laboral previa, particularmente en EMN. En estos emprendimientos la adquisición y acumulación de conocimientos está ligada con la formación académica del emprendedor, y los sectores tecnológicos en los que incursiona la empresa pueden ser muy diversos.

Mediante la aplicación de la encuesta “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” (ver Anexo 2) se obtuvo información de 65 empresas tecnológicas localizadas en las dos zonas metropolitanas estudiadas, 35 en Tijuana y 30 en Juárez. A continuación, se describen las características de los empresarios propietarios de estas empresas tecnológicas y se realizan algunas generalizaciones a partir de los datos presentados.

A continuación, se presentan algunas características socio-demográficas de los empresarios, para el total de la muestra y por zona metropolitana.

En el conjunto de los datos de la muestra se observó que la edad promedio de los empresarios es de 48.8 años, 76.9% son hombres y 23.1% son mujeres, respecto al lugar de nacimiento, 64.6% declararon ser locales y 35.4% nacieron en el resto del país, y 67.8% de los empresarios cuenta con estudios de licenciatura o ingeniería y 22.8% con estudios de maestría. (Tabla 4.1)

Tabla 4.1. Características socio-demográficas de los empresarios

	ZM Tijuana	ZM Juárez	Total
Edad	51.8 años	45.3 años	48.8 años
Sexo	Hombre 80% Mujer 20%	Hombre 73.3% Mujer 26.7%	Hombre 76.9% Mujer 23.1%
Lugar de nacimiento	Local 62.9% Nacional 37.1%	Local 66.7% Nacional 33.3%	Local 64.6% Nacional 35.4%
Escolaridad	Ingeniería/licenciatura 65.7% Maestría 25.7%	Ingeniería/licenciatura 70% Maestría 20%	Ingeniería/licenciatura 67.8% Maestría 22.8%

Fuente: Elaborado con base en el proyecto “Pymes mexicanas intensivas en conocimiento en la región fronteriza de México y Estados Unidos”, EL COLEF-CONACYT No. 1442.

Se observó que el 73.3% del empresariado en Juárez son hombres mientras que en Tijuana son el 80%, este dato es interesante porque se trata de sectores tecnológicos dominados tradicionalmente por hombres. Pero encontramos evidencia que una cuarta parte de las empresas son fundadas por mujeres en Juárez y una quinta en parte en Tijuana, esto representa avances en términos de diversidad de género, aun cuando se presentan barreras significativas para entrar a mercados tecnológicos o de alto valor agregado.

Con respecto al lugar de nacimiento del empresario(a), en ambas zonas metropolitanas 2/3 de las empresas tecnológicas son formadas por personas locales, es decir que nacieron dentro de la zona metropolitana o dentro de la entidad federativa donde se localizan. Esto brinda una ventaja a los emprendedores locales porque poseen conocimientos sobre el mercado, aspectos económicos y legales, prácticas culturales y forman parte de densas redes socio-profesionales, que son importantes para el emprendimiento.

Respecto a las edades de los empresarios, en la zona metropolitana de Juárez, los rangos se distribuyen uniformemente en los tres grupos, sobresale ligeramente el rango de 41-50 años, con un promedio de 45 años. Mientras que en Tijuana un 48.6% de los empresarios tienen entre 41-50 años y el 45.7% son mayores a 50 años, con una edad promedio de 51 años. Si bien los

promedios de edad difieren relativamente poco en ambas zonas, en los rangos se aprecia que el empresariado de Juárez es más joven que los de Tijuana.

En lo que respecta a educación, en la tabla 4.2 se resumen tres aspectos: grado académico, nombre del grado y tipo de institución. En Juárez un 90% de los propietarios de Pymes tecnológicas cuentan con estudios profesionales, de los cuales un 76.7% tiene estudios en ingeniería y un 20% estudios de posgrado. En Tijuana, un 91.4% realizó estudios profesionales, de los cuales un 71.4 % son ingenieros y el 25.7% tienen estudios de posgrado. Cabe destacar el papel de los institutos tecnológicos en Juárez donde el 56.7% de los fundadores de empresas tecnológicas son formados, mientras que en Tijuana el sistema de universidades públicas y privadas forma el 57.1% de los empresarios tecnológicos. Los empresarios que tienen estudios técnicos representan el 10% y el 8.6% para Juárez y Tijuana, respectivamente; estos empresarios suelen tener amplia experiencia laboral y se forman en grandes empresas en múltiples funciones a lo largo de su trayectoria, esto compensa la falta de estudios profesionales y les posibilita emprender empresas de alto contenido tecnológico.

Tabla 4.2. Último grado académico, nombre del grado académico y tipo de institución donde estudio el empresario(a)

ZM	Educación Media Superior (%)	Licenciatura/Ingeniería (%)	Maestría (%)
Juárez	10	70	20
Tijuana	8.6	65.7	25.7
	Técnico	Licenciatura	Ingeniería
Juárez	10	13.3	76.7
Tijuana	8.6	20	71.4
	Bachillerato tecnológico	Instituto Tecnológico	Universidad
Juárez	10	56.7	33.3
Tijuana	8.6	34.3	57.1

Fuente: misma que en la tabla 4.1

En cuanto a idiomas, prácticamente todos los empresarios de Tijuana hablan inglés (97.1%), mientras que en Juárez un 86.7% declaró hablarlo como lengua adicional al español.

Además, tratándose de empresas tecnológicas, así como la educación profesional y la experiencia laboral son factores importantes para el emprendimiento, la experiencia laboral tiene un rol determinante. La tabla 4.3 muestra que todos los empresarios tuvieron en promedio al menos dos empleos previos al emprendimiento y se observó que un 30% en Juárez y un 40% en Tijuana tuvieron entre 3 y 5 empleos previo a emprender su propia empresa.

Tabla 4.3. Número promedio de empleos del empresario(a) previos a la creación de su empresa

	ZM Tijuana	ZM Juárez	Total
Número promedio de empleos	2.8	2.5	2.7

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Respecto al empleo más importante para el empresario, en la tabla 4.4 se observa que se localizaron dentro de las zonas metropolitanas de Juárez (66.7%) y Tijuana (65.7%). El 25% de empresarios de Tijuana declaró que fue en el interior del país donde fue más significativa una de sus experiencias laborales. En general, se observa que los aprendizajes significativos, provenientes del empleo, se dan en empresas localizadas próximos al lugar de emprendimiento, dentro de los límites de los estados de Chihuahua y Baja California, 90% y 74.3% respectivamente, en parte explicados por la concentración de empresas, principalmente multinacionales, y por el lugar de nacimiento de los empresarios.

Tabla 4.4. Localización del empleo más importante del empresario(a)

ZM	Localización	Frecuencia (%)
Juárez	ZM de Juárez	66.7
	Chihuahua	23.3
	Resto del país	10
Tijuana	ZM de Tijuana	65.7
	Baja California	8.6
	Resto del país	25.7

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Características del empleo de los empresarios como la duración promedio, la actividad de la empresa para la que laboró, el origen del capital y la principal función que realizaba se presenta en la tabla 4.5. Se observa que la media es mayor en Tijuana que en Juárez, 6.2 años y

2 años, respectivamente. En Juárez, el empleo se localizó en el sector industrial (56.7%) mientras que en Tijuana fue en el sector servicios (54.3%), y mayormente se trataban de empresas extranjeras, en Juárez un 53.3% y un 62.9% en Tijuana.

Las funciones que desempeñaron los empresarios en sus empleos les aportan conocimientos teóricos y prácticos, normas, rutinas, habilidades, destrezas y capacidades de diversos tipos, que posteriormente llevan consigo cuando emprenden su propia empresa. Estos conocimientos y capacidades pueden definir el desempeño de la futura empresa, al igual que las relaciones socio-profesionales que se pueden gestar en esas funciones o departamentos.

Se destacan las funciones de producción, mantenimiento, proyectos, diseño, laboratorio, investigación y sistemas de información, los cuales contabilizan el 73.3% para Juárez y 77.2% para Tijuana. Al tratarse de empresas tecnológicas, estas requieren que el emprendedor tenga un conjunto de capacidades iniciales, así como capacidades de absorción para adquirir nuevas capacidades, por ejemplo, de innovación y de diseño.

Aun cuando la acumulación de capacidades tecnológicas no sigue una senda lineal, las capacidades iniciales que adquirió el empresario mientras trabajaba en otras empresas, representan un insumo valioso en los inicios de la nueva empresa. Además, a partir de las funciones específicas que desempeñaron los empresarios, podemos establecer una relación entre el aprendizaje tecnológico y las empresas para las que trabajaron, principalmente multinacionales extranjeras generadoras y portadoras de conocimientos.

Tabla 4.5. Acerca del empleo más importante del empresario(a)

Descripción		ZM Juárez (%)	ZM Tijuana (%)
Duración	Media	2 años	6.2 años

Actividad	Industrial	56.7	40.0
	Servicios	33.3	54.3
	Comercio	10.0	5.7
Origen	Extranjera	53.3	62.9
	Nacional	46.7	37.1
Función principal del empresario(a)	Administración y ventas	23.3	22.9
	Producción y mantenimiento	33.3	22.9
	Proyectos, diseño, laboratorio e investigación	30.0	31.4
	Sistemas de información	10.0	22.9

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Un elemento a destacar es que las empresas intensivas en conocimiento y de base tecnológica (KIBS y NTBF) se crean mediante procesos de formación de capacidades de absorción (iniciales) mediante dos vías: por la derrama de conocimientos de las empresas multinacionales (EMN) o por la influencia de los sistemas regionales de innovación (SRI). Por ello, un objetivo de la encuesta fue determinar el número de empleos en EMN, las funciones que desempeñaron, los sectores a los que pertenecen, entre otros aspectos (ver tabla 4.6).

En el conjunto de la muestra, los empresarios tuvieron en promedio 1.5 empleos en EMN. En Juárez el 70% de los empresarios tuvieron experiencia laboral previa en EMN, con un promedio de 1.4 empleos, mientras que en Tijuana 94.3% trabajaron en multinacionales antes de crear su propia empresa, con un promedio de 1.6 empleos. Se trata de experiencias que involucran derramas de conocimiento, principalmente por la inversión en capital humano por parte de las EMN, que incluye la formación en filiales de la multinacional en el extranjero, la rotación dentro de la empresa por diversos departamentos y funciones, y la movilidad de los empleados de una multinacional a otra.

Además, se puede establecer una relación entre la localización de zonas metropolitanas estudiadas y la prevalencia de un alto porcentaje de empresarios que tuvieron experiencia laboral en EMN; esto en parte se explica porque en ambas zonas existe una presencia importante de

empresas multinacionales, por que presentan procesos de conurbación transfronteriza y por un proceso evolutivo o generacional de maquilas que data desde inicios de 1960. Además, desde que existe una tradición industrial en ambas zonas metropolitanas, diversas instituciones de educación superior, como universidades, institutos tecnológicos y centros de investigación, han establecido programas de vinculación con EMN, principalmente a través de programas de prácticas profesionales de estudiantes.

Tabla 4.6. Promedio de empleos en Empresas Multinacionales del empresario(a)

	ZM Tijuana	ZM Juárez	Total
Número promedio de empleos en EMN	1.6	1.4	1.5

Fuente: misma que en la tabla 4.1

4.3. Formación de Spinoffs empresariales

La primera hipótesis de investigación que se contrasta en este capítulo es la siguiente.

H1: Los Spinoffs empresariales de base tecnológica y/o intensivos en conocimientos se forman cuando el propietario, que fue empleado de EMN, acumuló capacidades de absorción; cuenta con educación superior, principalmente en áreas de la ingeniería, y; realizó funciones de alto valor o con contenido tecnológico cuando trabajaba en la multinacional.

Además, aun cuando no forma parte de la hipótesis, indirectamente también se presenta evidencia empírica sobre los factores relacionados con la creación de Startups tecnológicos. Al final de la sección se realiza el contraste de H1, una vez realizado el análisis.

De las 65 empresas que componen la muestra, 83% son Spinoffs empresariales y 17% Startups tecnológicos. Se identificó que el 70% de las empresas tecnológicas en Juárez son Spinoffs empresariales y 94.3% en Tijuana⁴². En la tabla 4.7, se muestra también otros *denovo*

⁴² Empresarios con una importante trayectoria laboral en empresas multinacionales y que desempeñaron funciones que les permitieron obtener capacidades tecnológicas y organizacionales que, posteriormente, llevaron a su propia empresa. Además, se trata de empresarios que incursionaron principalmente en el mismo sector industrial al que

entrants, como los Startups tecnológicos, cuya base tecnológica proviene de fuentes relacionadas con actores y vínculos del SRI. Se identificó que 30% de las empresas tecnológicas en Juárez son Startups y 5.7% en Tijuana. En los Startups, los fundadores no tienen experiencia laboral previa en EMN, y un rasgo distintivo es que tuvieron experiencia laboral en empresas locales o en el gobierno, además generalmente tienen una relación o vínculo con alguna universidad, centros de investigación o programa de apoyo gubernamental.

Para el caso de los Spinoffs empresariales, el insumo clave en el proceso de formación de la empresa es la aplicación de los conocimientos tecnológicos y organizacionales adquiridos mientras laboraban para la EMN, así como su inserción en un sector industrial similar al de su ex-empleador. Incluso existe una alta incidencia de casos en los que estas nuevas empresas tecnológicas se inserten en cadenas de proveeduría de la EMN para la que laboró el propietario, como se observa a continuación.

Tabla 4.7. Empresas tecnológicas: Spinoffs y Startups

ZM	Startups (%)	Spinoffs (%)
Juárez	30	70
Tijuana	5.7	94.3
Total	17	83

Fuente: misma que en la tabla 4.1

La formación de empresas tecnológicas requiere de ciertas condiciones, desde adquirir un conjunto de conocimientos hasta el financiamiento de la inversión inicial, por lo que la edad a la que emprenden los propietarios de empresas tecnológicas difiere de aquellos relacionados con actividades tradicionales o de bajo valor agregado.

Respecto a la edad promedio de los empresarios al momento de emprender, se observó que para el conjunto de la muestra es de 36.8 años. Existe una diferencia mínima entre la edad al momento de emprender cuando se trata de Spinoffs empresariales, la cual en promedio es de

pertenecen las multinacionales para las que laboraron (Spinoffs intra-industriales). Finalmente, un criterio importante de asignación fue la existencia de vínculos de proveeduría entre la empresa local y la multinacional; estos vínculos los establecieron la mayoría de los empresarios locales con aquellas multinacionales que consideraron como su empleador más importante previo a emprender, y con una fuerte influencia de redes socio-profesionales que establecieron mientras laboraron para las multinacionales.

37 años, y para Startups tecnológicos con un promedio de 36.4 años. Sin embargo, cuando se analizó por zonas metropolitanas se encontró diferencias entre las edades promedio de emprendimiento entre Spinoffs empresariales y Startups tecnológicos. (Tabla 4.8)

En Juárez la edad promedio de los empresarios propietarios de Startups es de 34 años, menor que la de los empresarios que forman un Spinoff empresarial, en promedio a los 36 años; una noción intuitiva para comprender esta diferencia es que para emprender un Spinoff se requiere de experiencia laboral en EMN y un proceso de formación de capacidades tecnológicas, mientras que un Startup al estar respaldado por instituciones de educación superior o por fondos públicos se podría emprender a más temprana edad. Sin embargo, en Tijuana se encontró que la edad promedio a la que emprenden Startups es de 40 años mientras que los Spinoffs presentan una edad promedio de los empresarios de 38 años.

Una explicación más plausible para la diferencia entre la ZM de Juárez y Tijuana en cuanto la edad promedio del empresario al momento de emprender un Startup, es que esta puede atribuirse a diferencias en las dinámicas de los SRI que posibilitan emprendimientos tecnológicos de este tipo a más temprana edad en Juárez (34 años) con respecto a Tijuana (40 años).

En términos generales no existe diferencia significativa entre la edad promedio a la que los propietarios de Spinoffs tecnológicos emprendieron en Tijuana y Juárez, 38 y 36 años respectivamente. Si bien los contextos industriales presentan diferencias en cuanto a los enfoques de especialización sectorial y ambas trayectorias de industrialización presentan similitudes, tal como se muestra en el capítulo III, es probable que la diferencia de dos años se deba a que los empresarios en Tijuana encaran un mercado más competido, no solo por número de empresas localizadas en Tijuana sino por la oferta tecnológica transfronteriza en la zona metropolitana de San Diego, California, mayor que la que enfrentan los empresarios de Juárez frente a la oferta de empresas tecnológicas de El Paso, Texas.

Tabla 4.8. Edad promedio del empresario(a) al emprender Spinoffs y Startups

ZM	Spinoffs	Startups
Juárez	36 años	34 años

Tijuana	38 años	40 años
Total	37 años	36.4 años

Fuente: misma que en la tabla 4.1

En cuanto a la edad de las empresas, 76.5% de las empresas de la muestra se crearon entre el 2000 y 2015, solo 3 empresas (4.7%) del total de fundaron antes de 1990. (Tabla 4.9)

En Juárez, dos tercios de las empresas tecnológicas se crearon en la década de 2000, mientras que en Tijuana un tercio de los emprendimientos tuvo lugar la década de 1990, y un 42.9% durante el 2001 y 2010, es decir, los emprendimientos tecnológicos se distribuyen a lo largo de dos décadas posteriores a la implementación del TLCAN, tanto 7en Tijuana como en Juárez.

Es interesante el hecho de que en Juárez 1 de cada 10 empresas tecnológicas se crearon entre 1990 y 2000, mientras que en Tijuana casi 4 de 10 emprendimientos tuvieron lugar en ese período (37.1%).

Tabla 4.9. Año de inicio de operaciones de la empresa tecnológica (%)

ZM	Antes de 1990	Entre 1991 y 2000	Entre 2001 y 2010	Posterior al 2011
Juárez	3.3	6.7	66.7	23.3
Tijuana	5.7	31.4	42.9	20
Total	4.7	19.1	54.8	21.7

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Se observó que las empresas tecnológicas se organizan legalmente bajo dos figuras jurídicas, en el total de la muestra prevalece la sociedad mercantil con 81.6%, mientras que solo 18.4% están constituidas como persona física. Esto indica que las empresas tecnológicas requieren una estructura legal, tributaria y organizacional más robusta para dar soporte a sus inversiones y operaciones. Por zona metropolitana se observó que la sociedad mercantil prevalece con un 70% en Juárez y 91.4% en Tijuana (ver tabla 4.10). Esta forma jurídica les proporciona a las empresas una mayor flexibilidad para la capitalización, obligaciones fiscales y beneficios en el mercado. Si bien no todas las empresas al momento de su creación se constituyeron como

sociedades mercantiles, eventualmente, y debido a necesidades de mercado y crecimiento de la empresa, se constituyen principalmente como sociedades anónimas o como sociedades anónimas promotoras de inversión (SAPI).

Tabla 4.10. Forma de propiedad de la empresa tecnológica

ZM	Sociedad mercantil	Persona física
Juárez	70%	30%
Tijuana	91.4%	8.6%
Total	81.6%	18.4%

Fuente: misma que en la tabla 4.1

En relación con las actividades a las que se dedican las empresas tecnológicas se observó en el total de la muestra que 40.5% pertenecen al sector de manufacturas (31-33) y 57.7% son empresas de servicios tecnológicos (sectores 51 y 54). En las zonas metropolitanas, también predominan las empresas tecnológicas de servicios, con mayor prevalencia en Tijuana en los sectores del SCIAN 51 (información en medios masivos) y 54 (servicios profesionales, científicos y técnicos) con respecto a Juárez. Lo anterior está relacionado con las tendencias globales de empresas que proveen servicios intensivos en conocimientos (*Knowledge-intensive Business Services*) orientados a solucionar problemas, de empresas y organizaciones, relacionados con la adquisición, implementación, explotación, mejora y difusión de tecnologías emergentes. (Tabla 4.11)

Con respecto a empresas tecnológicas que se orientan a la manufactura, en Juárez 4 de cada 10 se clasifican en los sectores 31-33, mientras que en Tijuana 3 de cada 10 son de manufactura; estas empresas tecnológicas producen bienes de alto valor agregado y contenido tecnológico, insertándose en la categoría de nuevas empresas de base tecnológica (*New Technology-based Firms*).

Estos datos arrojan indicios sobre la composición de la estructura de mercado de las empresas tecnológicas⁴³. Además, las diferencias sectoriales proveen un panorama de las

⁴³ Tanto Spinoffs como Startups se incluyen en categorías de KIBS y NTBF, dependerá de los servicios y/o productos tecnológicos que oferte y los recursos que emplea, principalmente la composición del personal en cuanto

vocaciones y orientación de la economía regional, como se mostró en el capítulo anterior; la industria maquiladora de Juárez se especializa básicamente en los sectores automotriz-autopartes, aeroespacial y dispositivos médicos, mientras que en la industria de Tijuana prevalecen los sectores de electrónica, aeroespacial y productos médicos. Así, las empresas tecnológicas locales proveen productos y/o servicios dependiendo de las estructuras productivas de las regiones: en Juárez, los Spinoffs y Startups tecnológicos se orientan principalmente a la industria automotriz-autopartes, seguida de dispositivos médicos, mientras que en Tijuana las empresas proveen servicios tecnológicos a multinacionales de electrónica y aeroespacial.

Tabla 4.11. Actividad principal de las empresas tecnológicas por zona metropolitana (porcentaje)

ZM	(21) Minería	(31-33) Industrias manufactureras	(51) Información en medios masivos	(54) Servicios profesionales, científicos y técnicos
Juárez	3.3	46.7	23	26.7
Tijuana	0	34.3	31.4	34.3
Total	3.3	40.5	27.2	30.5

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Ante la imposibilidad de obtener los datos contables sobre ventas históricos y cuotas de mercado de las empresas estudiadas, una forma de medir el crecimiento de las empresas es a través del número de empleados; de acuerdo con los datos reportados en la tabla 4.12, desde el inicio de sus operaciones las empresas de Juárez han quintuplicado su personal, mientras que en Tijuana se ha cuadruplicado. Esto es un indicador del dinamismo de estas empresas, no solo para sobrevivir a dinámicas macroeconómicas y de mercado, sino al riesgo asociado a la incertidumbre tecnológica al que están expuestas. Es necesario destacar que estas empresas son principalmente intensivas en capitales intangibles, por lo que una de las principales formas de aumentar el conocimiento de la empresa es a través de la incorporación de personas externas con diversos conocimientos, entrenamientos y habilidades. Además, compran conocimientos a través de consultorías tecnológica, procesos de certificación, entre otras modalidades que necesariamente tienen conexión con el personal actual o futuro de la empresa. Así, el capital

a la formación académica, y los activos tecnológicos. En el capítulo V se presentan estudios de caso donde se delimitan las categorías Spinoffs empresarial intensivos en conocimiento y Spinoffs de base tecnológica.

intelectual de la empresa crece no solo con la incorporación de nuevos miembros sino con la adquisición de nuevos conocimientos y aprendizajes por distintos canales.

Tabla 4.12. Número de empleados de la empresa (promedio)

ZM	Al inicio de operaciones	Actualmente	Tasa de crecimiento
Juárez	4.8	30	522%
Tijuana	6.6	34.2	418%
Total	5.7	32.2	465%

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Del total de empresas de la muestra solo 7.7% recibieron algún tipo de apoyo gubernamental para la formación de la empresa. En las zonas metropolitanas se observó que 3.3% de las empresas en Tijuana y 11.4% en Juárez recibieron algún tipo de apoyo gubernamental para la creación de la empresa (ver tabla 4.13). Es decir, prácticamente todos los Spinoffs empresariales se formaron mediante recursos propios, sin contar con apoyo gubernamental no recibieron apoyo para su formación; estos empresarios tuvieron que hacer uso de ahorros personales, créditos familiares y de amigos para poder establecer, en la mayoría de los casos, modestamente su empresa.

Por otra parte, un aspecto que caracteriza a los Startups es la procuración de fondos destinados al emprendimiento, principalmente provenientes del gobierno, a través de la Secretaría de Economía, el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM) o de fondos CONACYT, entre otros organismos públicos. Muchos de estos fondos condicionan al emprendedor a que esté vinculado a alguna institución de educación superior, centro de investigación, incubadora de negocios, oficina de transferencia de tecnología, o bien a estar afiliado a un organismo empresarial (INADEM, 2017).

Tabla 4.13. Apoyo del gobierno para la formación de la empresa

ZM	Si (%)	No (%)
Juárez	3.3	96.7
Tijuana	11.4	88.6
Total	7.7	92.3

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Establecer una cartera de clientes es un reto importante para una empresa intensiva en conocimiento o de base tecnológica, sobre todo en su fase inicial. Entrar al mercado como proveedor de grandes empresas, sobre todo extranjeras, requiere de muchas condiciones, como demostrar que se cuenta con capacidades de producción, solvencia técnica y financiera, certificaciones, experiencia en proveeduría, entre otras. Respecto a los principales clientes de las empresas tecnológicas en Juárez y Tijuana, se trata de importantes firmas multinacionales con altos niveles de IED, vínculos con diversos agentes locales y transferencia de conocimiento a proveedores locales. Las empresas del sector automotriz-autoparte predominan como principales clientes al inicio de operaciones de las empresas tecnológicas en Juárez, tales como Delphi y Robert Bosch. Mientras que en el caso de Tijuana predominan las empresas de la industria electrónica como Flextronics y Sony. También se da cuenta de que tres cuartas partes de los clientes de las empresas locales son de origen extranjero o multinacionales, para ambas zonas metropolitanas, el resto son empresas con presencia estatal o nacional de origen mexicano. (Tabla 4.14)

Tabla 4.14. Principales clientes de la empresa al inicio de operaciones y origen de capital (porcentaje)

ZM	Algunos clientes importantes	Capital extranjero	Capital nacional
Juárez	Delphi, Robert Bosch, Thompson, Continental y Cummins	76.7	23.3
Tijuana	Flextronics, Sony, Medtronic, Autoliv y Bosch	77.1	22.9

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Un aspecto clave de las empresas tecnológicas es el nivel educativo de los empleados, en el total de la muestra se observó que 32.6% tienen grado de ingeniería, 29.5% de licenciatura y 7.1% realizaron posgrado. Estos grados avanzados son principalmente en ciencias exactas y diversas áreas de las ingenierías. En la tabla 4.15 se muestra la distribución de los empleados de empresas tecnológicas en Juárez y Tijuana según nivel educativo. En ambas zonas metropolitanas, en promedio, una tercera parte de los empleados tienen estudios de ingeniería principalmente en mecánica, electrónica, mecatrónica, sistemas, industrial, y le sigue los

empleados con grados de licenciatura en administración, negocios, contabilidad, diseño gráfico. En las empresas tecnológicas de Juárez el 64.2% de los empleados tiene educación superior y posgrado, mientras que en Tijuana la incidencia es mayor con el 73.2%.

Tabla 4.15. Promedio de estudios de los empleados de la empresa (porcentaje)

ZM	Bachillerato o menos	Técnico	Licenciatura	Ingeniería	Posgrado
Juárez	15.2	20.6	28.7	31.8	3.6
Tijuana	11.8	14.8	29.6	33.4	10.1
Total	13.4	17.5	29.5	32.6	7.1

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Por otra parte, el manejo del idioma inglés es indispensable en las empresas tecnológicas, sobre todo si se localizan en la frontera, tanto para tratar con EMN clientes como proveedores localizados en otros países. En el conjunto de la muestra más de la mitad de los empleados de las empresas tecnológicas hablan inglés (53.8%) y los departamentos con mayor prevalencia son producción (31.7%) e ingeniería, diseño y desarrollo de productos con 30.5%. En la tabla 4.16 se observa que en promedio el 40.3% de los empleados de empresas tecnológicas en Juárez hablan inglés, sobre todo en las áreas de ingeniería y de producción, mientras que en Tijuana el promedio es mayor con un 67.4%, y de igual forma en las áreas de producción e ingeniería.

Tabla 4.16. Porcentaje promedio de los empleados por áreas que hablan inglés

ZM	Promedio general	Administración, contabilidad, ventas y compras	Servicios	Producción	Ingeniería, diseño y desarrollo de productos
Juárez	40.3	16.2	24	29.7	30.1
Tijuana	67.4	18.2	17.2	33.7	31

Total	53.8	17.2	20.6	31.7	30.5
-------	------	------	------	------	------

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Las empresas tecnológicas en Juárez y Tijuana atienden a diversos segmentos de mercados, de las 65 empresas de la muestra, 58.8% de los clientes de las empresas tecnológicas son EMN, esta proveeduría de servicios tecnológicos a multinacionales es una característica de estas empresas locales y tiene repercusiones en la transferencia de conocimientos que permiten el escalamiento en producto y funciones. Respecto a las zonas metropolitanas, en la tabla 4.17 se observa que la principal oferta de productos y/o servicios es hacia EMN, extranjeras y nacionales, con ventas del orden del 56.10% para Juárez y en Tijuana con 61.5%; le siguen las empresas mexicanas con presencia nacionales y locales, y un pequeño porcentaje de las ventas tiene como destino el gobierno.

Tabla 4.17. Tipo de clientes a los que se orienta los Spinoffs empresariales y los Startups como porcentaje de ventas totales (porcentaje)

ZM	Empresas Multinacionales (extranjeras y mexicanas)	Empresas mexicanas con presencia Nacional	Empresas mexicanas con presencia Local	Gobierno
Juárez	56.1	18.4	20	1.73
Tijuana	61.5	20.5	14.1	3.7
Total	58.8	19.45	17	2.7

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Las zonas metropolitanas de Juárez y Tijuana se caracterizan por una presencia masiva de empresas multinacionales, muchas de estas empresas forman eslabones importantes en cadenas globales de valor como OEM⁴⁴, Tier 1, Tier 2 y Tier 3 de industrias tales como automotriz, aeroespacial, dispositivos médicos y electrónica que demanda una gran cantidad de componentes, partes, máquinas y equipos, servicios tecnológicos, entre otros. Los requerimientos de proveeduría de las EMN están regidos por requerimientos y especificaciones muy estrictas, acorde a estándares internacionales, además de condiciones y tiempo de entrega

⁴⁴ *Original Equipment Manufacturer* (fabricante de equipo original).

que vuelve muy difícil convertirse en proveedores de estas multinacionales, sobre todo para empresa locales.

En los últimos 20 años han surgido empresas locales que brindan servicios, productos y soluciones tecnológicas que han logrado insertarse con éxito en cadenas de proveeduría de EMN y participar en cadenas globales de valor, bajo los esquemas de gobernanza que las rigen. En la tabla 4.18 se observa el alto porcentaje de empresas tecnológicas que proveen actualmente al menos a una EMN, principalmente en los sectores SCIAN 31-33 (manufactura), 51 y 54 (servicios). El 89.2% de las empresas tecnológicas de la muestra provee al menos empresa multinacional. Sobresale que en Tijuana el 97.1% de las empresas tecnológicas sean proveedoras de EMN, y de estas el 94.3% de los Spinoffs empresariales. En Juárez 8 de cada 10 empresas tecnológicas, de las cuales el 70% son Spinoffs empresariales, por lo que un 56% de los Spinoffs son proveedoras de al menos una multinacional.

Tabla 4.18. Spinoffs empresariales y Startups que actualmente proveen al menos una EMN

ZM	Si (%)	No (%)
Juárez	80	20
Tijuana	97.1	2.9
Total	89.2	10.8

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Las cadenas globales de valor están comandadas por empresas líderes que gobiernan, coordinan y organizan las actividades a lo largo de la cadena de valor. Las formas de gobernanza de la cadena de valor están influenciadas por estilo de gestión de las OEMs, y esto a su vez moldeado tanto por el origen del capital de la multinacional y su cultura organizacional. Por ello es importante conocer el origen del capital de las multinacionales a las que proveen las empresas locales porque proporciona indicios sobre los estilos de negociación, requerimientos, estándares, y resolución de conflictos.

En el conjunto de la muestra el 57.6% del capital de las EMN que han sido proveídas por empresas tecnológicas locales procede de Estados Unidos, esto se relaciona con factores de

localización, costos de mano de obra, apertura comercial y financiera a partir del TLCAN, entre otros factores. Con respecto a las zonas metropolitanas en Juárez el 66.7% de las multinacionales a las que proveen las empresas tecnológicas son de origen estadounidense. Se trata de multinacionales principalmente del sector automotriz como Delphi y Cummins de Estados Unidos y, Continental y Bosch de Alemania. En Tijuana el porcentaje es relativamente menor con un 48.6% de multinacionales de Estados Unidos principalmente empresas de electrónica como Flextronics (Flex) y de dispositivos médicos (28.6%) como Medtronics.

También existe un número importante de empresas japonesas que son clientes de empresas tecnológicas locales y representan el 28.6%, principalmente dentro del sector de electrónica con empresas como Kyocera y Ricoh. En Tijuana hay una mayor variedad con respecto al origen del capital de las multinacionales comparado con Juárez. (Tabla 4.19)

Tabla 4.19. Origen del capital de las EMN que han sido proveídas por los Spinoffs empresariales y los Startups de la ZM de Juárez y Tijuana (porcentaje)

ZM Juárez	Estados Unidos 66.7	Alemania 10		México 20	Taiwán 3.3
ZM Tijuana	Estados Unidos 48.6	Japón 28.6	China 5.7	Francia, Suecia y Holanda 11.4	Singapur 2.9

Fuente: misma que en la tabla 4.1

En el total de la muestra, las EMN proveídas por empresas tecnológicas locales pertenecen principalmente a dos sectores, electrónica (32.8%) y automotriz (30.5%), los cuales se relacionan con las trayectorias industriales de las zonas metropolitanas que se revisó en el capítulo III. Sin embargo, el análisis por zona metropolitana mostró que para Tijuana la industria de electrónica y de dispositivos médicos representan el 74.3%; le siguen multinacionales del sector automotriz y, en menor medida, aeroespacial. En Juárez, predomina las empresas del sector automotriz como clientes de las empresas tecnológicas con el 46.7% y le siguen

electrónica y dispositivos médicos que conjuntamente contabilizan el 30% de las empresas. (Tabla 4.20)

Un dato importante es que en ambas regiones se está desarrollando la industria aeroespacial, la cual se caracteriza por tener los estándares más estrictos en proveeduría, esto a su vez da cuenta de los procesos de reestructuración o reconversión industrial por la que transitan las dos regiones, de pasar de sectores maduros como automotriz y electrónica a sectores de alta especialización como los dispositivos médicos y el aeroespacial.

Tabla 4.20. Sector de la EMN proveídas por los Spinoffs empresariales y los Startups de la ZM de Juárez y Tijuana (porcentaje)

ZM	Automotriz	Electrónica	Dispositivos médicos	Aeroespacial	Empresa nacional	Otras
Juárez	46.7	20	10	3.3	20	0
Tijuana	14.3	45.7	28.6	2.9	2.9	5.7
Total	30.5	32.8	19.3	3.1	11.45	5.7

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Respecto a las empresas que proveen las empresas tecnológicas locales, estas son empresas multinacionales líderes en sus sectores, cuentan con centros de I+D que generan patentes constantemente, mantienen altos estándares de calidad y estrictas normas que imponen a sus proveedores. Las principales empresas multinacionales que tienen proveeduría local por parte de empresas intensivas en conocimientos y de base tecnológica, principalmente Spinoffs empresariales, se muestran a continuación. (Tabla 4.21 y Tabla 4.22)

En Juárez las EMN con mayor frecuencia, o que reciben proveeduría de un mayor número de empresas de la muestra, son: Delphi, Continental Automotive, Cordis Johnson & Johnson y Thompson. En Tijuana son Kyocera, Foxconn, Cardinal Health y Medtronic las que tienen más incidencia como clientes de las empresas tecnológicas.

Tabla 4.21. Principales EMN clientes de los Spinoffs empresariales y los Startups en la ZM de Juárez

Nombre de la EMN	Frecuencia	Nombre de la EMN	Frecuencia
------------------	------------	------------------	------------

Adient	1	Leggett & Platte	1
Continental	2	Scientific Atlanta	1
Johnson & Johnson	2	Siemens	1
Delphi	5	Sonoco	1
Hubbell	2	Technetronix	1
Johnnson Controls	1	Thompson	2
Lear	1	Valeo	1

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Tabla 4.22. Principales EMN clientes de los Spinoffs empresariales en la ZM de Tijuana

Nombre de la EMN	Frecuencia	Nombre de la EMN	Frecuencia
Autoliv Safety Technologies	1	Leviton	1
Cardinal Health	3	Liveware	1
Carefusion	1	Medtronic	2
Eaton aerospace	1	Merit Medical	1
EWS	1	Philips	2
Flextronics Medical	1	Pilkinton	1
Foxconn	3	Quadrat	2
Jae Oregon	1	Sanyo	1
Kenworth	1	Sharp	1
Keyence de México	1	Thermofisher	1
Kyocera	5	Toyota	1

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Son muchos los obstáculos que se tienen que superar para convertirse en proveedores de EMN, tratándose de empresas locales siguen trayectorias que inician con proveeduría emergente, pasando por procesos de certificación y reconocimiento como proveedor, hasta convertirse en proveedores consolidados. Estas fases suelen tomar años de aprendizaje y la formación de vínculos de confianza, más tratándose de proveeduría de productos y servicios tecnológicas y además empresas mexicanas locales.

En promedio, 5 años es el tiempo que han proveído a EMN las empresas tecnológicas de la muestra. Existe similitud en ambas zonas metropolitanas, en Tijuana 1 de 4 empresas tiene 5 años como proveedor de EMN, mientras que en Juárez el 30% de las empresas tiene entre 5 y

6 años como proveedor. Un 17.2% de las empresas tecnológicas de Tijuana ha sido proveedor de EMN entre 8 y 12 años. En Juárez un 10% está en el rango de 8-12 años y un 10% han sido proveedores por 15 años de EMN, lo que indica que este tipo de empresas, principalmente Spinoff empresariales, se formaron, entraron al mercado, e inmediatamente se convirtieron en proveedores de EMN, frecuentemente de sus ex-empleadores, debido a que conocían el funcionamiento y operación de sus clientes, y a través de redes socio profesionales. El promedio en años es muy similar en ambas regiones, alrededor de 5 años como proveedores de EMN. (Tabla 4.23)

Tabla 4.23. Tiempo en años que tienen como proveedor de EMN las empresas tecnológicas locales (%)

Años	ZM Juárez	ZM Tijuana
<1	20	8.6
1-3	16.7	28.5
4-6	40	34.3
>6	23.3	28.6
Promedio	5.17 años	4.9 años

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Con el tiempo las empresas tecnológicas evolucionan en su oferta de productos y servicios; algunas logran ofertar soluciones tecnológicas de alto valor agregado. Estos procesos de escalamiento de producto (*upgrading*) requieren de un proceso de aprendizaje tecnológico, formación de capacidades de absorción y acumulación de capacidades tecnológicas de producción, diseño e innovación; intercambios interactivos del tipo usuario-productos para la innovación con los clientes, y vínculos estables y continuos con diferentes agentes del sistema de innovación, entre otros elementos.

Las multinacionales de sectores como automotriz, aeroespacial, dispositivos médicos y electrónica tienen en común que exigen altos estándares a sus proveedores, en forma de especificaciones técnicas, normas, certificaciones y un conjunto de capacidades tecnológicas. Además, las EMN forman parte de cadenas globales de valor donde se gestan las tendencias tecnológicas de productos y modelos de negocio, demandan a sus proveedores ajustes continuos

a los productos y servicios tecnológicos, lo cuales pueden ser desde cambios menores o incrementales hasta radicales.

En relación a los principales productos y servicios que actualmente ofertan las empresas intensivas y de base tecnológica de las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez a las EMN, estos se presentan en la tabla 4.24. Estas Pymes mexicanas locales se insertan a lo largo de la cadena de valor, desde la proveeduría de servicios de diseño, componentes, insumos y fabricación de maquinaria especializada hasta servicios de consultoría tecnológica, postproducción, mercadeo y *branding*.

Tabla 4.24. Productos o servicios que proveen a EMN los Spinoffs empresariales y los Startups

Proveedores de EMN en la ZM de Juárez	Proveedores de EMN en la ZM de Tijuana
Máquinas de inyección de plásticos	Desarrollo y licenciamiento de software a la medida, consultoría en TICs e interfaz de reconocimiento facial
Manufactura aditiva e impresión 3D	Manufactura de Stents médicos
Manufactura de arneses	Servicios de pruebas, calibración, metrología y venta de voltímetros y espectrómetros
Pruebas, dimensionamiento y calibración de equipos electrónicos	Esterilización de productos médicos por irradiación de electrones

Componentes industriales especializados	Consultoría ambiental y certificaciones
Consultoría especializada	Servicios de diseño gráfico, etiquetas y <i>branding</i>
Soluciones Web y servicios Cloud	Controladores lógicos (PLC) y servicios de ingeniería
Diseños y maquinados de partes	Cromo duro, estañados, películas químicas y anodizados
Ensamble de módulos electrónicos	Diseño, instalación y mantenimiento de redes, conectividad y servicios Cloud
Equipos de inspección y visión, y venta de Robots de 6 ejes.	Fabricación de cabezales de extrusión, partes y repuestos para máquinas, maquinados de precisión CNC y <i>toolings</i>
Diseño, codificación y fabricación de líneas automatizadas	Ensamble de micro pipetas y tubos de plástico para uso en laboratorios
Maquinados de precisión CNC Lathe y <i>toolings</i>	Servicios de inteligencia de negocio, sectorial e industrial, y consultoría especializada en logística y comercio
Vestiduras automotrices	Certificación de cuartos limpios
Servicios de ingeniería y mecatrónica industrial	Telecomunicaciones satelitales, soluciones de datos y servicios Cloud.
MRO <i>Agreements</i>	Empaques y materiales especiales de envase

Fuente: misma que en la tabla 4.1

El crecimiento en la diversidad de productos y servicios que ofertan las empresas tecnológicas puede ser visto, desde el enfoque de CGV, como escalamiento en producto que conlleva mejoras en las capacidades de producción, innovación y diseño y que pueden incluir mejoras sustanciales o cambios radicales en los productos y servicios. En el total de la muestra se observó cómo las empresas tecnológicas en ambas regiones han escalado su capacidad de producción durante el periodo 2015-2017 con una tasa de crecimiento del 96%. Para el caso de Tijuana es mayor al 100% en promedio, y en Juárez un 85.5%. Se puede argumentar que las características sectoriales en cada región, y en particular las multinacionales que lideran esos sectores, influyen en la oferta de productos y servicios de las empresas tecnológicas locales, tanto en el número, volumen y sofisticación de su oferta. (Tabla 4.25)

Tabla 4.25 Productos o servicios ofertados por las empresas en los últimos 3 años (promedio)

ZM	Hace 3 años	Actualmente	Tasa de crecimiento
Juárez	12.8	23.8	85.5%
Tijuana	7.2	14.8	105.5%
Total	9.8	19	96%

Fuente: misma que en la tabla 4.1

El escalamiento funcional en empresas de manufactura (sectores 31-33) y las empresas de servicios (sectores 51 y 54), respectivamente. En ambas zonas metropolitanas solo un 20% de las empresas orientadas a la manufactura se han movido sobre la cadena de valor, hacia atrás (*backwards*) al realizar funciones actividades de mantenimiento (*MRO agreements*), sub-ensamble y ensamble, *hacia adelante (upforward)* en funciones de transportación y comercialización de productos. En cuanto a las empresas que ofertan servicios, el 63% de las empresas de Tijuana han presentado, en promedio, un desplazamiento a lo largo de la cadena de valor, contrastando solo el 20% de las empresas de Juárez, hacia atrás se han realizado funciones de alto valor agregado como investigación y desarrollo, y diseño, mientras que hacia delante de la cadena han ofertado servicios post-venta, desarrollo de marcas y comercialización. (Tablas 4.26 y 4.27)

Tabla 4.26. Realizó funciones de mantenimiento, sub-ensamble, ensamble, empackado, transportación y/o comercialización para otras empresas en los últimos 3 años

ZM	Si (%)	No (%)
Juárez	20	80
Tijuana	20	80

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Tabla 4.27. Prestación de servicios o funciones de investigación y desarrollo, diseño, post-venta, desarrollo de marca y franquicias a otras empresas los últimos 3 años

ZM	Si (%)	No (%)
Juárez	20	80
Tijuana	63	37

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Por lo que respecta a los proveedores de las empresas tecnológicas, alrededor del 50% de los insumos, componentes, máquinas, equipos y servicios tecnológicos los compran a EMN, tanto extranjeras como mexicanas (ver tabla 4.28).

La composición de las compras en las Pymes tecnológicas mexicanas guarda una relación estrecha con el tipo de productos y servicios que ofertan, dado que al tratarse de empresas intensivas en conocimiento y de base tecnológica requieren insumos con contenido tecnológico en diferentes grados.

Además, por razones de trazabilidad de componentes y partes, algunas industrias requieren que los insumos sean comprados con proveedores específicos o bajo ciertas especificaciones, por lo cual se recurre a EMN como proveedores. El otro 50% de la proveeduría de las empresas tecnológicas está compuesto por empresas mexicanas con presencia local y nacional, en su mayoría se trata de proveedores de servicios públicos, insumos no estratégicos y servicios profesionales relacionados con cuestiones fiscales, laborales y legales, entre otros.

Tabla 4.28. Tipo de proveedores de los Spinoffs empresariales y Startups (%)

ZM	Empresas mexicanas locales	Empresas mexicanas nacionales	Empresas Multinacionales (extranjeras o mexicanas)
Juárez	18.86	32.03	49.1
Tijuana	29.14	25.57	47.2
Total	24.4	28	48

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Formación de Spinoffs empresariales: contraste de hipótesis

En la primera hipótesis de esta investigación se establece que los factores implicados en la formación de Spinoffs empresariales en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez son: a) la experiencia laboral previa en EMN, b) la formación profesional, y c) el desempeño de funciones especializadas de alto contenido tecnológico en las EMN.

A continuación, se analizan las 3 dimensiones que componen la hipótesis sobre la formación de Spinoffs empresariales en ambas zonas metropolitanas, a partir de los estadísticos descriptivos presentados.

Experiencia laboral y la formación de capacidades de absorción iniciales. Estas tuvieron un impacto positivo en los empresarios que laboraron en las EMN, principalmente extranjeras, sobre todo porque esta base de conocimientos se trasladó a los Spinoffs creados. En el conjunto de la muestra el 89.2% de los propietarios de empresas tecnológicas locales tuvo experiencia laboral en EMN previo al emprendimiento. Se encontró que 70% de los propietarios de Pymes tecnológicas en Juárez tuvieron al menos 1 empleo en EMN, de los cuales un 37% tuvieron entre 2 y 4 empleos en multinacionales extranjeras. En Tijuana el número es más elevado, con 94%, de los cuales 54% tuvo entre 2 y 4 empleos en EMN extranjeras. La acumulación de capacidades de absorción en las EMN se asocia, y potencializan mutuamente, con la educación formal que tienen los empresarios, como se ve en la siguiente dimensión.

Educación superior de los fundadores de Spinoffs empresariales. En el total de la muestra se observó que el 85% de los fundadores de Spinoffs empresariales cuentan con estudios superiores, principalmente en campos de la ingeniería y licenciaturas orientadas a los negocios. En Juárez 80% de los propietarios de Spinoffs empresariales cuentan con estudios profesionales, de los cuales 60% tienen estudios en ingeniería y un 28% con estudios de posgrado. En Tijuana, 90% de los propietarios de Spinoffs empresariales realizó estudios profesionales, de los cuales un 65% son ingenieros y un 25% cuenta con estudios de posgrado. Cabe destacar el papel que juegan los institutos tecnológicos en Juárez, donde el 56.7% de los fundadores de empresas tecnológicas son formados, mientras que en Tijuana el sistema de universidades públicas y privadas forma al 57.1% de los empresarios tecnológicos. Los empresarios que tienen estudios técnicos representan solo el 10% y 8.6% en Juárez y Tijuana respectivamente, sin embargo, estos empresarios suelen tener sólida trayectoria laboral que compensa la falta de estudios profesionales y les posibilita emprender empresas de alto contenido tecnológico. Además del número de empleos en EMN y la duración en los mismos, es importante analizar las funciones que desempeñaron los propietarios de Spinoffs en su paso por EMN, ya que el aprendizaje en

actividades de alto valor o contenido tecnológico impacta positivamente en las probabilidades de emprender.

Desempeño de responsabilidades de alto valor o contenido tecnológico dentro de EMN. Respecto a las funciones y responsabilidades que desempeñaban los propietarios de Spinoffs cuando laboraron en EMN destacan la participación en departamentos de sistemas de información (TICs), proyectos de mejora tecnológica, actividades de diseño para nuevos productos, procesos o componentes, actividades en laboratorios, de pruebas y metrología, y funciones de investigación; estas actividades contabilizan el 40% de las experiencias de los propietarios de Spinoffs en Juárez y 54.3% en Tijuana. Se trata de funciones de alto contenido tecnológico, donde estuvieron expuestos al contacto directo con tecnologías de punta, procesos y metodologías avanzadas, así como a la posibilidad de detectar oportunidades de negocio o mercado. Así mismo, realizaron funciones de alto valor tecnológico como labores de mantenimiento industrial y en funciones en el área de producción, ya sea como supervisor o inspector de calidad; estas funciones representan el 33% de los ex-empleados de EMN en Juárez y 23% en Tijuana.

En combinación, los resultados del análisis de las 3 dimensiones permiten aceptar H1, a la vez que brindan una visión clara sobre la incidencia de estos factores, y en concordancia con la teoría sobre los Spinoffs empresariales (Keppler, 2009), en este caso una mayor comprensión del fenómeno en empresas mexicanas insertas en sectores tecnológicos de alto valor agregado.

Tanto la acumulación de capacidades de absorción iniciales en EMN como la formación avanzada de los empresarios propicia que estos incursionen en sectores de alto valor agregado en manufactura y en servicios. Así mismo, se observa que un alto número de los Spinoff empresariales han logrado insertarse en cadenas de proveeduría de EMN en sectores de alto valor agregado como el aeroespacial, dispositivos médicos, automotriz, entre otros. El 80% de los Spinoffs empresariales en Juárez y 97% en Tijuana han logrado insertarse en estas cadenas globales de proveeduría, y a su vez han presentado procesos de escalamiento en producto y funcional.

Un rasgo característico, y no necesariamente positivo, en los Spinoff empresariales en ambas regiones, es la ausencia de fondos u otro tipo de apoyos gubernamentales en los procesos de formación de las empresas tecnológicas, así como la baja o nula participación de las universidades, centros de investigación y otras organizaciones en la formación de las empresas, las cuales no están presentes en la creación ni en los primeros estadios de la empresa.

Generalmente se acepta que las probabilidades de supervivencia y competitividad en el mercado de los Spinoffs empresariales se incrementan en la medida que se insertan en CGV; a través de vínculos de proveeduría cumpliendo con las expectativas de las EMN y manteniendo actualizada su oferta de productos y servicios al ritmo de las tendencias tecnológicas globales, y para ello requieren formar y acumular capacidades de absorción. En la siguiente sección se revisa la formación de capacidades de absorción en Spinoffs empresariales y en Startups en las ZM de Juárez y Tijuana.

4.4. Capacidad de absorción en Spinoffs empresariales y Startups en las zonas metropolitanas de Juárez y Tijuana

En esta sección se analizan los resultados obtenidos en relación con la capacidad de absorción de las empresas tecnológicas, en particular de los Spinoffs empresariales en las zonas metropolitanas de Juárez y Tijuana.

La distribución de activos, físicos e intangibles, en empresas tecnológicas es un rasgo distintivo respecto a empresas tradicionales y porque sus inversiones se focalizan en aquellos bienes de capital que les permiten producir y ofertar servicios intensivos en conocimiento respaldados por una infraestructura tecnológica y una base de conocimientos. En el conjunto de la muestra la distribución de activos, tanto físicos como intangibles. Se observó en el conjunto de la muestra que el 42.5% de las inversiones están en maquinaria y equipo, le sigue TICs con 28.8% y 7.3% corresponde activos intangibles como patentes, licencias y marcas, estos últimos forman parte de la base de conocimientos de la empresa.

Se observa que para Juárez el 76.2% de los activos se concentra en maquinaria y equipos, sistemas de información, equipo de cómputo y software, con mayor proporción en

maquinaria y equipo, lo cual está relacionado con una mayor presencia de empresas de manufactura y automatización (sectores 31-33); mientras que en Tijuana el 67.2% tienen esa proporción en esos conceptos, repartidos equitativamente, con ligera inclinación hacia empresas que brindan servicios tecnológicos (sectores 51 y 54) y para lo cual requieren sistemas de información y software especializado.

Por tratarse de la capacidad de absorción, se espera que una proporción significativa de los activos este en el patentes, licencias y marcas, es decir en activos intangibles, tanto tecnológicos como de mercado. En Tijuana, los activos intangibles representan el de 9.1% de las inversiones de las empresas al 2017, mientras que en Juárez es del 5.3%; se puede decir que son inversiones razonables para este tipo de empresas considerando la relación que guarda este rubro con el de planta física, a razón de 3:1 en Juárez y de 2.5:1 en Tijuana, y que mayormente se concentra en licencias adquiridas de tecnologías y licencias, que representan recursos claves para brindar soluciones tecnológicas. (Tabla 4.29)

Tabla 4.29. Distribución de los activos de las Spinoffs empresariales y Startups (%)

ZM	Planta física	Maquinaria y equipo	Equipo de cómputo, sistemas de información y software	Patentes, licencias y marcas
Juárez	18.7	53.4	22.8	5.3
Tijuana	23.5	33.2	34	9.1
Total	21.3	42.5	28.8	7.3

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Una tendencia global en que las EMN exigen a sus proveedores el cumplimiento de normas y estándares de calidad, ya sea establecidos por empresas grandes o por organismos internacionales, y a su vez, dentro de las estructuras de competencia en el mercado, las empresas suelen certificarse en calidad como parte de su estrategia de competitividad y como una forma de ganar confianza y generar valor agregado para sus clientes. Para el conjunto de la muestra se observó que el 41.5% de las empresas tecnológicas cuentan con al menos 1 certificación de calidad, con un promedio de 1.5 certificaciones.

Las principales certificaciones que obtienen las empresas tecnológicas son: ISO 9000 (gestión de calidad); ISO 13485 (dispositivos médicos); IATF 16949 (automotriz); AS 9100 (aeroespacial); ISO 14000 (gestión ambiental); ISO 11137 (dosimetría); ISO 18000 (seguridad e higiene); ISO 17025 (laboratorios); FFA (aeronáutica EUA); FDA (certificación de producto y planta), y; MOPROSOFT y CMMI (software), entre otras.

En Juárez el 43.3% de las empresas tecnológicas cuenta con al menos una certificación, pero el 10% del total de empresas tienen 3 o más certificaciones (tabla 4.30). En Tijuana, 40% de las empresas tiene al menos una certificación. La certificación más frecuente es ISO 9000 y le siguen las certificaciones en software y dispositivos médicos para el caso de Tijuana. En Juárez, la certificación de calidad ISO 9000 es la predominante entre las empresas tecnológicas y le siguen las del sector automotriz y de dispositivos médicos.

Tabla 4.30. Número de certificaciones de calidad de las empresas tecnológicas

ZM	0 certificaciones	1 certificación	2 certificaciones	3 o más certificaciones
Juárez	56.7%	30%	3.3%	10%
Tijuana	60%	25.7%	11.4%	2.9%
Total	58.5%	27.5%	7.2%	6.4%

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Las actividades de aprendizaje tecnológico y organizacional son un elemento clave para la acumulación de la capacidad de absorción de una empresa intensiva en conocimiento. En el total de la muestra se observó que en promedio las empresas tecnológicas realizan de manera “frecuente” las actividades de capacitación de personal, adquisición de maquinaria y equipo, y adquisición de tecnologías de información, software y aplicaciones móviles, lo cual tiene relación con la distribución de activos que previamente se explicó. En la tabla 4.31 se pueden observar la frecuencia con que realizan estas actividades las empresas tecnológicas en Juárez y Tijuana.

Sumando los porcentajes de “frecuente” y “muy frecuente” en cada una de las actividades se obtienen los siguientes contrastes entre empresas en ambas regiones: 63.4% Juárez y 80% Tijuana realizaron capacitación de personal; 66.6% en Juárez y 54.3% en Tijuana

tuvieron adquisiciones y/o adaptación de maquinaria y equipo; 63.3% en Juárez y 53.5% en Tijuana adquirieron TICs, software y aplicaciones móviles; 53.3% en Juárez y 48.6% en Tijuana realizaron automatización de procesos. Respecto a inteligencia de negocios, monitoreo de clientes, competidores y de gestión, 46.7% de las empresas de Juárez y 42.9% en Tijuana tuvieron estas actividades. El 63.3% de las empresas en Juárez y 40% en Tijuana elaboraron manuales técnicos y organizacionales; 43.3% en Juárez y 45.7% en Tijuana realizaron actividades de investigación, diseño e innovación para crear nuevos productos y/o servicios. Y en cuanto a evaluaciones para medir el desempeño, medir mejoras en procesos y en productos y construir indicadores de productividad y financieros, 73.4% en Juárez y 40% en Tijuana tuvieron experiencia en estas actividades.

Se observan altos porcentajes de empresas que realizan actividades relacionadas con el aprendizaje tecnológico y organizacional, de frecuente a muy frecuentemente, lo cual contribuye a fortalecer sus capacidades de absorción, que les permite a su vez asimilar conocimientos más complejos.

Tabla 4.31. Actividades de aprendizaje tecnológico y organizacional en Spinoffs empresariales y Startups para el período 2015-2017 (porcentaje)

ZM		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Juárez	Nunca	3.3	3.3	0	3.3	10	6.7	6.7	6.7
	Rara vez	0	6.7	13.3	13.3	30	20	20	3.3
	Poco frecuente	33.3	23.3	23.3	0	13.3	10	20	16.7
	Frecuente	46.7	53.3	50	40	30	43.3	40	56.7
	Muy frecuente	16.7	13.3	13.3	13.3	16.7	20	13.3	16.7

Tijuana	Nunca	0	0	0	5.7	8.6	5.7	0	8.6
	Rara vez	0	8.6	5.7	14.3	22.9	14.3	20	20
	Poco frecuente	20	37.1	42.9	31.4	25.7	40	34.3	31.4
	Frecuente	62.9	40	28.6	28.6	22.9	20	14.3	17.1
	Muy frecuente	17.1	14.3	22.9	20	20	20	31.4	22.9

- (1) Capacitación de personal.
- (2) Adquisición y/o adaptación de maquinaria y equipo.
- (3) Adquisición de tecnologías de información, software y aplicaciones móviles.
- (4) Automatización de procesos.
- (5) Inteligencia de negocios, monitoreo de clientes, competidores y de gestión.
- (6) Elaboración de manuales técnicos y organizacionales.
- (7) Investigación, diseño e innovación para crear nuevos productos y/o servicios y materiales.
- (8) Evaluaciones de desempeño, indicadores de productividad y financieros, mejoras en procesos y en productos y/o servicios.

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Respecto a la realización de las actividades anteriores, se tiene un mayor impacto cuando la empresa cuenta con un programa establecido que ejecuta, al respecto el 61.2% de las empresas de la muestra dijo contar con un programa formar para actividades de aprendizaje. En la tabla 4.32 se observa que 56.7% de las empresas en Juárez y 65.7% en Tijuana dijeron contar con un programa formal para realizar actividades de aprendizaje tecnológico y organizacional.

Tabla 4.32. Programa formal anual para actividades de aprendizaje tecnológico y organizacional en Spinoffs empresariales y Startups

ZM	Si	No
Juárez	56.7%	43.3%
Tijuana	65.7%	34.3%
Total	61.2%	38.8%

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Si bien las actividades de aprendizaje tecnológico y organizacional son claves para la acumulación de capacidades de absorción, estas se ubican en el ámbito interno de la empresa, por lo que pueden ser complementadas con un conjunto de actividades de vinculación y

colaboración, lo que desplaza la estrategia tecnológica y de innovación hacia afuera de la empresa. En la tabla 4.33 se describen los principales vínculos que establecen los Spinoffs empresariales y los Startups en las regiones de estudio. Para fines de análisis se seleccionan los más importantes y se agrega los porcentajes de “frecuente” y “muy frecuente” para tener una mejor visión del comportamiento de estas empresas, sobre todo en términos de cómo interactúan diversos agentes del sistema regional de innovación.

Se observó que en las empresas en ambas zonas metropolitanas el principal vínculo de colaboración es con clientes, interacciones usuario-productor, con porcentajes muy similares (73.3% en Juárez y 74.3% en Tijuana); es decir, tres cuartas partes de las empresas mantienen intercambios frecuentes con clientes para mejorar procesos, servicios y/o productos. La información y retroalimentación que reciben de los clientes, permite a las empresas realizar innovaciones, incrementales y/o radicales. La segunda actividad que más frecuentemente realizan estas empresas es la colaboración con proveedores para mejorar procesos, productos y/o servicios con 73.3% de incidencia en Juárez y 40% en Tijuana. Y en especificidades de las zonas metropolitanas, en Tijuana se destacan las actividades de propiedad industrial, adquisición de patentes, marcar, licencias y franquicias con 42.9% y Juárez sobresale con 40% de sus empresas que realizan de manera frecuente tanto contratación de servicios de consultoría tecnológica y contratación de servicios profesionales y técnicos.

Tabla 4.33. Actividades de colaboración y vinculación para el aprendizaje en Spinoffs empresariales y Startups el período 2015-2017 (porcentaje)

ZM		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Juárez	Nunca	6.7	6.7	13.3	6.7	16.7	10	30	30
	Rara vez	6.7	0	23.3	16.7	13.3	20	23	33.3
	Poco frecuente	33.3	43.3	36.7	36.7	36.7	46.7	30	16.7
	Frecuente	40	30	26.7	26.7	20	6.7	3.3	16.7
	Muy frecuente	13.3	20	13.3	13.3	13.3	16.7	13.3	3.3
Tijuana	Nunca	0	0	14.3	5.7	17.1	11.4	25.7	2.9
	Rara vez	25.7	0	40	40	34.3	31.4	25.7	14.3

	Poco frecuente	34.3	25.7	22.9	28.6	28.6	31.4	22.9	40
	Frecuente	14.3	40	20	14.3	8.6	11.4	22.9	22.9
	Muy frecuente	25.7	34.3	2.9	11.4	11.4	14.3	2.9	20

- (1) Colaboración con proveedores; intercambios de información y actividades para mejorar de procesos, productos y/o servicios.
- (2) Colaboración con clientes; intercambios de información para mejorar procesos, servicios y/o productos.
- (3) Colaboración con competidores y/o aliados.
- (4) Contratación de servicios de consultoría tecnológica; manufactura avanzada, tecnologías de información, automatización y software.
- (5) Contratación de servicios técnicos y profesionales; calibración, pruebas, diseños de ingeniería, prototipos e investigación de mercados.
- (6) Vinculación con IES y CI; prácticas profesionales, cursos para el personal, uso de laboratorios y colaboración en proyectos tecnológicos.
- (7) Movilidad de empleados; estadías con proveedores, clientes y capacitación en el extranjero.
- (8) Propiedad industrial; adquisición de patentes, marcas, licencias y franquicias.

Fuente: misma que en la tabla 4.1

En los últimos años se ha incrementado la atención de las empresas intensivas en conocimiento y de base tecnológica por realizar actividades de automatización y digitalización. Las funciones o procesos que con más frecuencia se automatizan son los procesos administrativos, muchas veces a través de sofisticados sistemas de gestión de la información, como ERPs, CRMs, entre otros. En el conjunto de la muestra se observó que en promedio las empresas han automatizado y digitalizado las relaciones con los clientes hasta en un 75%, mientras que en promedio hasta en un 50% han automatizado los procesos administrativos, vínculos con clientes, procesos de producción y/o servicios, y los procesos de análisis del funcionamiento y gestión de la empresa. (Tabla 4.34)

En este aspecto un 76.7% de las empresas de Juárez están en un nivel entre el 75-100% de automatización y digitalización de los procesos administrativos y en Tijuana con un 48.6%. Le siguen los procesos de producción con 60% y 48.6% para Juárez y Tijuana. Es importante resaltar que prácticamente en todos los aspectos las empresas de Juárez tienen mayores niveles de automatización que las empresas de Tijuana, por ejemplo, 70% de las empresas en Juárez ha automatizado sus relaciones con los clientes (75-100%) mientras que en Tijuana es de solo 18.5%. Esta brecha puede estar relacionada con los sectores que predominan en ambas regiones,

en Juárez las empresas de manufactura, las cuales requieren interacciones frecuentes con sus clientes, mientras que en la Tijuana las empresas de servicios pueden que prefieran optimizar sus procesos internos y de gestión.

Tabla 4.34. Automatización y digitalización de procesos en Spinoffs empresariales y Startups durante el periodo 2015-2017 (porcentaje)

ZM	Escala	Administrativos	Vínculos con proveedores	Relaciones con clientes	Procesos de producción y/o servicios	Procesos de análisis del funcionamiento y gestión de la empresa
Juárez	Nada	6.7	6.7	0	3.3	6.7
	Hasta un 50%	16.7	66.7	30	36.7	46.7
	Hasta un 75%	46.7	16.7	43.3	30	33.3
	100%	30	10	26.7	30	13.3
Tijuana	Nada	0	28.6	22.9	2.9	22.9
	Hasta un 50%	51.4	40	48.6	48.6	40
	Hasta un 75%	22.9	25.7	17.1	22.9	14.3
	100%	25.7	5.7	11.4	25.7	22.9

Fuente: misma que en la tabla 4.1

La transferencia de conocimiento desde las EMN hacia las Pymes locales juega un rol determinante en la formación de capacidades de absorción, precisamente por los efectos de derrama de conocimiento hacia sus proveedores es como fortalecen sus capacidades de producción, organizacionales, de diseño e innovación. En el conjunto de la muestra sobresale la transferencia de conocimientos técnicos desde las EMN hacia las Pymes tecnológicas con 86.1% y los conocimientos administrativos con 61.5% de las observaciones. (Tabla 4.35)

Los intercambios de conocimientos administrativos y técnicos entre la EMN y los Spinoffs empresariales (debido a que son los que con mayor frecuencia se convierten en proveedores) incrementan las posibilidades del escalamiento en producto, proceso y funcional. En Tijuana 97.1% de las empresas proveedoras de multinacionales reciben transferencias de conocimientos técnicos y 85.7% reciben conocimientos administrativos. En Juárez los

porcentajes son menores, significativamente en conocimientos administrativos con 26.7%, y 73.3% tiene comparten conocimientos técnicos. Esta diferencia puede atribuirse al sector al que pertenecen las EMN, y gobernanza asociada a estas, en Juárez, principalmente automotriz-autopartes, y en Tijuana, la industria electrónica.

Tabla 4.35. Transferencia de conocimientos desde la EMN hacia proveedores locales

ZM	Se comparten conocimientos	Técnicos (%)	Administrativos (%)
Juárez	Si	73.3	26.7
	No	26.7	73.3
Tijuana	Si	97.1	85.7
	No	2.9	14.3
Total	Si	86.1	61.5
	No	13.9	38.5

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Otro aspecto importante es la vinculación entre las Pymes tecnológicas locales y las EMN con las que interactúan. De frecuente a muy frecuente sobresalen las reuniones y visitas del personal con 60% en Juárez y 80.2% en Tijuana, le sigue la transferencia de conocimiento en forma de manuales, diseños y planos técnicos con 43.3% y 40%, respectivamente. (Tabla 4.36)

La capacitación en estándares de calidad, normas y políticas de la EMN toma una tercera posición con 33.3% en Juárez y 31.4% en Tijuana. Estas actividades son de vital importancia para las empresas locales, porque las multinacionales al ser portadoras de conocimientos en entornos altamente globalizados y competitivos, al transferir estos conocimientos no solo contribuyen con incrementar la base tecnológica de la empresa si no que las insertan en esos entornos globales y de alto valor agregado donde es posible que adquieran nuevas y mejores capacidades tecnológicas. Al igual que en las actividades de aprendizaje, estos vínculos están mediados tanto por la naturaleza de la firma tecnológica como por las características del sector en el que se insertan como proveedoras de empresas multinacionales.

Tabla 4.36. Vínculos y actividades de en Spinoffs empresariales y Startups con al menos una EMN durante el período 2015, 2016 y 2017 (%)

ZM	Escala	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Juárez	Nunca	6.7	20	36.7	50	13.3	43.3
	Rara vez	6.7	10	16.7	26.7	6.7	10
	Poco frecuente	26.7	26.7	3.3	10	50	33.3
	Frecuente	46.7	30	23.3	3.3	20	3.3
	Muy frecuente	13.3	13.3	20	10	10	10
Tijuana	Nunca	2.9	37.1	25.7	57.1	34.3	51.4
	Rara vez	2.9	22.9	14.3	25.7	11.4	17.1
	Poco frecuente	14.3	8.6	20	11.4	25.7	11.4
	Frecuente	31.4	20	20	5.7	22.9	11.4
	Muy frecuente	48.6	11.4	20	0	5.7	8.6

(1) Reuniones y visitas del personal.

(2) Capacitación en estándares de calidad, normas y políticas.

(3) Transferencia de conocimiento en forma de manuales, diseños y planos técnicos.

(4) Apoyo para certificarse como proveedor de la EMN y/o para obtener certificaciones.

(5) Integración de sistemas de información entre departamentos (ventas-compras).

(6) Colaboración en proyectos para innovaciones en procesos, productos y/o servicios, y/o para proyectos con fondos del gobierno.

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Las universidades juegan un rol importante en la formación de la capacidad de absorción de una empresa porque pertenecen al subsistema de exploración, dentro del sistema de innovación. Por lo que, al vincularse con universidades, tanto Spinoffs como Startups, se pueden beneficiar a participar en proyectos conjuntos de investigación, hacer uso de laboratorios o bien son fuentes importantes de capital humano de las cuales se pueden proveer las empresas tecnológicas. En el conjunto de la muestra 60.7% de las empresas tecnológicas han establecido vínculos con universidades en los últimos 5 años. Además, se observó que 70% de los Spinoffs empresariales y Startups en Juárez han tenido vínculos con universidades y, en menor medida, un 54.4% en Tijuana, en los últimos 5 años. (Tabla 4.37)

En cuanto al número y tipo de vínculos con universidades tales como cursos, capacitación y talleres a empleados, acuerdos para formación profesional del personal (licenciatura y posgrado), prácticas profesionales de estudiantes y estancias de profesores en la

empresa, y desarrollo conjunto de proyectos tecnológicos y de innovación, en Juárez un 50% de las empresas tecnológicas han establecido entre 1 y 2 vínculos en los últimos 5 años, mientras que, en Tijuana, un 42.8%. Se debe aclarar que el establecimiento de vínculos universidad-empresa, no depende solo de la empresa, sino que está ligada a la capacidad de las universidad e institutos tecnológicos para vincularse, así como a una política pública que permita este tipo de vínculos.

Tabla 4.37. Vínculos de Spinoffs empresariales y Startups con universidades en los últimos 5 años (%)

ZM	Si (%)	No (%)
Juárez	70	30
Tijuana	51.4	48.6
Total	60.7	39.3

Fuente: misma que en la tabla 4.1

El número y tipo de vínculos con centros de investigación, tales como asesoría tecnológica, prácticas profesionales de estudiantes y estancias de investigadores en la empresa, servicios de pruebas, metrología, calidad y control, y el desarrollo conjunto de proyectos tecnológicos y de innovación son de suma importancia para acrecentar la base de conocimientos de las empresas tecnológicas.

Tabla 4.38. Vínculos de Spinoffs empresariales y Startups con centros de investigación en los últimos 5 años (%)

ZM	Si (%)	No (%)
Juárez	43.3	56.7
Tijuana	22.9	77.1
Total	33.1	66.9

Fuente: misma que en la tabla 4.1

En el conjunto de la muestra 33.1% de las empresas tecnológicas han establecido al menos un vínculo con centros de investigación en los últimos 5 años como se muestra en la tabla 4.38. El 43.3% de las empresas de Juárez estableció vínculos con centros de investigación y un 22.9% en Tijuana, se podría pensar que son porcentajes bajos, pero si se tiene en cuenta que las ambas regiones albergan un número reducido de centros de investigación y que, si vincularse

con universidades puede resultar difícil, el colaborar con centros de investigación es aún mayor. Por lo que el número de vínculos también se reducen, a 26.7% de las empresas en Juárez han tenido entre 1 y 2 vínculos y de 11.5% en Tijuana.

Tabla 4.39. Número de vínculos promedio de Spinoffs empresariales y Startups con universidades y centros de investigación en los últimos 5 años (%)

ZM	Vínculos con universidades (promedio)	Vínculos con centros de investigación (promedio)
Juárez	2.2	1.5
Tijuana	2.1	1.9
Total	2.1	1.7

Fuente: misma que en la tabla 4.1

En promedio las empresas tecnológicas de la muestra establecieron 2.1 vínculos con universidades y 1.7 vínculos con centros de investigación en los últimos 5 años. En términos relativos, las empresas de Juárez se vinculan más con universidades (2.2) y las de Tijuana se vinculan más con centros de investigación (1.9). (Tabla 4.39)

Además de universidades y centros de investigación, las empresas suelen buscar apoyos gubernamentales, pero no necesariamente los obtienen, y son destinados principalmente para adquirir maquinaria y equipo, financiamientos para TICs y software, o bien fondos para realizar proyectos tecnológicos y/o de innovación. En el conjunto de la muestra se observó que 82.2% de las empresas tecnológicas no ha recibido apoyo de programas gubernamentales en los últimos 5 años. Esta ausencia de apoyos gubernamentales a Pymes tecnológicas se relaciona con una política industrial que carece de definición en cuanto las líneas de acción para este tipo de empresas y presenta limitaciones técnicas y metodológicas para identificarlas. Por otro lado, los propietarios de Pymes tecnológicas tienden a financiar sus proyectos de desarrollo tecnológico mediante sus flujos de efectivo y prefieren evitar la burocracia, tramitología y restricciones que imponen los organismos administradores de los fondos públicos. (Tabla 4.40)

Tabla 4.40. Spinoffs empresariales y Startups que han recibido apoyo de programas gubernamentales en los últimos 5 años

Ciudad	Si (%)	No (%)
Juárez	10	90

Tijuana	25.7	74.3
Total	17.8	82.2

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Una tercera forma de colaboración para fortalecer las capacidades de absorción son los vínculos con organizaciones de apoyo como las cámaras empresariales y clústeres industriales, particularmente aquellos con un enfoque sectorial o industrial, como los clústeres de tecnologías de información, aeroespacial, dispositivos médicos, automotriz que fortalecen las cadenas de proveeduría, o bien cámaras que promueven la capacitación continua de sus afiliados o que sirven de enlace entre agentes y fondos gubernamentales.

En el total de la muestra, 32.8% de las empresas tecnológicas están afiliadas a una cámara empresarial y 30.9% a un clúster industrial. Además, en la tabla 4.41 se muestra los porcentajes de empresas afiliadas a estas organizaciones, en Juárez 20% está afiliada a una cámara y solo 13.3% a un clúster; en Tijuana la frecuencia es mayor con 45.7% de empresas asociadas a cámaras empresariales y 48.6 a clústeres industriales.

Tabla 4.41. Spinoffs empresariales y Startups afiliadas a una cámara empresarial y/o clúster industrial

ZM	Cámara empresarial (%)		Clúster industrial (%)	
	Si	No	Si	No
Juárez	20	80	13.3	86.7
Tijuana	45.7	54.3	48.6	51.4
Total	32.8	67.1	30.9	69

Fuente: misma que en la tabla 4.1

4.5. Innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales y Startups en las zonas metropolitanas de Juárez y Tijuana

La innovación en producto y proceso en mercados intensivos en conocimiento y de base tecnológica es pieza fundamental para impulsar el crecimiento y escalamiento industrial de las

empresas, sobre todo aquellas que participan en cadenas de proveeduría en sectores altamente globalizados y en constante cambio.

Los factores de primer orden de la innovación en producto y proceso son: introducción de innovaciones en producto y/o servicio; introducción de innovaciones en procesos; fuentes de innovación; actividades e inversiones para la innovación, y; vínculos para innovación. Estas dimensiones se construyen a partir de las variables manifiestas o ítems recolectados por la encuesta.

En el conjunto de la muestra 70% de las empresas tecnológicas realizaron innovaciones al principal producto o servicio en el período 2015-2017. El 63.3% de las empresas en Juárez han realizado innovaciones en producto o servicio en los últimos tres años, mientras que en Tijuana 77.1%, ambos porcentajes se pueden considerar altos, pero tratándose de empresas tecnológicas se requiere la introducción de innovaciones en sus productos y servicios para ser competitivos en mercados de alto valor agregado (tabla 4.42).

Tabla 4.42. Realizó innovaciones al principal producto o servicio de la empresa durante el periodo 2015-2017

ZM	Si (%)	No (%)
Juárez	63.3	36.7
Tijuana	77.1	22.9
Total	70.2	29.8

Fuente: misma que en la tabla 4.1

El 44% de las innovaciones al principal producto o servicio fueron de tipo incremental en lo que corresponde al conjunto de la muestra de empresas tecnológicas y 11.4% fueron de tipo radical. En cuanto al tipo de innovación al principal producto o servicio, principalmente fueron mejoras incrementales con 36.7% y 51.4% para Juárez y Tijuana principalmente. Solo 11.4% de las empresas de Tijuana realizaron innovaciones radicales, que se trata de productos o servicios no existentes en el mercado. (Tabla 4.43)

Tabla 4.43. Tipo de innovación al principal producto o servicio de la empresa durante el periodo 2015, 2016 y 2017

ZM	Incremental (%)	Ambos (%)	Radical (%)	No realizo innovaciones (%)
Juárez	36.7	26.7	0	36.7%
Tijuana	51.4	14.3	11.4	22.9
Total	44	20.5	11.4	29.8

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Respecto a innovaciones al principal proceso de la empresa, en el conjunto de la muestra el 66.4% de las empresas realizó innovaciones durante el período 2015-2017. En la tabla 4.44 se muestra que 50% de las empresas en Juárez y 82.9% en Tijuana realizaron innovaciones al principal proceso.

Tabla 4.44. Realizó innovaciones al principal proceso de la empresa durante el periodo 2015-2017

ZM	Si (%)	No (%)
Juárez	50	50
Tijuana	82.9	17.1
Total	66.4	33.6

Fuente: misma que en la tabla 4.1

En lo que respecta al tipo de innovación al principal proceso, en el conjunto de la muestra es más recurrente el de tipo incremental con 43% de las empresas. Mientras que en la tabla 4.45 se muestra que para ambas regiones los porcentajes, de innovaciones incrementales al principal proceso, son muy similares con 43.3% y 42.9% para Juárez y Tijuana respectivamente.

Tabla 4.45. Tipo de innovación al principal proceso de la empresa durante el periodo 2015-2017

ZM	Incremental (%)	Ambos (%)	Radical (%)	No realizo innovaciones (%)
Juárez	43.3	3.3	3.3	50
Tijuana	42.9	22.9	17.1	17.1
Total	43	13.1	10.2	33.5

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Otro factor de primer orden del indicador de innovación en producto y proceso, las fuentes de innovación, se muestra en la tabla 4.46. En escala de 1 al 4, donde 1 es el más importante, se les preguntó a los empresarios cuál era la fuente de innovación, la más importante y con frecuencias similares es la motivación propia de la empresa con 60% en Juárez y un 62.9% Tijuana. Le sigue por solicitud del usuario o cliente con 43.3% en Juárez y 57.1% en Tijuana, siendo la menos importante de las fuentes las recomendaciones de los proveedores.

Tabla 4.46. Fuentes de innovación en Spinoffs empresariales y Startups durante el período 2015-2017

ZM	Escala	Motivación propia de la empresa (%)	Solicitud del usuario-cliente (%)	Recomendación del proveedor (%)	Colaboración con empresas, universidades y centros de investigación (%)
Juárez	1	60	26.7	0	3.3
	2	23.3	43.3	13.3	10
	3	13.3	23.3	53.3	3.3
	4	0	6.7	33.3	46.7
Tijuana	1	62.9	20	5.7	5.7
	2	20	57.1	8.6	8.6
	3	5.7	11.	42.9	31.4
	4	2.9	11.4	31.4	42.9

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Uno de los indicadores más representativos para medir los esfuerzos de innovación de una empresa es el gasto o inversiones que realiza en actividades de innovación, así como el destino de tales inversiones. En el conjunto de la muestra se observó que de los ingresos que la empresa destina a actividades de innovación el principal concepto es la compra de maquinaria, equipo, software e infraestructura con 43%, le siguen las actividades de entrenamiento para la innovación con 18.7% y, de forma conjunta, la I+D interna y externa con 11%. A continuación, se muestran los porcentajes promedio de los ingresos que la empresa destina a actividades de innovación como: compra de maquinaria, equipo, software e infraestructura, con 47.67% en Juárez y 38.5% en Tijuana; compra de conocimiento existente de otra empresa u organización, con 19.5% en Juárez y 16% en Tijuana; actividades de entrenamiento para la innovación, con 17.5% en Juárez y 19.9% en Tijuana; diseño de Productos y/o servicios, con 8.16% en Juárez y 10.8% en Tijuana; I+D dentro de la empresa, con 5% en Juárez y 10.4% en Tijuana, y; I+D externa, con 2.17% en Juárez y 4.3% en Tijuana. En inversiones en I+D, ya sea interna o externa, se reportan porcentajes bajos, la mayoría de estas empresas no cuentan con áreas o departamentos específicos para estas funciones, en ambas regiones, contabilizan el 7.17% para Juárez y el 14.7% para Tijuana, de los ingresos destinados a actividades de innovación de las empresas. (Tabla 4.47)

Tabla 4.47. Porcentaje promedio de los ingresos destinados a actividades de innovación en Spinoffs empresariales y Startups durante el periodo 2015-2017

ZM	Compra de maquinaria, equipo, software e infraestructura (%)	Compra de conocimiento existente de otra empresa u organización (%)	Actividades de entrenamiento para la innovación (%)	Diseño de Productos y/o servicios (%)	I+D dentro de la empresa (%)	I+D externa (%)
Juárez	47.67	19.5	17.5	8.16	5	2.17
Tijuana	38.5	16	19.9	10.8	10.4	4.3
Total	43	17.7	18.7	9.4	7.7	3.3

Fuente: misma que en la tabla 4.1

Los niveles reportados de mejora en productividad relacionados con la innovación en productos y procesos se muestran en la tabla 4.48. Todos los valores son positivos y predominan

el rango entre el 5 y el 25% de mejora en productividad para ambas regiones, con el 60% de las empresas en Juárez en ese rango y el 68.6% de las empresas en Tijuana.

Tabla 4.48. Mejora en la productividad relacionada con la innovación en Spinoffs empresariales y Startups para el periodo 2015, 2016 y 2017

ZM de Juárez		ZM de Tijuana	
Mejora de la productividad	Frecuencia (%)	Mejora de la productividad	Frecuencia (%)
5,0	10	5,0	14.3
10,0	10	10,0	14.3
15,0	6.7	12,0	2.9
20,0	33.3	15,0	17.1
25,0	6.7	20,0	20
30,0	16.7	25,0	8.6
35,0	6.6	30,0	5.7
40,0	3.3	35,0	2.9
45,0	3.3	50,0	11.4
50,0	6.7	60,0	2.9

Fuente: misma que en la tabla 4.1

En cuanto a la reducción de costos o competitividad relacionada con la innovación en producto y proceso, en la tabla 4.49 se observa que, a pesar de que algunas empresas tuvieron aumentos en sus costos (signo negativo) en los últimos tres años y que puede estar relacionado con aquellas empresas que no realizaron innovaciones, la mayor parte de las empresas se ubican en los rangos entre el 8-30% de reducción de costos en Juárez con el 70% de las empresas y entre el 5-20% de mejora en costos el 62.9% de las empresas en Tijuana. Como se puede apreciar los beneficios de la innovación en producto y proceso son patentes en la mejora de la eficiencia en la producción como en la mejora de la competitividad.

Tabla 4.49. Reducción de costos relacionada con la innovación en Spinoffs empresariales y Startups para el periodo 2015-2017

ZM de Juárez		ZM de Tijuana	
Reducción en costos	Frecuencia (%)	Reducción en costos	Frecuencia (%)
-15,0	6.7	-15,0	8.6

-10,0	6.7	-5,0	2.9
0,0	3.3	0,0	11.4
3,0	6.6	5,0	25.7
8,0	10	7,0	2.9
10,0	26.6	10,0	20
20,0	13.3	15,0	5.7
25,0	10	20,0	8.6
30,0	10	25,0	5.7
35,0	3.3	30,0	5.7
40,0	3.3	35,0	2.9

Fuente: misma que en la tabla 4.1

4.6. Medición de la capacidad de absorción en Spinoffs empresariales y Startups: Modelo I

En esta sección se analiza la capacidad de absorción a través de la construcción indicadores compuestos y escalas, los cuales permiten estudiar las relaciones entre las variables compuestas que se plantearon en las hipótesis⁴⁵. En la siguiente sección, se construye un modelo que establece la relación entre la innovación y la capacidad de absorción en los Spinoffs empresariales para probar una de las hipótesis de esta investigación.

De acuerdo con Schuschny y Soto (2009), un indicador compuesto es un valor que permite apreciar una tendencia o fenómeno; se obtiene a partir de la definición de un modelo multidimensional, y para que tenga validez se requiere la definición clara del concepto que se mide y que existan datos confiables para realizar la medición.

Para construir el índice de capacidades de absorción (factor de segundo orden), primero se construyen índices para cada dimensión de análisis o factor de primer orden, los que su vez se generan a partir de las variables manifiestas o ítems recabados mediante la encuesta. Estos últimos se calculan principalmente con base promedios ponderados o sumas de las respuestas de los ítems. Posteriormente, una vez calculados los índices, es necesario estandarizarlos para

⁴⁵ Las variables compuestas son las variables hipotéticas de investigación, formadas por un conjunto de respuestas o conductas que se presumen relacionadas, cuando están integradas por diversas variables o ítems suelen denominarse variables complejas; son la medición de las propiedades y forman parte de las hipótesis. Además, los indicadores compuestos hacen operativos los conceptos teóricos y permiten elaborar narrativas convincentes y ayudan a enfocar los objetivos de investigación (Ólea, 2014).

que puedan agregarse con las demás dimensiones que conforman el indicador compuesto (Schuschny y Soto, 2009).

Con la ecuación 4.1 se suma el grupo de respuestas de los ítems que conforman cada factor de segundo orden. Donde X_i es el valor de cada ítem dentro de cada dimensión.

$$\text{Factor}_i = \sum_{i=1}^n X_i \quad (4.1)$$

Debido a que se tienen escalas distintas, se procede a normalizar cada factor. Con la ecuación 4.2 se obtienen los factores normalizados en una escala entre 0 y 1. Donde X_{ij} es el valor normalizado del indicador j para la dimensión i con rango entre 0 y 1 (Flamand, Martínez y Hernández, 2007).

$$X_{ij, \text{ normalizado}} = \frac{X_{ij} - \min X_j}{\max X_j - \min X_j} \quad (4.2)$$

La ecuación 4.3 determina el índice por cada dimensión a través del promedio de los indicadores normalizados que conforman cada dimensión.

$$\text{Índice por dimensión (id)} = \frac{\sum_{id=1}^n \text{indicador normalizado } (X_{ij})}{n} \quad (4.3)$$

Para obtener el indicadores compuesto o global, se calcula el promedio de los valores de los índices normalizados de todas las dimensiones que lo constituyen.

$$\text{Índice global} = \frac{\sum_{id=1}^n \text{indicador por dimensión (id)}}{n} \quad (4.4)$$

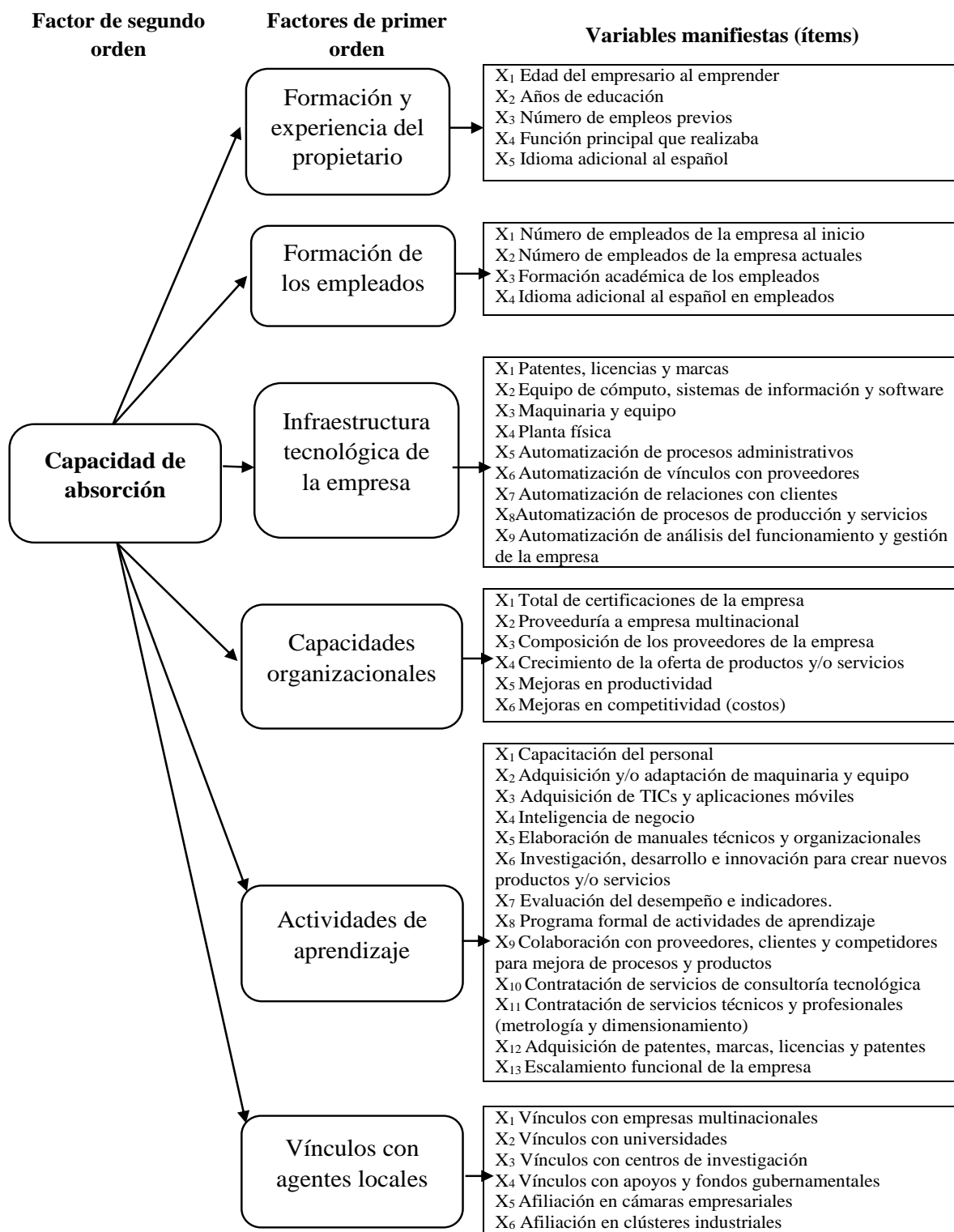
A continuación, se presenta un modelo para la medición del indicador compuesto de capacidad de absorción. Este se construye a partir de los indicadores directos o factores de

primer orden de la capacidad de absorción, y estos a su vez a partir de cada una de las variables manifiestas⁴⁶, tanto para Spinoffs empresariales como para Startups.

El indicador de capacidad de absorción está conformado por seis dimensiones: formación y experiencia del propietario; formación de los empleados; infraestructura tecnológica de la empresa; capacidades organizacionales; actividades de aprendizaje, y vínculos con agentes locales. En la figura 4.1 se muestra el modelo para medir la capacidad de absorción de Spinoffs empresariales y de Startups.

⁴⁶ Las variables manifiestas son aquellas obtenidas a partir de la encuesta aplicada a las empresas tecnológicas en las dos zonas metropolitanas. A partir de las variables manifiestas se construyen los factores de primer orden con los indicadores directos de las capacidades tecnológicas. Posteriormente, el factor de segundo orden, capacidad de absorción se forma a partir de los factores de primer orden construidos.

Figura 4.1. Indicador compuesto de la capacidad de absorción en Spinoffs y Startups



Fuente: Elaboración propia.

Este modelo se construyó para corroborar la segunda hipótesis de esta investigación; para estimar si existe diferencia entre las capacidades de absorción de Spinoffs empresariales y Startups, y de haberla, en qué tipo de empresas son mayores.

En la sección 4.8 de este capítulo se realiza la prueba la hipótesis a partir del indicador compuesto de capacidad de absorción que se obtuvo con el modelo I (representado en la figura 4.1).

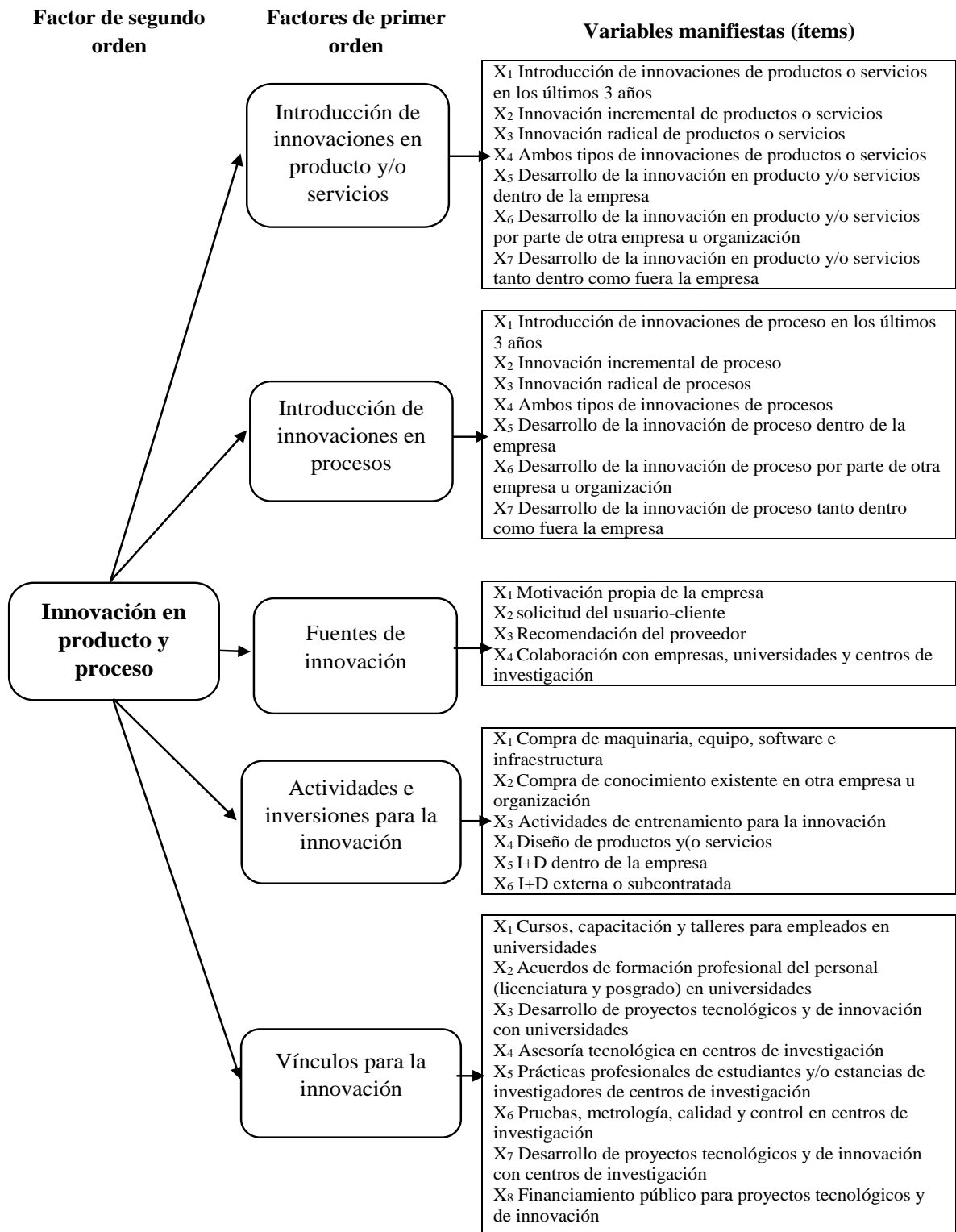
4.7. Medición de la innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales y Startups: Modelo II

A continuación, se presenta un modelo para la medición del indicador compuesto de innovación en Spinoffs empresariales y Startups. Este se construye a partir de los indicadores directos o factores de primer orden de la innovación, y estos a su vez a partir de las variables manifiestas o ítems, tanto para Spinoffs empresariales como para Startups.

Se consideraron cinco dimensiones o factores para construir el indicador compuesto de innovación de producto y de proceso: introducción de innovaciones en productos y/o servicios; introducción de innovaciones en proceso; fuentes de innovación; actividades e inversión en innovación, y vínculos para la innovación. En la figura 4.2 se muestra el modelo para medir el indicador compuesto de innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales y de Startups.

El modelo II es útil porque permite obtener el valor del indicador de innovación y utilizarlo en la prueba de la tercera hipótesis, que evalúa la relación entre las capacidades de absorción y la innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales y Startups.

Figura 4.2. Indicador compuesto de innovación en producto y proceso en Spinoffs y Startups



Fuente: Elaboración propia.

4.8. Capacidad de absorción en Spinoffs empresariales y en Startups: contraste de hipótesis

Para entender y validar las relaciones y diferencias entre las capacidades de absorción entre Spinoffs empresariales y Startups se procedió a estimar la asociación que guarda esta variable compleja.

Con el objetivo de someter a prueba H2, se sometió a pruebas estadísticas la variable cuantitativa que surgen del modelo I, en este caso el indicador compuesto de capacidad de absorción (CA)⁴⁷ y la variable categórica que contiene a los Spinoffs empresariales (SO) y a los Startups (SU)⁴⁸, para valorar la significancia del coeficiente de correlación y confirmar si existe o no una asociación estadísticamente significativa entre ambas variables.

Se realizó un contraste de hipótesis de muestras independientes a través de un test de hipótesis basado en la prueba t de Student. Para comparar las medias (μ), entre una variable cuantitativa y una cualitativa, en dos grupos independientes, en este caso los Spinoffs empresariales, que se asume es una población distinta de los Startups.

En el contraste de muestras independientes, se establece la hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2$, la cual considera que los valores obtenidos en una y otra muestra son iguales. Contra la hipótesis alternativa de que las medias son diferentes $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$. Donde el valor del estadístico t y su significancia (bilateral) permite establecer si se acepta o rechaza la hipótesis nula.

Para que el contraste de hipótesis sea estadísticamente significativo se requiere que se cumplan las siguientes condiciones: a) criterio de homocedasticidad, las varianzas de la distribución de la variable en las poblaciones de las que provienen los grupos que se comparan debe ser homogéneas, y b) criterio de normalidad, la variable debe distribuirse según la Ley Normal en cada uno de los grupos que se comparan (Aguayo, 2004).

Para aplicar el primer criterio de rechazo de la hipótesis nula, se aplica la prueba de Levene de igualdad de varianzas, cuando la significación es pequeña (Sig. < 0.05) no se

⁴⁷ El indicador compuesto de CA tiene 65 observaciones cuyos valores van desde 2.38 hasta 9.24, con una media de 4.99 y una desviación estándar de 1.514.

⁴⁸ Variable dicotómica que toma el valor de 1=SO y 0=SU. Con 54 observaciones para SO y 11 para SU.

consideran varianzas iguales (Aguayo, 2004)⁴⁹. Si se cumple el criterio de homocedasticidad y normalidad, se estima el valor t y su significancia de doble cola (bilateral), el valor de la diferencia de medias entre los dos grupos, el error típico y se obtiene el intervalo de confianza. La hipótesis que se sometió a prueba es la siguiente:

H2: Las capacidades de absorción de los Spinoffs empresariales son distintas a la de los Startups para las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, siendo las capacidades de absorción de Spinoff empresariales mayores que la de Startups.

Para realizar la prueba de diferencia de medias para muestras independientes se estableció la siguiente prueba estadística de hipótesis:

H0: Las capacidades de absorción (CA) son iguales en Spinoff empresariales (SO) y Startups (SU).

H1: Las capacidades de absorción (CA) no son iguales en Spinoff empresariales (SO) y Startups (SU).

La expresión estadística de la prueba t es:

$$H0 \rightarrow \mu CA_{SO} = \mu CA_{SU}$$

$$H1 \rightarrow \mu CA_{SO} \neq \mu CA_{SU}$$

Los estadísticos resultantes permiten evaluar el criterio de rechazo de la hipótesis nula. A continuación, se procedió a calcular los estadísticas de grupo y se realizó la prueba t para igualdad de medias, cuyo resumen se reporta en los cuadros 4.1 y 4.2 respectivamente⁵⁰.

⁴⁹ Si la probabilidad del estadístico Levene es > 0.05 se debe suponer varianzas iguales u homocedasticidad; si es < 0.05 – suponer varianzas distintas o heterocedasticidad (Aguayo, 2004).

⁵⁰ Se utilizó el software estadístico IBM SPSS versión 21.

Cuadro 4.1. Estadísticas de grupo de la prueba t de Student para diferencia de medias

Spinoffs o Startups		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
CA	Spinoffs	54	5.2309	1.50394	.20466
	Startups	11	3.8562	.98792	.29787

Fuente: Elaborado con datos de la encuesta “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” (SPSS V21).

Cuadro 4.2. Prueba t de Student para diferencia de medias

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias $\mu_{CAso} \neq \mu_{CAsu}$	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior	
CA	Se asumen varianzas iguales	1.267	.265	2.897	63	.005	1.37464	.47452	.42638	2.32290
	No se asumen varianzas iguales			3.804	20.796	.001	1.37464	.36140	.62262	2.12667

Fuente: Elaborado con datos de la encuesta “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” (SPSS V21).

El cuadro 4.2 se observa que se cumplen el requisito de homocedasticidad porque la significancia de la prueba de Levene es 0.265 (mayor que 0.05), se asumen varianzas iguales.

En cuanto a la significancia bilateral de la prueba t, esta es de 0.005 (menor que 0.05) por lo que rechazamos la hipótesis de igualdad de medias, es decir $H_0 \rightarrow \mu_{CAso} = \mu_{CAsu}$.

Por lo anterior, las capacidades de absorción (CA) son diferentes en Spinoffs empresariales y Startups en ambas zonas metropolitanas, es decir se acepta $H_1 \rightarrow \mu_{CAso} \neq \mu_{CAsu}$.

Además, la discrepancia es significativa porque el intervalo de confianza (al 95%) indica que en promedio las capacidades de absorción de los Spinoffs son mayores a la de los Startups, esto porque los límites inferior y superior son positivos (no incluyen al cero).

Del análisis anterior procede aceptar la segunda hipótesis (H2) de esta investigación, por lo que se puede afirmar que las capacidades de absorción de los Spinoffs empresariales son distintas a la de los Startups para las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez y, además, las capacidades de absorción de los Spinoff empresariales son mayores que la de los Startups. Este hallazgo se discute con más detalle en el capítulo V y en las conclusiones generales.

4.9. Innovación en producto y proceso y capacidad de absorción en Spinoffs empresariales y en Startups: modelo de regresión bivariada y contraste de hipótesis

Para evaluar el grado de asociación o independencia entre dos variables cuantitativas se puede recurrir a las técnicas de correlación y de regresión y también es posible aplicar un análisis de varianzas o ANOVA.

En esta sección, el objetivo es someter a prueba la tercera hipótesis de esta investigación, con datos obtenidos de los modelos I y II para la construcción de los indicadores compuestos de capacidad de absorción y de innovación en producto y proceso, respectivamente. A continuación, se enuncia la hipótesis a examinar mediante técnicas de correlación, ANOVA y regresión lineal.

H3: Existe una relación positiva y significativa entre la innovación en producto y proceso y las capacidades de absorción de Spinoffs empresariales y de Startups; esta relación es mayor o se incrementa en presencia de Spinoffs empresariales.

La técnica de correlación evalúa la asociación o relación entre dos variables cuantitativas, tanto en términos de direccionalidad como de fuerza o intensidad, proporcionando un coeficiente de correlación (r de Pearson)⁵¹.

⁵¹ La significancia estadística del coeficiente de correlación R^2 , el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson, para el caso de una regresión simple bivariada, permite confirmar si existe o no una asociación estadísticamente significativa entre dos variables, y el coeficiente puede adquirir valores entre 0 y 1 (Aguayo, 2004).

La regresión lineal simple es una técnica de modelado estadístico-matemático que explora la relación de dependencia entre dos variables cuantitativas, una dependiente (Y) o variable respuesta y otra independiente (X) o variable explicativa, para verificar si existe una relación lineal y genera unos coeficientes β_0 (intercepto) y β_1 (pendiente) que sirven para construir la ecuación de la recta de predicción, y el modelo de regresión debe tener sustento teórico (Aguayo, 2004).

Para realizar la estimación del modelo de regresión se recurre al método de ajuste de mínimos cuadrados ordinarios (MCO)⁵² y para obtener la recta de regresión. La forma general del modelo está dada por la ecuación 4.5.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X \quad (4.5)$$

Donde Y son los valores correspondientes al eje vertical, β_0 es la ordenada al origen, β_1 es la pendiente, y X son los valores asociados al eje horizontal. El objetivo del método consiste en que la recta sea la que mejor se ajuste a los datos de la muestra. El paquete estadístico SPSS (IBM, V21) genera cada uno de los parámetros por estimación puntual, el error estándar, la significación estadística del contraste y los intervalos de confianza, teniendo sentido interpretar las salidas del coeficiente β_1 para tomar decisiones de que hasta qué punto y en qué magnitud la variación de Y depende linealmente de X .

El modelo de regresión lineal simple, ecuación 4.5, se fundamenta en cuatro supuestos que de cumplirse es posible realizar inferencia estadística a partir de una muestra. Los supuestos son: 1) normalidad, los errores tienen una distribución normal con media de cero y varianza constante de σ^2 (sigma cuadrada); 2) independencia, dos observaciones diferentes cualesquiera son estadísticamente independientes; 3) homocedasticidad, la variabilidad del error es constante, y; 4) linealidad, dados los valores de X y las medias de Y , forman una línea recta (Johnston y DiNardo, 1997).

⁵² Es una técnica de análisis de optimización matemática en la que a partir de un conjunto de pares ordenados X y Y se intenta encontrar la función continua que mejor se aproxime a los datos con "un mejor ajuste", con el criterio del mínimo error cuadrático, y en su forma más simple, intenta minimizar la suma de cuadrados de las diferencias en las ordenadas (residuos) entre los puntos generados por la función y los valores en los datos (STATA, 2017).

Debido a que la base de datos “Pymes mexicanas intensivas en conocimiento en la región fronteriza de México y Estados Unidos” permite fraccionarse en función de que se traten de Spinoffs empresariales o Startups, en ambas zonas metropolitanas, es posible que se traten como muestras independientes, y dadas estas características se elaboraron 2 modelos:

Modelo 1: Capacidades de absorción e innovación en producto y proceso en Spinoff empresariales y Startups. En este modelo las variables se definen como sigue: Y= innovación en producto y proceso; X=Spinoffs empresariales y Startups, con 65 observaciones.

Modelo 2: Capacidades de absorción e innovación en producto y proceso en Spinoff empresariales. En este modelo las variables se definen como sigue: Y= innovación en producto y proceso; X=Spinoffs empresariales, con 54 observaciones.

Ambos modelos incluirán la constante o intercepto en el origen (β_0) siempre y cuando esta sea significativa. Además, cuando se obtiene la recta de regresión se evalúa el modelo mediante una prueba estadística sobre los parámetros y se construyen intervalos de confianza. Se evalúa si la variable independiente, la capacidad de absorción (CA) explica algo sobre el comportamiento de la variable respuesta, la innovación. Se busca probar si la pendiente (β_1) es distinta de cero al incrementar en una unidad de medida la variable independiente:

$$H_0 \rightarrow \beta_1 = 0$$

$$H_1 \rightarrow \beta_1 \neq 0$$

Para esta prueba de hipótesis sobre el coeficiente que acompaña a CA (X) se utiliza una prueba t y su significancia (p-value), si $p < 0.05$ se rechaza H_0 y se acepta H_1 (Johnston y DiNardo, 1997).

La ordenada en el origen o constante (β_0) del modelo, representa el valor de la innovación cuando la CA es igual a cero. Sin embargo, se pondera si es el modelo es mejor predictor si se incluye o no la constante, debido a que no necesariamente sea de interés para la inferencia

estadística, pero si es importante evaluar el rango de datos sobre la variable X (CA) que no sea cero.

Modelo 1: Capacidad de absorción e innovación en producto y proceso en Spinoff empresariales y Startups

En este primer modelo de regresión se mide la relación ente CA e innovación⁵³ en producto y proceso en Spinoffs y Startups; la innovación como variable dependiente y la capacidad de absorción como variable independiente, es decir, $Y =$ innovación en producto y proceso y $X =$ capacidad de absorción en Spinoffs empresariales y Startups. Se consideran las 65 observaciones de los indicadores compuestos que corresponden a las figuras 4.1 y 4.2 para Spinoffs empresariales y Startups.

El análisis se realizó por etapas, primero se verificó el grado de asociación entre las dos variables y se justificó el modelo de regresión lineal, que $\beta_1 \neq 0$ para que mida el cambio en innovación a partir de un incremento en una unidad en la CA. Posteriormente, se verificó que la constante es significativa en el modelo, que el p-value de β_0 es menor a 0.05, (Johnston y DiNardo, 1997). Además se verificó que el modelo cumpliera con los supuestos claves de la regresión lineal⁵⁴. Finalmente se utilizó el software estadístico IBM SPSS versión 21.

En el cuadro 4.3 se observa el coeficiente de correlación de Pearson (R)⁵⁵ para el modelo 1, que mide el sentido y grado de asociación, así como su significancia estadística, el cual es de 0.650, con un R^2 ajustado de 0.413, y el Durbin-Watson⁵⁶ alrededor de 2, indicando que no hay autocorrelación de primer orden. De ello se concluye que ambos indican una asociación moderada entre las variables cuantitativas, y se procede con el análisis de varianzas y de regresión lineal.

⁵³ El indicador compuesto de innovación tiene 65 observaciones cuyos valores van desde 1.36 hasta 8.22, con una media de 4.77 y una desviación estándar de 1.66.

⁵⁴ La varianza de los errores es homocedástica; variables explicativas ortogonales a los residuos, y; no correlación de los errores (Johnston y DiNardo, 1997).

⁵⁵ El valor de R oscila entre -1 y +1. Generalmente se acepta que un $|r| < 0.3$ manifiesta una asociación débil; $0.30 < |r| < 0.70$ es moderada, y; $|r| > 0.70$ fuerte. Cuando existe correlación lineal ($r > 0.3$), se continua con el análisis de regresión lineal, para evaluar la relación y estimar la recta de regresión para hacer predicciones (Aguayo, 2004).

⁵⁶ Durbin-Watson (d) es aproximadamente igual a $2(1 - r)$, donde r es la autocorrelación de la muestra de los residuos. Si está alrededor de 2 se asume que no hay autocorrelación de primer orden (Johnston y DiNardo, 1997).

Cuadro 4.3. Resumen del modelo 1, variable dependiente: innovación en producto y proceso

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,650 ^a	.422	.413	1.27702	1.968

a. Predictores: (Constante), CA

Fuente: Elaborado con datos de la encuesta “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” (SPSS V21).

Para evaluar la linealidad entre las variables (cuadro 4.4) se realizó el análisis de varianza (ANOVA) que proporciona el estadístico F^{57} , que al ser mayor a 2 y con una significancia menor a 0.05, se concluye que existe una relación lineal entre las variables. Esto indica que la capacidad de absorción puede ser útil para predecir innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales y Startups.

Cuadro 4.4. Análisis de varianza (ANOVA^a) del modelo 1

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	75.011	1	75.011	45.997	,000 ^b
	Residuo	102.739	63	1.631		
	Total	177.749	64			

a. Variable dependiente: Innovación

b. Predictores: (Constante), CA

Fuente: Elaborado con datos de la encuesta “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” (SPSS V21).

En el cuadro 4.5 se presentan los coeficientes de la regresión β_0 (1.201), la constante, y β_1 (0.715), el coeficiente de CA, para el modelo 1, obtenidos por mínimos cuadrados ordinarios (M.C.O.). Ambos estimadores son significativos estadísticamente ($P < 0.05$) con un nivel de confianza del 95%. Por ello procede construir la ecuación 4.5 para el modelo 1, dando como resultado la recta de regresión: $Y = 1.201 + 0.715CA$. Esta ecuación permite predecir los valores de innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales y en Startups.

⁵⁷ El valor del estadístico F es el cociente entre la suma de cuadros explicada por la regresión y la suma de cuadrados de los errores. Si es mayor que 2 y con un valor de significancia menor a 0.05 se puede rechazar la hipótesis de que no existe relación lineal

Cuadro 4.5. Coeficientes del modelo 1; variable dependiente: innovación en producto y proceso

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95.0% intervalo de confianza para B	
		B	Error estándar	Beta			Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	1.201	.550		2.183	.033	.102	2.300
	CA	.715	.105	.650	6.782	.000	.504	.925

Fuente: Elaborado con datos de la encuesta “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” (SPSS V21).

Modelo 2: Capacidad de absorción e innovación en producto y proceso en Spinoff empresariales
 El modelo 2 mide la relación ente CA e Innovación en producto y proceso en Spinoffs y Startups; la innovación en producto y proceso como variable dependiente y la capacidad de absorción como variable independiente, es decir, $Y =$ innovación en producto y proceso, y $X =$ capacidad de absorción en Spinoffs empresariales y Startups. Se consideran 54 observaciones de los indicadores compuestos que corresponden a las figuras 4.1 y 4.2 de las secciones previas para Spinoffs empresariales.

Se estimó el modelo 2 con constante, pero resultó no significativa (Sig. > 0.05), por lo que se sacó del modelo y se volvió a estimar sin constante⁵⁸. Esta última estimación proporcionó un estimador significativo y es la que se presenta a continuación.

En el cuadro 4.6 se observa el coeficiente de correlación de Pearson (R) para el modelo 2, el cual es de 0.966, un R^2 ajustado de 0.932, lo que indica una correlación fuerte, y un Durbin-Watson alrededor de 2, indicando que no hay autocorrelación de primer orden. De ello se concluye que ambos indican una asociación fuerte entre las variables cuantitativas, a diferencia del modelo 1 donde la magnitud de asociación es moderada. A continuación, se presenta el análisis de varianzas y de regresión lineal.

⁵⁸ Ver Anexo E donde se presentan los resultados de la estimación del modelo 2 con constante (β_0), la cual resultó no significativa estadísticamente.

Cuadro 4.6. Resumen del modelo 2^{b,c}, variable dependiente: innovación en producto y proceso

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
2	.966 ^a	.933	.932	1.35828	1.500

a. Predictores: CA

b. Variable dependiente: Innovación

c. Regresión lineal a través del origen

Fuente: Elaborado con datos de la encuesta “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” (SPSS V21).

Para evaluar la linealidad entre las variables del modelo 2, el cuadro 4.7 presenta el estadístico F, que además de ser mayor a 2 tiene una significancia (0.000), por lo que se concluye que existe una relación lineal entre las variables. Esto indica que la capacidad de absorción puede ser útil para predecir innovación en producto y proceso en los Spinoffs empresariales en ambas zonas metropolitanas.

Cuadro 4.7. Análisis de varianza (ANOVA^a) del modelo 2

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
2	Regresión	1358.862	1	1358.862	736.538	.000 ^c
	Residuo	97.781	53	1.845		
	Total	1456,643 ^d	54			

a. Variable dependiente: Innovación

b. Regresión lineal a través del origen

c. Predictores: CA

d. Esta suma total de cuadrados no está corregida para la constante porque la constante es cero para la regresión a través del origen.

Fuente: Elaborado con datos de la encuesta “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” (SPSS V21).

En el cuadro 4.8 se presentan los coeficientes de la regresión del modelo 2 sin constante o β_0 , con una pendiente o β_1 de CA de 0.922 (regresada por M.C.O), estadísticamente significativa ($P=0.000$) con un nivel de confianza del 95%. Por lo que se puede construir la ecuación 4.5 para el modelo 2, dando como resultado la recta de regresión: $Y = 0.922CA$. Como se puede observar, se trata de una pendiente mayor en el modelo 2 respecto al modelo 1, β_1 del modelo 2 (0.922) > β_1 del modelo 1 (0.715).

De lo anterior se puede concluir que las variaciones en la innovación en producto y proceso son mejor explicadas por las variaciones en la capacidad de absorción de los Spinoffs empresariales que si se estiman conjuntamente Spinoffs empresariales y Startups, como en el modelo 1. Esta ecuación permite predecir los valores de innovación en producto y proceso en Spinoffs empresariales en ambas zonas metropolitanas.

Cuadro 4.8. Coeficientes del modelo 2^a, variable dependiente: innovación en producto y proceso

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95.0% intervalo de confianza para B	
	B	Error estándar	Beta			Límite inferior	Límite superior
2 CA	.922	.034	.966	27.139	.000	.854	.990

a. Regresión lineal a través del origen

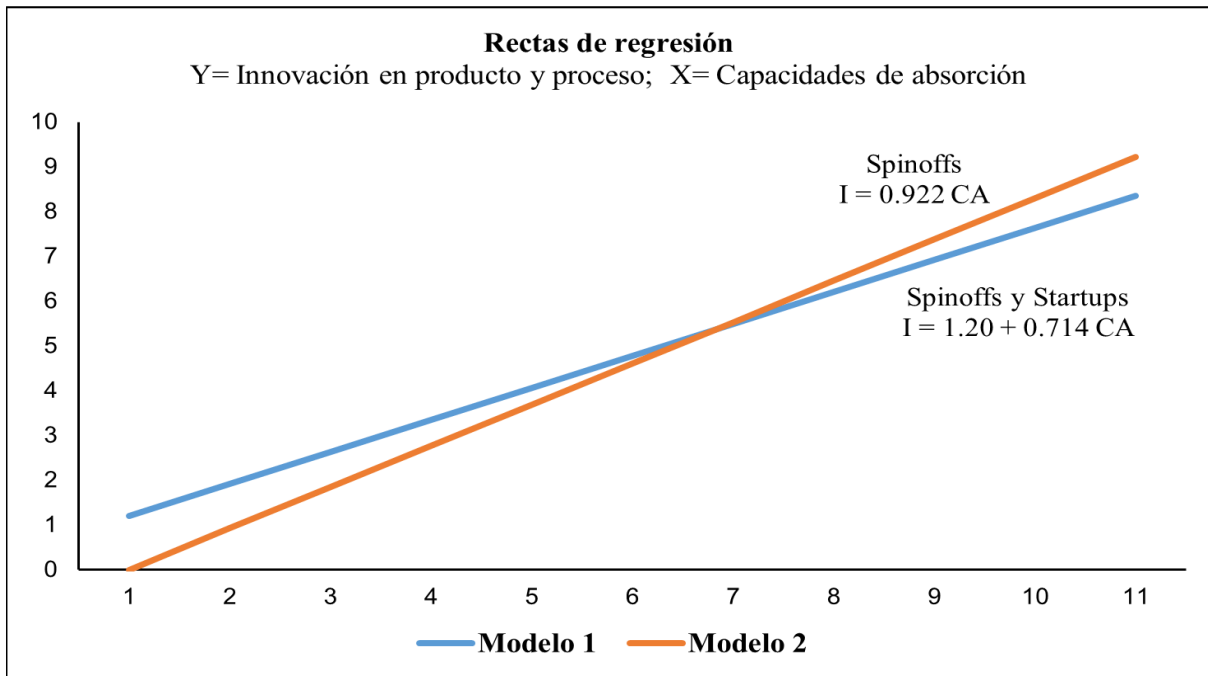
Fuente: Elaborado con datos de la encuesta “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” (SPSS V21).

Gráficamente se puede realizar la comparación de las líneas de regresión de los modelos 1 y 2, y esto permite realizar el contraste de la tercera hipótesis.

H3: Existe una relación positiva y significativa entre la innovación en producto y proceso y las capacidades de absorción de Spinoffs empresariales y de Startups; esta relación es mayor o se incrementa en presencia de empresas tipo Spinoffs empresariales.

En el gráfico 4.1 se muestra una relación directa y positiva entre innovación en producto y proceso y la capacidad de absorción tanto en Spinoff como en Startups, esto es el modelo 1. Sin embargo, la recta correspondiente al modelo 2, solamente Spinoffs empresariales tiene una mayor pendiente (β_1) y aun cuando no tiene intercepto en la ordenada, cruza la recta del modelo 1, indicando que es mayor la relación entre capacidades de absorción e innovación en productos y procesos en los Spinoffs que en los Startups para ambas zonas metropolitanas. Por lo que se comprueba la tercera hipótesis.

Gráfica 4.1. Rectas de regresión de los modelos 1 y 2



Fuente: elaboración con base en los modelos 1 y 2 estimados por MCO (SPSS V21).

4.10. Conclusiones

En este capítulo se realizó el análisis estadístico de los datos obtenidos a través de la encuesta aplicada en el marco del proyecto “Pymes mexicanas intensivas en conocimiento en la región fronteriza de México y Estados Unidos” (El Colef, 2017) y se contrastaron tres hipótesis de investigación por medio de pruebas estadísticas y análisis de regresión.

La primera hipótesis relaciona los factores que favorecen la aparición de Spinoffs empresariales de base tecnológica y/o intensivos en conocimiento. Se encontró que el número de empleos previos del propietario en empresas multinacionales, y las funciones que realiza en ese tipo de empresas, son decisivas para la formación de Spinoffs intra-industriales. Estos Spinoffs eventualmente se convierten en proveedores de las multinacionales para las que trabajaron previamente los propietarios, debido a que conocen el funcionamiento de la empresa, sus procesos y necesidades, además de que mantienen contactos en el interior de la multinacional, lo que posibilita su entrada como proveedores.

Además, se encontró que un alto porcentaje de los propietarios de Spinoffs empresariales tienen formación en ingeniería, y una parte de ellos tienen estudios de posgrado; la educación superior y las trayectorias laborales en EMN no solo contribuyen en la acumulación de capacidades de absorción iniciales, sino que además posibilitan la absorción de conocimientos más complejos. Los estudios superiores de los propietarios principalmente son en campos de la ingeniería, y realizaron funciones dentro de EMN en desarrollo de proyectos, mantenimiento, producción e investigación.

Las funciones que desempeñó el empleado mientras trabajó EMN influye en las probabilidades de desprendimiento (Spinoffs) debido a la acumulación de conocimientos técnicos adquiridos por el empleado, la capacidad de detección de oportunidades de negocio, principalmente de proveeduría local, y otros factores que inciden en la salida del empleado de la multinacional como reestructuración de la empresa, cambios en el sector o industria, desacuerdos entre el empleado y la gerencia, entre otros.

La segunda hipótesis se contrastó a través de un análisis de medias, por medio de una prueba t de Student donde se obtuvieron los niveles de significancia requeridos para rechazar la hipótesis nula. Primero se construyó un índice compuesto para capacidades de absorción (CA) en Spinoffs empresariales y Startups a partir de varias dimensiones o factores de primer orden, relacionados con la teoría convencional, y estas a su vez construidos a partir de las variables manifiestas obtenidas en la encuesta.

Se probó $H1 \rightarrow \mu CA_{SO} \neq \mu CA_{SU}$, es decir, las capacidades de absorción de los Spinoffs empresariales son distintas a las capacidades de absorción de los Startups, para las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, siendo las capacidades de absorción de Spinoff empresariales mayores que la de Startups.

Esto tiene implicaciones importantes debido a que indica que las capacidades de absorción están directamente vinculadas con la trayectoria laboral del propietario en EMN, con el desempeño de funciones tecnológicas o de alto contenido tecnológico dentro de la multinacional, y una vez creado el Spinoff, se fortalecen a partir de la transferencia de

conocimiento desde la EMN hacia la empresa local en forma de vínculos de proveeduría, y esto a su vez demanda a la empresa local a buscar fuentes de aprendizaje, internas y externas, para aumentar sus niveles de capacidades de absorción.

En los Startups, la acumulación de capacidades de absorción depende en mayor medida de los conocimientos existentes en el mercado o bien a través de la educación formal del empresario, así como las fuentes de colaboración y vinculación para proyectos tecnológicos y de innovación con apoyos gubernamentales, ya sea de manera individual o conjuntamente con universidades y/o centros de investigación. Esta vía de adquisición de capacidades de absorción es más lenta puesto que requiere de un sistema de innovación robusta que permita los intercambios estables y fuertes entre los agentes. Mientras que la acumulación de capacidades de absorción a través de vínculos con EMN, principalmente por vínculos de proveeduría y transferencia de conocimientos técnicos y administrativos, potencializa los efectos de derramas de conocimientos en las empresas locales.

La tercera hipótesis requirió de la construcción del indicador compuesto de innovación en producto y proceso en Spinoffs y Startups, a partir de cinco dimensiones y el conjunto de ítems que las componen, obtenidos por medio de la encuesta. Posteriormente se construyeron dos modelos de regresión bivariada que se estimaron por medio de mínimos cuadrados ordinarios.

El primer modelo establecía una relación positiva y significativa entre la innovación en producto y proceso y las capacidades de absorción de Spinoffs empresariales y de Startups, mientras que el segundo modelo establecía que la innovación en producto y proceso se incrementa en presencia de empresas tipo Spinoffs empresariales.

Al estimarse los modelos 1 y 2 se procedió a graficar ambas rectas de regresión y se observó que el modelo 2 tiene un mayor grado de asociación entre variables y una mayor pendiente que el modelo 1.

Lo anterior es muy relevante porque permite afirmar, a partir de los indicadores de capacidades de absorción y de innovación en producto y proceso, que los Spinoffs empresariales cuentan, en promedio, con mayores capacidades de absorción y que, además, estas tienen un mayor impacto en el desempeño innovador, respecto a las Startups tecnológicas.

Estos resultados tienen implicaciones importantes para el conocimiento de los procesos de gestión de las capacidades de absorción y de la innovación en los Spinoffs empresariales. Además, permiten realizar algunos aportes a las actuales políticas de ciencia, tecnología e innovación. Estos resultados se discuten con mayor detalle en el apartado de conclusiones generales.

CAPÍTULO V

SPINOFFS EMPRESARIALES Y STARTUPS

Cuatro estudios de caso en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez

5.1. Introducción

En el capítulo anterior se analizaron las características y relaciones entre capacidades de absorción y procesos de innovación en los Spinoffs empresariales y los Startups, con base en los resultados de la encuesta. Adicionalmente, los datos recabados en la encuesta permitieron identificar algunas empresas especialmente relevantes para profundizar en los mecanismos de creación de las empresas, la formación de las capacidades de absorción, y los procesos de innovación.

A partir de la estadística descriptiva se observó que 70% de las empresas intensivas en conocimiento y de base tecnológica en la ZM de Juárez son Spinoffs empresariales, mientras que en Tijuana son el 94.3%. Por ello las empresas seleccionadas para el estudio de caso múltiple son 3 Spinoffs empresariales y 1 Startup.

En el cuadro 5.1 se resume la estrategia metodológica para el estudio de caso múltiple desarrollada en este capítulo.

Para complementar los resultados del análisis cuantitativo se enunciaron varias proposiciones coherentes con la pregunta general de investigación y con las hipótesis, buscando que las narraciones analíticas a partir de las entrevistas sirvan para establecer modelos de empresas intensivas en conocimientos y de base tecnológica, y que a su vez apoyen y complementen los hallazgos de la encuesta. De acuerdo con Yin (2009), esta estrategia permite validar empírica y causalmente los casos de estudio, y reducir en alguna medida la subjetividad implicada en el análisis de los casos.

Cuadro 5.1. Estrategia metodológica para el estudio de caso múltiple

Elementos	Descripción
Método	Estudio de caso múltiple
Unidad de análisis y de observación	Spinoffs empresariales y Startups donde tienen lugar los procesos de acumulación de capacidades de absorción y de innovación en producto y proceso.
Criterios de selección de casos	1) Que formen parte de la población de estudio de esta investigación de 748 empresas. 2) Empresas mexicanas pertenecientes a los sectores SCIAN: 11, 21, 31-33, 51, 54, 56 y 81. 3) Con un número de empleados entre 5 y 100. 4) Que se ajusten a los conceptos de Spinoffs empresarial o de Startup. 5) Localizados en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez.
Entrevistas	Entrevistas cara a cara con el empresario, en las instalaciones de la empresa, realizadas entre octubre y noviembre de 2017. Entrevista semiestructurada con las siguientes secciones: trayectoria profesional y laboral del empresario; origen de la empresa; características actuales de la empresa; actividades de aprendizaje, capacidades tecnológicas de empresa e innovación; vínculos de proveeduría con EMN; relaciones con agentes del SRI. Recorrido por las instalaciones de la planta para conocer su funcionamiento.
Procesamiento de las entrevistas	Las entrevistas se graban en formato digital. Se transcriben y procesan manualmente.
Estructura de presentación del caso de estudio	1. Introducción; 2. Perfil del empresario; 3. Origen de la empresa; 4. Transferencia de conocimiento e innovación, y; 5. Vinculación.
Análisis y validez	Se realiza un análisis conjunto, réplica teórica y validación externa.
Empresas seleccionadas	Se seleccionaron 4 empresas: PIMA y Mecatrónica Industrial en Juárez, y KTL y Avantti Medi Clear en Tijuana.

Fuente: elaboración propia con base en Yin (2009).

Se trata de un estudio de caso múltiple confirmatorio, por lo que se parte de las proposiciones y del análisis para realizar generalizaciones analíticas sobre los factores asociados a la formación de los Spinoffs empresariales, el evento disparador del desprendimiento, las características de las capacidades de absorción y los procesos de innovación en producto y proceso en las empresas, los procesos de transferencia de conocimientos, gestión de proyectos tecnológicos, y escalamiento industrial, y la vinculación con actores del sistema regional de innovación. En el Anexo 3 se presenta el formato de la entrevista semiestructurada aplicada los propietarios de las empresas tecnológicas que participaron en el estudio de caso múltiple.

Este capítulo se divide en 5 secciones, además de esta introducción. En la segunda sección se presentan los casos de PIMA y Mecatrónica Industrial localizados en Juárez; en la tercera, los casos de KTL y Avantti Medi Clear, localizados en Tijuana; en la cuarta sección se presentan las proposiciones y el análisis de los casos; en la quinta, la réplica teórica y algunas generalizaciones analíticas, y finalmente se presentan las conclusiones del capítulo.

5.2. Dos casos de Pymes tecnológicas mexicanas en la zona metropolitana de Juárez

5.2.1. Procesos Industriales de Manufactura Automatizada S.A. de C.V.

Introducción

Procesos Industriales de Manufactura Automatizada S.A. de C.V. (PIMA)⁵⁹ es una empresa de servicios de ingeniería y automatización, fundada en 2001 en Ciudad Juárez. Se dedica a la fabricación de equipo industrial especializado en ensamble, equipos de inspección y prueba, ofrece servicios de automatización y control utilizando PLC y computadora, aplicaciones de sistemas de visión y robótica, aplicaciones de monitoreo de parámetros, neumática y sistemas hidráulicos, bandas transportadoras y estaciones de trabajo, diseño de herramientas y escantillones, soldaduras ultrasónicas y de calor, y también distribuyen robots, como el Scara de 6 ejes (Yamaha y Epson).

En 2017 la empresa estaba conformada por 95 empleados, de los cuales 34 eran ingenieros, principalmente en electrónica, mecánica, sistemas y diseño, y 15 técnicos altamente especializados⁶⁰, el resto se distribuían en funciones de producción, mantenimiento y administración.

⁵⁹Entrevista realizada al Ing. Jesús M. Márquez, director general de Procesos Industriales de Manufactura Automatizada S.A. de C.V., por Oscar F. Contreras y Maciel García, en Ciudad Juárez, Chihuahua, el 6 de noviembre de 2017.

⁶⁰Muller y Doloreux (2009:65) definen la Empresa de Servicios Intensiva en Conocimiento (ESIC) como “empresas de servicios que son caracterizadas por una alta intensidad de conocimientos, proveen servicios a otras empresas y organizaciones que son predominantemente no-rutinarios, y en las que una tercera parte de sus empleados tienen educación superior relacionada con la tecnología”, en este sentido PIMA, por la cantidad de empleados con estudios de ingeniería (35%) y por brindar soluciones no rutinarias a problemas tecnológicos de sus clientes, puede ser considerada como una ESIC o KIBS por sus siglas en inglés (*Knowledge-Intensive Business Services*).

Entre sus principales clientes se encuentran Bosch, Cummins Generator Technologies, Continental Automotive Systems, Peiker-Valeo, entre otras empresas multinacionales, que se ubican en el Tier 1 y 2 de proveeduría de la cadena de valor de la industria automotriz y de autopartes.

Sus principales capacidades de producción abarcan desde el diseño mecánico y fabricación de fisturas, moldes, herramientas, sistemas de control y trazabilidad, hasta el ensamble de líneas de producción automatizadas. Cuenta con capacidades tecnológicas y de innovación como 3D-Sólidos; programación avanzada y controladores lógicos (LabView, .NET, twinCat, C#, Visual Basic, y varias plataformas PLC); protocolos de comunicación en la automatización como Profinet, IO Link, Profibus y EthernetIP; sistemas de visión Keyence y Cognex; equipo de fabricación standard y centro de maquinado con 4 CNC, 2 EDM, 1 CNC Router, 7 Milling Machines C/DRO, 2 Surface Grinding Machines, y 1 Lathe); soldadura laser para metal y plástico; sistemas de estampado de alta presión y para procesos de formado; uso de técnicas estadísticas CPk y Gage R&R para evaluación crítica de desempeño del equipo; fabricación de muestras y prototipos; soporte para arranque de producción y entrenamiento de personal técnico; capacidad para realizar corridas de evaluación en las instalaciones, y desarrollo de documentación técnica como diagramas eléctricos y neumáticos, lista de partes y refacciones, instrucciones de operación y *set-up*, y de mantenimiento preventivo.

En capacidades organizacionales, PIMA está certificada en ISO 9001:2015 y cuenta con dos sistemas de gestión de la información: SIMA (Sistema Integral de Manufactura), el cual fue desarrollado a la medida para la empresa, este sistema controla los procesos y tiempos de fabricación, proporciona trazabilidad de las ordenes de producción, control de calidad, protocolos de seguridad y mantiene interacción con otros sistemas de información, y; ODOO, un sistema integral, ERP y CRM (es uno de los sistemas usados por Toyota), consiste en un sistema Web accesible desde cualquier dispositivo fijo o móvil que brinda cotizaciones interactivas, autorizaciones en línea, acceso a avances de los proyectos por parte del cliente en tiempo real, comunicación instantánea con colaboradores, clientes y proveedores, conectividad con normas del SAT y facturación electrónica, entre otros módulos y funciones.

En cuanto a la manufactura 4.0⁶¹, desde hace algunos años PIMA avanza hacia su adopción mediante la implementación de dos estrategias: contar con un sistema interno de manufactura totalmente integrado con servicios en la nube (Cloud) para monitorear el desarrollo de los proyectos, y ofertar a los clientes equipos y máquinas con una interface de información, desarrollada *in-house*, que les permita acceder a servicios Cloud.

Perfil del Empresario

El Ing. Jesús M. Márquez, fundador y director general de PIMA, es originario de Chihuahua, tiene 52 años, y reside en Ciudad Juárez desde hace 25 años. Se graduó como ingeniero en diseño mecánico por el Instituto Tecnológico de Chihuahua en 1989. Su primer empleo formal fue en Xomox, una maquiladora de válvulas de acero inoxidable para procesos industriales, localizada en la ciudad de Chihuahua, donde trabajó por 6 meses.

Posterior a este empleo decidió emprender un negocio, junto con un amigo de la universidad, de instalaciones eléctricas y embobinado de motores, lo cual no era su fuerte, pero su socio tenía experiencia en ello. Durante 1.5 años intentaron que funcionara el negocio, pero no lo conseguían debido a que los volúmenes de trabajo eran bajos y no permitían que fuera rentable, porque, como comenta el Ing. Márquez, “mucho se trata de tener relaciones y contactos”. Además, tuvieron malas experiencias, en particular con empresas constructoras que les solicitaban instalaciones eléctricas pero que no pagaban en tiempo y por las cuales terminaron en quiebra. Cerraron el negocio y el Ing. Márquez decidió mudarse a Ciudad Juárez en 1992.

Sus empleos en Ciudad Juárez fueron en la industria maquiladora. Primero laboró en BDK Electronic, la cual fabricaba detectores de humo para uso doméstico; entró como ingeniero de procesos, en el área de diseño de instrumentales y dando soporte a mantenimiento. En este empleo duró 2 años.

⁶¹ Por industria 4.0 se entiende la combinación gradual de manufactura tradicional y prácticas industriales con tecnologías actuales como el uso a gran escala de M2M (máquina a máquina), implementación de Internet de las Cosas (IoT), con la finalidad de proporcionar una mayor automatización, mejorar la comunicación, monitorear tareas y realizar mejores análisis de los procesos. Además, incluye la transferencia de autonomía y toma de decisiones a sistemas y máquinas ciber-físicas (Carrier y Van Maanen, 2018).

Su segundo empleo fue en Johnson Controls, una maquiladora que fabricaba controles de temperatura y de presión, también como ingeniero de procesos, cuyas funciones principalmente eran la mejora de procesos, el diseño de herramientas, mejorar la calidad y los tiempos de ciclo; estas funciones eran las que más le resultaban interesantes porque le imponían retos. En esta empresa laboró por 3 años.

Posteriormente, entró a trabajar en Robert Bosch, en una división que acababa de instalarse en Cd. Juárez donde se fabricarían el control de la bolsa de aire y las unidades que detectan el impacto del vehículo, productos que se empezaron a diseñar en Cd. Juárez en 1995. Él ingresó en 1997, ahí empezó a diseñar 3D-Solids, *toolings*⁶², fisturas, incluyendo figuras muy complejas. Además, era responsable de contratar los proveedores de *toolings*, lo cual era una de las actividades más difíciles porque no los encontraba en Ciudad Juárez y tenía que buscarlos en Estados Unidos. Ante la escasez de proveedores, el Ing. Márquez empezó a hacer *toolings* por su cuenta dentro de Robert Bosch, los diseñaba en 3D-Solids y los fabricaba el mismo. En ese tiempo había muy pocas personas que se dedicaban a eso, por lo que cuando dominó el diseño 3D lo empezaron a contratar otras empresas para que en sus tiempos libres les hiciera el diseño de fisturas.

Robert Bosch le encargó al Ing. Márquez que desarrollara dentro de la empresa un área para el diseño y fabricación de *toolings*, y que enseñara a los proveedores para que fabricaran las fisturas, puesto a la empresa no le importaba si la proveeduría era interna o externa mientras tuviera un abasto continuo de herramientas. Aquí laboró por de 3.5 años.

Entre los principales aprendizajes que obtuvo durante los 9 años de experiencia en maquiladoras fueron: diseño mecánico (2D-AutoCAD y 3D-Solids), diseño y fabricación de escantillones, automatización (varios lenguajes de programación y PLC), experiencia en moldes y fisturas, conocimientos en tolerancias geométricas, sistemas de calidad y manufactura clase mundial, y realizó diversos cursos técnicos avanzados.

⁶² *Tooling* se refiere a herramientas de trabajo o de fabricación tales como piezas de corte, matrices, calibradores, dados, plantillas, moldes y patrones especializados, que tienen un uso limitado para una línea de producción específica o para la ejecución de un trabajo.

Origen de la empresa

Al determinar que había un mercado para el diseño y fabricación de *toolings*, el Ing. Márquez decide hablar sobre su salida con los gerentes de Robert Bosch:

Yo me salí ... porque vi que había negocio, había mercado y yo les comenté a los gerentes de Bosch que me iba a salir, y ellos me dijeron que si, que estaba bien, solo con una condición, “que te conviertas en nuestro proveedor”. (Ing. Jesús M. Márquez, entrevista, 2017)

El Ing. Márquez decide formar la empresa Procesos Industriales de Manufactura Automatizada S.A. de C.V. en 2001, cuando tenía 35 años de edad. La decisión no le fue fácil puesto que había tenido un fracaso en su primer negocio y sabía del costo de renunciar a una gerencia que conllevaba mayores ingresos, y estables, dentro de la maquila. Sin embargo, tenía factores a favor como la motivación de tener padres emprendedores, además de que tenía algunos ahorros de sus empleos previos, se había hecho de una trayectoria en la industria maquiladora en Ciudad Juárez, donde estableció una red de contactos y conocía las necesidades específicas, y contaba con el respaldo profesional de ser ingeniero “*senior*” en la industria.

El Ing. Márquez enfrentó riesgos importantes relacionados con los primeros años de formación de la empresa, como la variabilidad de los flujos de efectivo en la industria maquiladora, las cuales no otorgan anticipos sobre proyectos y es el proveedor quien les financia; que la cobranza es en promedio de 4 meses una vez entregado el servicio o las máquinas, y que se recurre a créditos bancarios o familiares para hacer frente a crisis de liquidez.

En lo que respecta a la inversión inicial para formar la empresa, esta fue gradual, se inició con una maquina fresadora, la cual requería de la renta de un local, se compró una computadora, un escritorio y un vehículo. La computadora era indispensable, se adquirió un equipo bastante robusto para ese tiempo, puesto que su principal trabajo era el diseño 3D, la cual era su ventaja competitiva, mientras que el maquinado de piezas se subcontrataba a talleres, y para elaborar programas complejos de software de PLC se subcontrataba a ingenieros empleados en la maquila. El ensamble de las máquinas y equipos siempre las realizaba el Ing. Márquez pues es quien tenía la responsabilidad ante el cliente.

El primer cliente de PIMA fue Robert Bosch, su anterior empleador, a la cual le diseñó escantillones en 3D. Posteriormente, cuando Robert Bosch se escinde, PIMA se queda con proyectos de una de sus divisiones, con Automotive Lighting, la cual requería *toolings*, diseños de prensa y escantillones para la producción.

Al Ing. Márquez le tomó 2 años para recuperar la inversión y decir que había valido la pena dejar Robert Bosch. Actualmente, se están haciendo varios cambios, en parte impulsados por el rápido crecimiento que ha experimentado PIMA, aproximadamente un 750% respecto a la capacidad instalada que tenían en 2014. Esta expansión se ha fortalecido con el arrendamiento financiero de una nueva nave industrial con área de producción de 2000 m² y con oficinas en 900 m². Existen planes para la construcción de otra nave con 3000 m² para continuar con su crecimiento en la oferta de servicios de ingeniería, en particular con el proyecto de moldes.

Transferencia de conocimiento e innovación

El crecimiento de PIMA se ha apalancado con una constante acumulación de capacidades de producción, organizacionales, tecnológicas y de innovación. Estas capacidades están relacionadas con fuertes vínculos que ha sostenido con empresas del sector automotriz y autopartes como Robert Bosch, Cummins Generator Technologies, Continental Automotive Systems, y más recientemente con Peiker-Valeo. Los proyectos de automatización que desarrolla PIMA a estas empresas inducen flujos de transferencia de conocimientos para el desarrollo de los mismos, principalmente en la forma de especificaciones técnicas y a través de la adopción de nuevas tecnologías por parte de las empresas multinacionales del sector, las cuales PIMA debe absorber para poder proveerles servicios de ingeniería.

Los proyectos que PIMA realiza para estas empresas consisten en brindar soluciones en áreas como sistemas de soldadura láser en metales y plásticos, sistemas de atornillado automático con control y monitoreo de parámetros, integración de Robots de 6 ejes para aplicaciones diversas, procesos de inserción servo-controlados, pruebas de fuga y funcionales de autopartes, aplicación de terminales para arneses, y sistemas de visión. Estos proyectos

demandan interacciones continuas de tipo usuario-productor para la innovación entre PIMA y las empresas multinacionales.

Aun cuando la certificación ISO9001:2015 no es un requisito para proveer a los clientes, sí ayuda en un contexto de cadenas globales de proveeduría, o bien como una ventaja sobre los competidores locales. Sin embargo, PIMA tiene otros objetivos en el corto y mediano plazo.

Nosotros estamos mentalizados, queremos meternos en la cadena de valor para proveer algo que va dentro del producto de nuestros clientes, por ahora lo que vendemos es servicio; ahora lo que quiero es venderle un producto que vaya en el producto de ellos, como un estampado, un moldeado, un troquelado y para eso sí requiero tener ISO 9001, si quiero aspirar a eso. (Ing. Jesús M. Márquez, entrevista, 2017)

Una fuerza externa que impulsa la innovación en PIMA es la irrupción de la llamada industria 4.0, esta se ve reflejada tanto en su sistema interno de gestión de proyectos como en las máquinas que desarrollan para sus clientes. Algunos clientes empiezan a establecer como requisito la integración de tecnologías 4.0 el Internet de las Cosas (Internet of the Things)⁶³, para ello PIMA se está anticipando a través de un continuo monitoreo de las tecnologías que vienen, por ejemplo, CNC con conectividad WiFi y servicios en la nube (Cloud).

Actualmente, PIMA no cuenta con derechos de propiedad industrial, entre los que podrían figurar patentes, modelos de utilidad, las marcas o los diseños industriales, porque los proyectos son servicios de ingeniería y/o productos tecnológicos que desarrollan bajo especificaciones de los clientes. Sin embargo, PIMA tiene como objetivo generar derechos de propiedad industrial sobre una vez que esté en marcha el proyecto de diseños de moldes, troqueles y productos propios.

Vinculación

⁶³ Internet de las Cosas (IoT) consiste en la capacidad que posee un objeto electrónico para comunicarse con otro(s) objeto(s) electrónico(s), de tener relación entre ellos, para el desarrollo o solución de una o varias tareas. La comunicación puede ser a través de diversos medios como: WiFi, WiMax, RFID, 4G, LTE, Bluetooth, NFC, entre otros (Oracle, 2017).

Actualmente PIMA trabaja en un proyecto de moldes y troqueles con el CONACYT en el marco del programa FORDECYT-Doctores⁶⁴, por medio del cual se contrató a un doctor en mecánica con mucha experiencia en el área de diseño de moldes. Es un proyecto a 2 años, que en una primera fase se dará servicio de diseño de moldes sencillos, pero al final de los 2 años se pretende estar en posibilidad de diseñar moldes complejos para la industria local.

Este proyecto va a crear una capacidad tecnológica muy importante y necesaria en Cd. Juárez porque hay una demanda muy grande de moldes que nadie cubre, y es porque eso que requiero contar con ingenieros con conocimientos muy específicos en esta área. Para desarrollar este proyecto de vinculación también se han estado contratando ingenieros jóvenes que tienen poco de egresados para que colaboren. (Ing. Jesús M. Márquez, entrevista, 2017)

Aun cuando el programa FORDECYT-Doctores tiene restricciones, principalmente de tipo financiero, que tiene que solventar PIMA, para la empresa es importante llevarlo a cabo porque la pone en ruta de formar nuevas capacidades tecnológicas, principalmente de diseño e innovación, y con altas probabilidades que dentro de 1 año ya estén desarrollando moldes para las industrias en Ciudad Juárez.

PIMA también ha buscado la colaboración con otras empresas del sector, por lo cual impulsó la creación del Clúster de Manufactura Avanzada de Chihuahua, A.C. (MACH). Actualmente, el clúster lo conforman 15 pequeñas y medianas empresas mexicanas de metalmecánica, automatización, inteligencia artificial, servicios de ingeniería. El Clúster MACH colabora para vincular a las empresas con proyectos conjuntos con universidades como la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) y con centros de investigación como el Centro de Investigación en Materiales Avanzados en Chihuahua (CIMAV). Así mismo, el clúster apoya a sus empresas para concursar en convocatorias de la Secretaría de Economía, INADEM y CONACYT, entre otros fondos públicos, para asistir a ferias de automatización o en convocatorias del programa de estímulos a la innovación (PEI), en donde el clúster sometió

⁶⁴ El objetivo del Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación es otorgar apoyos y financiamiento para actividades directamente vinculadas al desarrollo de las acciones científicas, tecnológicas y de innovación de alto impacto y apoyar la formación de recursos humanos especializados que contribuyan al desarrollo regional y al fortalecimiento de los sistemas locales de ciencia, tecnología e innovación (CONACYT, 2017).

un proyecto. El Ing. Márquez señala que “uno de los objetivos del Clúster MACH es posicionar a Cd. Juárez como la capital mundial de la automatización”.

El proyecto en el PEI, que gestiona el Clúster MACH, consiste en trabajar con un investigador de la academia (UACJ) para que apoye a las empresas afiliadas con el desarrollo de proyectos tecnológicos y de innovación, y que estos sean validados para concursar en convocatorias de el CONACYT.

El Clúster MACH se diferencia de los demás clústeres en que conoce y responde a las necesidades de sus asociados, en tanto que las empresas multinacionales son diferentes a las necesidades de las Pymes mexicanas, por lo que se requiere hacer sinergia y buscar opciones para mejorar las capacidades tecnológicas y de innovación de las empresas afiliadas a través de la vinculación con las universidades, los centros de investigación y los programas de gobierno disponibles. (Ing. Jesús M. Márquez, entrevista, 2017)

El caso de PIMA reúne las características para ser considerado tanto Spinoff empresarial (intra-industrial) como una empresa de servicios intensiva en conocimientos. En la trayectoria, tanto del empresario como de la empresa se observa la formación de capacidad tecnológicas importantes, así como el escalamiento en procesos, productos y funciones. La participación de PIMA en cadenas de proveeduría de EMN, principalmente en la industria automotriz, le ha redituado múltiples beneficios, el más importante es la transferencia de conocimientos directos desde las multinacionales. Este caso es interesante porque muestra con claridad las fases de desprendimiento, acumulación de capacidades, vínculos de proveeduría con EMN y con diversos agentes del SRI, y los procesos de innovación en productos y procesos.

5.2.2. Mecatrónica Industrial de México S.A. de C.V.

Introducción

Mecatrónica Industrial S.A. de C.V. (MI)⁶⁵ es una empresa mexicana que tuvo su origen en 2001 en Cd. Juárez. Ofrece una amplia gama servicios y soluciones tecnológicos como automatización industrial; plataformas robóticas; máquinas de vacío; sistemas de visión artificial; diseño y construcción de maquinaria repetitiva y para montajes; diseño e impresión de objetos sólidos tridimensionales; diseño y fabricación de calibradores, fisturas, escantillones y moldes; soluciones tecnológicas relacionadas con la industria 4.0; inteligencia artificial, y *machine learning*.

En el 2017, MI empleaba 35 personas, de los cuales 15 contaban con grado de ingeniería en áreas como mecánica, sistemas de información, electrónica y mecatrónica⁶⁶, 10 eran técnicos en el área de producción y diseño, y el resto de los empleados estaban en proyectos, finanzas, compras, administración y ventas.

Entre sus principales clientes se encuentran: Johnson & Johnson, Cordis y Biosense Webster, en la industria de dispositivos médicos; Delphi, Continental, Bosch, Valeo, y Peiker, en la industria automotriz-autopartes, y; Electrolux, Emerson, y Foxconn, en la industria electrónica.

MI ha experimentado un rápido crecimiento en sus capacidades de producción, tecnológicas y de innovación. En el 2003 construyó oficinas, un centro de diseño y un área de producción en una nave industrial de 3000 m² en Ciudad Juárez. En 2005, para atender el mercado de Estados Unidos, se constituyó legalmente en El Paso Texas como Mechatronics LLC y se estableció en un local que cuenta con área de producción y oficinas. En 2016 abrió una oficina de representación en Technology Hub en Ciudad Juárez.

⁶⁵ Entrevista realizada al Ing. Javier Acosta, director general de Mecatrónica Industrial S.A. de C.V., por Óscar F. Contreras y Maciel García, en Ciudad Juárez, Chihuahua, el 7 de noviembre de 2017.

⁶⁶ Muller y Doloreux (2009:65) definen la Empresa de Servicios Intensiva en Conocimiento (ESIC) como “empresas de servicios que son caracterizadas por una alta intensidad de conocimientos, proveen servicios a otras empresas y organizaciones que son predominantemente no-rutinarios, y en las que una tercera parte de sus empleados tienen educación superior relacionada con la tecnología”, en este sentido Mecatrónica Industrial, por la cantidad de empleados con estudios de ingeniería (43%) y por brindar soluciones no rutinarias a problemas tecnológicos de sus clientes, puede ser considerada como una ESIC o KIBS por sus siglas en inglés (*Knowledge-Intensive Business Services*).

A lo largo de 16 años MI ha acumulado capacidades tecnológicas y de innovación entre las que se encuentra un departamento investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en el que participan 8 ingenieros especialistas en software, diseño mecánico, eléctrico, electrónico e industrial, y un grupo de 6 consultores de la University of Texas El Paso (UTEP), expertos en ciencias computacionales, algoritmos de inteligencia artificial, ciberseguridad y matemáticas aplicadas.

Desde 2009 el departamento de I+D+i de MI ha desarrollado productos propios entre los que destacan Vigia, Traceability, Vizion, una impresora 3D, y un dispensador inteligente de medicamentos (DIM). Estos desarrollos tecnológicos incorporan una variedad tecnologías emergentes y disruptivas como *machine learning* (ML)⁶⁷, inteligencia artificial (AI)⁶⁸, redes neuronales (NN)⁶⁹, internet de las cosas (IoT) y servicios Cloud.

Además, MI cuenta con tecnologías que le permiten brindar soluciones a la industria, principalmente de dispositivos médicos y electrónica, para automatización, robótica y sistemas de inspección, entre los que se encuentran varios equipos CNC, 2 máquinas Wire (*Machine Tool Wire*) para piezas de alta precisión, IEM, impresoras 3D, software para PLCs, entre otras.

En cuanto a sus capacidades organizacionales MI cuenta con certificación en calidad bajo la norma ISO 9001:2015 y desarrolló internamente un sistema de gestión de proyectos tecnológicos, el cual le permite monitorear en tiempo real el avance, los costos y la eficiencia de los proyectos, lo cual mejora significativamente la toma de decisiones.

Con respecto a la industria 4.0, MI trabaja en proyectos que integran IoT y Big Data⁷⁰ destacando un proyecto en marcha del departamento de I+D+i, que consiste en el diseño de un

⁶⁷ En términos generales Machine Learning es una aplicación de la Inteligencia Artificial (AI) que consiste en dar a las máquinas acceso a los datos (Big Data) y permitirles aprender por sí mismas (Oracle, 2017).

⁶⁸ Se entiende por Inteligencia Artificial como un concepto amplio donde las máquinas pueden llevar a cabo tareas de una manera que podríamos considerar "inteligente" (IBM, 2016).

⁶⁹ Una Red Neuronal es un sistema informático diseñado para trabajar clasificando la información de la misma manera que lo hace un cerebro humano (Oracle, 2017).

⁷⁰ Es un enfoque de entendimiento y de toma de decisiones, el cual es utilizado para describir enormes cantidades de datos (estructurados, no estructurados y semi-estructurados) que tomaría demasiado tiempo y sería muy costoso cargarlos a un base de datos relacional para su análisis. De tal manera que, el concepto de Big Data aplica para toda

robot con funciones orientadas a la industria médica, segmento en el que se ubican sus principales clientes. Al momento de la visita a la planta, el robot llevaba un avance del 80%, en un período de 8 meses, y hará uso de sus propios sistemas de visión y trazabilidad. Cabe destacar que ningún proyecto de MI ha sido financiado por fondos gubernamentales, todos han sido con recursos propios.

Perfil del empresario

El Ing. Javier Acosta, fundador y director general de Mecatrónica Industrial, nació en Ciudad Juárez, Chihuahua y tiene 42 años. Cursó estudios de bachillerato técnico con especialidad en máquinas de combustión interna en el CBTIS 114 en Ciudad Juárez. Cuando tenía 16 años instaló un taller de mecánica automotriz en la cochera de su casa, en el que trabajaba después de la escuela, el cual funcionó alrededor de 3 años.

Javier Acosta se graduó en 1998 de ingeniero electromecánico en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez (ITCJ). A la par de sus estudios profesionales impartió clases de electrónica, física y matemáticas en un Conalep y en el ITCJ.

Cuando cerró el taller de mecánica automotriz, y durante sus estudios profesionales, comenzó a trabajar como técnico en mantenimiento en Electrocomponentes, una maquiladora estadounidense, donde realizaba un trabajo mayormente rutinario inspeccionando las máquinas y dándoles soporte técnico. En esta empresa laboró por 2 años y llegó a ser líder de técnicos, con 5 personas a su cargo.

Posteriormente entró a CSI Ingeniería, una empresa grande que construía naves industriales, donde lo contrataron como ingeniero mecánico estando en su último año de la carrera de ingeniería. En esta empresa trabajó solo 8 meses, pero adquirió conocimientos en desarrollo de proyectos de construcción, específicamente AutoCAD, diseño de sistemas de comprensión, cálculo de resistencias y diseño estructural.

aquella información que no puede ser procesada o analizada utilizando procesos o herramientas tradicionales (Oracle, 2017).

En su tercer empleo formal trabajó como ingeniero de control para Asesoría, Manufactura y Proyectos Especiales (AMPE), una empresa de aproximadamente 100 personas, que en su opinión ha sido una de las que más le aportó profesional y personalmente porque desarrollaba proyectos de automatización, contaba con maquinaria automatizada y brazos robóticos. AMPE tenían diversos proyectos con empresas de las industrias médica y automotriz, para fabricar máquinas que ensamblaban sensores, y máquinas automatizadas para fabricar cinturones de seguridad y bolsas de aire. Los principales clientes de AMPE eran Align Technologies (dispositivos médicos), Robert Bosch, Valero, Delphi y Lear (automotriz). El Ing. Acosta participó en el desarrollo de varios proyectos, aprendió a programar máquinas PLC con lenguaje Scaler, diseño de máquinas de prueba y sistemas de visión con AutoCAD en 3D, y aprendió a programar en LABView, algo que era muy avanzado hace 25 años. En AMPE laboró durante 2 años.

En AMPE obtuve mucha experiencia en desarrollo de proyectos, sobre todo de automatización. Conocí a muchos proveedores, de los cuales recibí capacitación directa en tecnologías japonesas, alemanas y americanas. Aquí aprendí las bases de la robótica, que es lo que hacemos actualmente en Mecatrónica Industrial y sobre todo aprendí las 3 áreas de la automatización: el diseño eléctrico-electrónico, el mecánico y el desarrollo del software. (Ing. Javier Acosta, entrevista, 2017)

Su cuarto empleo fue en IXEL, el cual obtuvo por medio de uno de los proveedores que conoció mientras trabajaba en AMPE. IXEL era una empresa que fabricaba máquinas muy complejas para Robert Bosch, para armar desde los faros de automóviles hasta circuitos y tablas electrónicas.

IXEL estaba totalmente enfocada en la automatización, no fabricaban productos, y aquí aprendí el trabajo fino, robusto, sofisticado y estético de la automatización. (Ing. Javier Acosta, entrevista, 2017)

Cuando deja IXEL después de 2 años, el Ing. Acosta decide emprender su propio negocio, ya con la carrera finalizada y con experiencia en el área de automatización.

Origen de la empresa

Antes de dejar su último empleo, en IXEL, el Ing. Acosta percibe que existe un mercado para el diseño y fabricación de máquinas automatizadas para las industrias médica, automotriz y electrónica, por lo que decidió emprender su propia empresa de automatización en el 2001.

Yo inicié con una propuesta o cotización de una máquina para la empresa Philips Lighting, una empresa de electrónica holandesa instalada aquí en Juárez; voy a la empresa y veo qué es lo que requieren, y pienso que con todo lo que he aprendido en la maquila yo podría proveer máquinas y equipos a empresas grandes como Philips. (Ing. Javier Acosta, entrevista, 2017)

El Ing. Acosta habilitó su RFC como persona física, se instaló en la cochera de una casa que un familiar le prestó, obtuvo un crédito personal de \$20,000 pesos para comprar los componentes de una computadora, que él mismo armó, consiguió gratuitamente un software especializado para diseño, el cual era muy costoso, y así fue como comenzó a realizar cotizaciones y diseños (*blueprints*) a clientes potenciales.

La primera empresa para que diseñó y fabricó máquinas se llamaba Eltec, una empresa estadounidense, con la cual desarrolló 5 proyectos. Sin embargo, como no contaba con maquinaria, subcontractaba los maquinados y posteriormente armaba las máquinas en la cochera de la casa. Por ello en los primeros proyectos no obtuvo ganancias, ya que los maquinados le resultaban muy costosos.

En 2001, un amigo le presentó a un empresario de El Paso, Texas, propietario de MDH Precision, una empresa grande de maquinados con 50 años de experiencia, y lo invitó a que les ayudara haciendo los diseños de proyectos y máquinas; ellos necesitaban un diseñador y a cambio de los diseños le pagaban con los maquinados que requería para atender sus propios proyectos. Era una relación de intercambio de servicios de ingeniería y de este modo MI pudo reducir costos. Al año siguiente, en 2002, el Ing. Acosta obtuvo un préstamo de 3,500 dólares por parte de este empresario, que utilizó para comprar una máquina fresadora de segunda mano, la cual instaló en la cochera de 5 x 6 m². Se trató de un préstamo sin garantías, solo con base en la confianza que se formó a través del intercambio de servicios profesionales, una relación profesional y empresarial que hasta la fecha continúa.

Posteriormente, el Ing. Acosta consiguió un proyecto con la empresa Delphi, a la que ya conocía debido a que en sus empleos anteriores había participado en varios proyectos para esta, y además conocía a varios ingenieros que ahí trabajaban. La oportunidad surgió a partir de que IXEL, su antiguo empleador, había quebrado y Delphi requería que le proveyeran de servicios, de ahí que lo buscaron, puesto que sabían de su trabajo y lo invitaron a trabajar en proyectos del Centro Técnico de Delphi como asesor externo.

El Ing. Acosta, al principio solo proveía diseños, controles y programación a Delphi, pero eventualmente se presentó la oportunidad de diseñar y fabricar máquinas y equipos de pruebas, principalmente máquinas de pruebas para sensores que se instalaban en las transmisiones de los automóviles. A partir de estos proyectos es que decide contratar personal, a una secretaria, a un diseñador mecánico y a un técnico para el ensamble.

En el 2003 tuvieron como cliente a Cordis de México (Johnson & Johnson) de la industria médica; esta oportunidad fue muy interesante porque es muy difícil proveer a esta industria, pero como a Cordis se les presentó un problema emergente y no tenían quién se los resolviera, contactaron al Ing. Acosta a través de un amigo suyo que trabajaba ahí y quien lo recomendó. El problema consistía en una máquina, muy difícil de programar, que realizaba orificios a catéteres. El Ing. Acosta y su personal trabajaron durante dos noches para programarla y la dejaron funcionando en óptimas condiciones. Los gerentes de Cordis quedaron muy agradecidos, y como el Ing. Acosta no estaba dado de alta como proveedor, a partir de esa experiencia positiva le dieron de alta, aun cuando no contaban con una certificación de calidad. A partir de ahí se gesta una relación hasta el día de hoy con Cordis, se llevaron a cabo proyectos más complejos, un ejemplo es una máquina para fabricar catéteres de corazón y cabeza.

Para finales del 2003, se constituyó como Mecatrónica Industrial S.A. de C.V. (MI), ya se habían instalado la empresa en un local propio, tenía 8 empleados, y realizaron inversiones en herramientas mecánicas, tornos, osciloscopios, rectificadoras, e instalaciones eléctricas adecuadas. Tanto la compra del local como las inversiones en maquinaria y equipo se realizaron a partir de las utilidades de los proyectos realizados para Cordis de México, ya que tenían trabajo constante con ellos por la confianza que se había generado desde un principio.

Para el 2004 se dio un crecimiento importante debido a que empezaron a proveer servicios a clientes como Ethicon, Continental, Bosch, Bard, Valero, Nide, Inteva, Biosense, Codman, Electrolux, y Electrocomponentes, donde fue su primer empleo formal. Estos contratos se obtuvieron principalmente por recomendaciones, por lo competitivo en costo y calidad de los proyectos, y porque conocían a muchos de los gerentes e ingenieros de estas empresas. MI tenía 12 empleados, 4 de ellos eran ingenieros, 6 técnicos, 1 secretaria y 1 contador.

En el 2005 abren en El Paso, Texas, una oficina y un área de producción porque la mayoría de las empresas a que las proveían eran extranjeras, mueven su capital por Estados Unidos, y requerían procesarles los pagos, y les solicitaban exportaciones virtuales y reales. Además, la mayor parte de los proveedores de MI, tanto de componentes como de máquinas y equipos, se localizan en Estados Unidos, por lo que también crearon un almacén para inventarios de componentes y partes. Lo anterior requirió registrarse como Mechatronics LLC y eventualmente este se ha convertido en el nombre comercial o marca tanto en Estados Unidos como México.

Lamentablemente las empresas grandes no confían en empresas con nombres mexicanos, pero si tienen un nombre extranjero sí confían, esto nos tomó muchos años entenderlo, que muchos de los que ocupan los cargos de compras o ingeniería de empresas multinacionales no creen que empresas mexicanas puedan tener las capacidades para desarrollar proyectos como los que estamos desarrollando. (Ing. Javier Acosta, entrevista, 2017)

Fue en el 2009 que MI adquirió una nave industrial con 3000 m² de construcción. Un porcentaje importante de la inversión en la nave industrial provino de las ganancias obtenidas en un proyecto realizado a AutoCade, una empresa alemana proveedora de BMW, para la cual realizaron varias líneas de producción. Esta nave industrial tiene bien definidas las áreas de producción, donde están la maquinaria, equipos y herramientas; el departamento de ingeniería y diseño, que realiza funciones de I+D+i para el desarrollo de nuevos productos, y; espacios para funciones administrativas, compras, cobranza y finanzas. Aquí la empresa ya había duplicado el número de empleados, de 12 en el 2004 a 25 en el 2009.

MI logró sortear tanto la crisis financiera de 2008-2009 que afectó a varios de sus clientes, como la crisis de seguridad en Cd. Juárez durante el 2009-2010, que llegó afectar los niveles de producción debido a que no podían abrir el taller por la violencia que se vivía en las calles.

La empresa ha mantenido sus operaciones en ambos lados de la frontera, ha crecido y, en los últimos 3 años, un 80% de la facturación se realiza en El Paso Texas, aun cuando la manufactura y el ensamble de los proyectos se hace en Ciudad Juárez. Sin embargo, en El Paso se realizan los maquinados de precisión y componentes claves, porque allá están instaladas algunas de las maquinas más sofisticadas como CNC, 2 Wire, IEM e impresoras 3D.

Al 2017 Mecatrónica Industrial cuenta con 35 empleados entre operadores, técnicos, ingenieros y administrativos. Continúa con el desarrollo de productos propios, a través de la inversión constante en I+D+i, del orden del 10% de la utilidad neta, buscando alianzas estratégicas con empresas tecnológicas y con investigadores de ambos lados de la frontera.

Transferencia de conocimiento e innovación

A lo largo de 16 años MI ha desarrollado innovaciones incrementales y radicales en equipos y maquinaria para sus clientes, y en los últimos 8 años ha desarrollado productos propios para dar soluciones a problemas específicos que se han identificado, principalmente en industrias dinámicas como la médica, automotriz y electrónica, a partir de interacciones continuas del tipo usuario-productor con gerentes e ingenieros de plantas maquiladoras.

Estas innovaciones incorporan tecnologías emergentes que aumentan las capacidades de los productos desarrollados como inteligencia artificial, *machine learning*, Internet de las Cosas, servicios Cloud, entre otros.

El primer producto que desarrollaron fue Vigia, en el 2009, y consiste en un sistema de control de iluminación, aire acondicionado y calefacción para naves industriales, en el que a través de un teléfono análogo se pueden controlar las condiciones ambientales de trabajo, ahorrar energía y reducir costos. El desarrollo de Vigia se realizó con fondos de la empresa; de hecho, todos los productos que han desarrollado han sido financiados con el flujo de efectivo de la empresa.

No hemos participado en convocatorias de fondos públicos para la innovación, y tenemos que reconocer que no ha sido fácil, porque estos desarrollos son altamente costosos, toman tiempo y hay mucha incertidumbre, incluso con varios productos hemos tenido pérdidas, por lo que sí nos vendría bien apoyo de fondos públicos para la innovación, hasta ahora, en el último año hemos considerado participar en convocatorias. También se ha debido al desconocimiento de las convocatorias del gobierno o del CONACYT. (Ing. Javier Acosta, entrevista, 2017)

El desarrollo del segundo producto partió de la observación de limitaciones en las capacidades de los controladores lógicos, y de ahí surgió la idea de PLCs, que son controladores más robustos y eficientes. Este proyecto también fue financiado internamente, sobre todo se destinó dinero para la adquisición de conocimientos, comprar conocimiento en áreas como electrónica avanzada, sistemas de control embebidos, tarjetas madres, inteligencia artificial, entre otros.

Se vendieron 6 controladores a empresas maquiladoras, si bien no hubo retorno de la inversión, los proyectos iniciales de MI fueron un detonante para buscar conocimientos externos a la empresa en la forma de contactos especializados en áreas que los complementarían. Estos contactos han sido de gran utilidad porque han pasado de la exploración a la explotación de los conocimientos para el desarrollo de productos propios. Además, la consultoría externa que ha recibido MI les ha apoyado a proporcionar valor agregado a sus clientes porque nuevos conocimientos e innovación se incrusta en máquinas automatizadas y equipos de pruebas.

Posteriormente desarrollaron Visión, un sistema de inspección y visión, con una tecnología producto de la colaboración de I+D+i y los consultores externos. Este producto permitió sustituir la compra de sistemas de visión a terceros, que eran costosos y limitados en capacidades. Además, Visión se instala en las máquinas que fabrica MI para sus clientes como un valor agregado.

Un cuarto producto que desarrollaron fue un Dispensador Inteligente de Medicamentos (DIM), este surgió de la necesidad que observaron en una planta maquiladora de dispositivos médicos, en Johnson & Johnson. Se observó que los operadores dejaban las líneas de producción para ir al médico cuando solo requerían un analgésico para dolor de cabeza o un antiácido, lo que implicaba tiempos muertos y costos.

Se hizo un estudio estadístico de tiempos y movimientos dentro de Johnson & Johnson, se calcularon los costos de esos tiempos relacionados con la afectación a la línea de producción, los cuales resultaron considerablemente altos para la empresa. Se procedió a desarrollar un dispensador automático, un símil de un dispensador bancario de billetes, se escaneaba el gafete del empleado, quien interactuaba con el empleado a través de una pantalla táctil y con comandos se solicitaba el medicamento y le hacía entrega.

En la segunda versión del DIM, este se hizo “inteligente” porque tenía el plano de distribución de la nave industrial para ubicar las zonas de producción donde se solicitaban determinados medicamentos, hacia análisis y reportes, por ejemplo: si en un área había personas que estaban presentando dolor de cabeza, hacia un reporte y lo envía al gerente/supervisor de producción, para que vieran que lo ocasionaba, y controlar la situación; o si se enfermaban del estómago, se enviaba un reporte a cocina, y; si la gente se estaban resfriando, se enviaba el reporte a mantenimiento para que controlaran la temperatura.

El DIM continúa evolucionando, se le han agregado módulos para hacer medir la presión arterial, análisis de la visión, audiometría, báscula, entre otros. Con la información que procesa puede hacer perfiles de salud de los trabajadores y generar reportes. El DIM puede identificar cuando el operador es reincidente y le tramita una cita con el médico. En el desarrollo del dispensador participaron médicos de Johnson & Johnson que asesoraron con los perfiles de salud y los parámetros técnicos.

Con la comercialización del DIM recuperó la inversión y obtuvo utilidad, debido a que se vendieron varios de ellos a Johnson & Johnson y a otras maquiladoras, las cuales obtuvieron beneficios porque mejoraron la atención médica del personal a través de los perfiles de salud y disminuyeron sus tiempos muertos.

Para incursionar en proyectos de innovación con mayor contenido tecnológico, MI tuvo que realizar actividades de I+D+i, interna y externa, contratar 5 ingenieros en diferentes áreas

del conocimiento, asistir a foros de ingeniería aplicada en el extranjero, y realizar estancias en Silicon Valley para generar ideas y contactos.

El resultado de estas actividades fue el desarrollo de una impresora 3D en 2011, sobre la cual se tienen los derechos de propiedad, y se comercializó a plantas de manufactura en Ciudad Juárez.

Pero cuando quisimos comercializar la impresora 3D, haciéndola asequible para hogares, y producirla en volumen, buscamos inversionistas, tocamos puertas con gobierno y empresarios locales, y no pudimos conseguir el respaldo financiero para hacerlo. (Ing. Javier Acosta, entrevista, 2017)

Traceability se desarrolló en el 2016 y surgió como una necesidad de la industria maquiladora para disminuir los problemas ocasionados por la rotación laboral y los niveles de ausentismo de los operadores. Funciona con inteligencia artificial y consiste en un módulo que se instala en los camiones de la empresa; cuando aborda el trabajador al autobús se escanea la tarjeta o algún biométrico, incluso puede ser reconocimiento facial, posteriormente esta información se sube a la nube (Cloud), se corre un algoritmo de inteligencia artificial para que el sistema redirija a los trabajadores a las áreas de producción de la empresa, tomando en cuenta sus entrenamientos, habilidades y conocimientos. Traceability aprende sobre el comportamiento de los trabajadores, por lo que, si se ausenta un trabajador, se realiza el balanceo de líneas de producción desde antes que inicie el turno.

Para el desarrollo de Traceability se buscó la colaboración de un investigador que está en Holanda y que trabaja para Amazon, quien apoyó con los algoritmos de inteligencia artificial, y también un ex-empleado se le subcontrató mientras hacía su doctorado en Francia. Traceability se vendió a 3 maquiladoras de varios miles de empleados, una de ellas Johnson & Johnson en Ciudad Juárez.

Un proyecto en marcha es desarrollo de un robot propio, el cual sería capaz de realizar una amplia variedad de funciones en la industria maquiladora. El desarrollo presenta un avance del 80% en la mitad del tiempo estipulado y se han aplicado el 56% del presupuesto. Lo anterior apunta a que MI se ha vuelto más eficiente en el desarrollo de proyectos tecnológicos.

Actualmente un operador cuesta 9,500 dólares al año, el robot tendría un costo muy similar al costo anual por operador, pero la empresa solo desembolsaría una sola vez esa cantidad, con la ventaja que el robot operaría con una alta precisión, eficiencia, y sumaría otros ahorros a la empresa. Además, este robot se puede adaptar para lo que sea, cualquier función en la línea de producción. (Ing. Javier Acosta, entrevista, 2017)

Este robot está más orientado para ambientes de la industria médica y tiene integrado desarrollos anteriores de MI, como Vizion y Traceability.

Te confieso que vivimos muy al límite, estamos arriesgando todo, metemos mucha inversión en estos proyectos, hay riesgos y mucha incertidumbre. Tenemos dos trabajos: el que nos da de comer, que son las máquinas y los servicios de automatización para nuestros clientes ya estables, y todos estos proyectos tecnológicos e innovación que desarrollamos. (Ing. Javier Acosta, entrevista, 2017)

Vinculación

MI ha tenido múltiples experiencias de vinculación para el desarrollo tecnológico e innovación, principalmente con investigadores de universidades, locales y extranjeras, entre las que se encuentran los vínculos formados con investigadores de la Universidad de Texas en El Paso, donde obtuvieron asesoría tecnológica y apoyos para presentar propuestas de proyectos tecnológicos para concursar en convocatorias de fondos públicos, específicamente para elaborar las secciones de finanzas, marketing e ingeniería.

El equipo de ingenieros de MI asiste regularmente a las disertaciones doctorales de ingeniería de la UTEP para enterarse de las investigaciones que desarrollan, principalmente en matemáticas para algoritmos, inteligencia artificial y materiales. Con UTEP han creado vínculos estables que han repercutido en los desarrollos de la impresora 3D y Vizion, este último incorporaba algoritmos de *machine learning*.

MI ha establecido contactos con la Universidad Autónoma de Chihuahua, y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Solo se colabora con programa de prácticas profesionales de estudiantes de ingeniería, pero no ha logrado vincularse con investigadores de estas universidades.

Con respecto a buscar apoyos en el CONACYT, el empresario comenta que presentaron una solicitud en 2011, pero que los recursos estaban condicionados para que se aplicaran en áreas que no necesitaba MI. Además, solo el 20% de los recursos iban a estar disponibles en efectivo, el resto en forma asesorías y capacitaciones, lo cual para la MI no era atractivo, que era un monto muy pequeño después de impuestos. A partir de esa experiencia no volvieron a participar en convocatorias del CONACYT.

En las convocatorias por fondos gubernamentales existe mucha corrupción, y la verdad nosotros siempre hemos trabajado con una bandera anticorrupción, y creemos que cuando la corrupción llega a tu empresa, la creatividad y la innovación se van. (Ing. Javier Acosta, entrevista, 2017)

A nivel local y estatal, han establecido contactos con la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC) y con la Secretaría de Economía, pero sin que se haya concretado ningún proyecto.

Con ellos fue mucho el tiempo que perdimos, porque piden muchos requisitos, llenado de formas, mucho trabajo en papel que elaborar y documentar, y al final siempre encuentran detalles por los cuales no apoyan. Fue una mala experiencia, muy burocrática. (Ing. Javier Acosta, entrevista, 2017)

En general, para MI le ha sido relativamente más fácil vincularse con instituciones y organizaciones en Estados Unidos que en México. Por ejemplo, además de los contactos que han establecido en Silicon Valley, en el 2017 ganaron un concurso, era una competencia en Las Cruces New Mexico, en el cual habían inscrito a su producto Traceability, el premio consistió en el patrocinio de un espacio (*booth*) en el evento de tecnología Southwest by Soft, que costaba 40,000 USD.

Además, cada año asisten a eventos como Automate en Chicago, el evento de robótica y automatización más importante en Estados Unidos, y al International CES en Las Vegas, que es el evento de tecnología más grande a nivel mundial, esto lo hacen con recursos propios, para observar las tendencias tecnológicas, establecer contactos y posibles alianzas.

El caso de Mecatrónica Industrial aportó aspectos muy interesantes a esta investigación, particularmente sobre innovaciones de productos, desde que esta empresa es de las más

innovadoras en términos de desarrollo de productos propios tanto para incorporarlos en desarrollos tecnológicos a solicitud de sus clientes de la industria de dispositivos médicos como para la comercialización en mercados especializados. Se trata de una empresa que proporciona soluciones tecnológicas complejas a sus clientes, para lo cual realiza inversiones importantes en la adquisición de conocimiento, principalmente a través de fuentes externas. Un aspecto a destacar es el gasto creciente en I+D+i, y que no han accedido a fondos públicos, para el desarrollo de productos propios. Además, el participar como proveedor de la industria de dispositivos médicos ha hecho que sea la empresa que más ha incursionado en la llamada industria 4.0 de los cuatro casos que se presentan.

5.3. Casos de Pymes tecnológicas mexicanas en la zona metropolitana de Tijuana

5.3.1. KTL Manufacturing

Introducción

KTL Manufacturing S.A. de C.V. (KTL)⁷¹ es una empresa de manufactura especializada en diseño y fabricación de piezas metálicas de alta precisión para la industria aeroespacial, electrónica, dispositivos médicos, marítima, y automotriz, fundada en 1999 por el Sr. Joaquín Martínez en Tijuana, Baja California. KTL ofrece diseño asistido por computadora para fabricación de transportadores (*conveyors*), automatización de procesos, archivos de refacciones especiales para maquinado de metales y plásticos, prototipos, fabricación de refacciones a consignación, sub-ensamble, y acuerdos de mantenimiento, reparación y operación (*MRO agreements*).

Actualmente tiene 19 empleados, de los cuales 3 son ingenieros, 7 técnicos y el resto se divide entre operadores y personal administrativo⁷². Entre sus principales clientes están Autoliv

⁷¹ Entrevista realizada a Joaquín Martínez, director general de KTL Manufacturing S.A. de C.V., por Óscar Contreras y Maciel García, en Tijuana, Baja California, el 24 de octubre de 2017.

⁷² Granstrand (1998:487) define como Nueva Empresa de Base Tecnológica NEBT o NTBF por sus siglas en inglés (New Technology-Based Firm) como “aquellas empresas enfocadas en la tecnología como parte de los recursos generales de la empresa, fuertemente vinculada al cambio de artefactos técnicos y de productos con atributos técnicos físicamente medibles, y que no tenga más de 25 años de haberse fundando”, en este sentido KTL puede considerarse como una NEBT, porque produce piezas de alta precisión técnica para empresas en sectores de alta tecnología.

Safety Technologies (automotriz), Celis (industria médica), y Ricoh, anteriormente Kodak (electrónica), entre otros.

Cuentan con máquinas para fabricación de piezas de precisión, soldadura industrial y ensamble de fisturas, para prototipos y fabricación por lotes, tales como máquinas CNC con 4 ejes, torno CNC, y soldadura TIG (gas tungsteno inerte) y MIG (a gas y arco metálico). Además, cuenta con certificación de calidad ISO 9001-2008.

Perfil del empresario

El Sr. Joaquín Martínez, fundador y director general de KTL Manufacturing S.A. de C.V., nació en Guadalajara, Jalisco, y tiene 48 años. Realizó estudios de tecnólogo profesional mecánico en máquinas y herramientas en el Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI-Colomos) en Guadalajara. Al graduarse, en 1989, consiguió su primer trabajo formal en Envases Jalisco, en el área de taller mecánico, donde realizaba funciones como aparatista, tornero y fresador.

En 1990 se mudó a la ciudad de Tijuana en busca de mejores oportunidades laborales y para continuar con sus estudios. Ingresó al Instituto Tecnológico de Tijuana (ITT) en 1991, en la carrera de Ingeniería Electromecánica, donde cursó 4 semestres. Y entre los años 2005-2010 realizó varios diplomados, entre ellos gestión de negocios, finanzas, ventas, entre otros en el CETYS Universidad campus Tijuana.

En Tijuana, su primer empleo fue en Autoliv Safety Technologies, una empresa sueca del sector automotriz, donde participó en proyectos de desarrollo de máquinas, mejora de procesos de mejora y proyectos de automatización.

En 1992, ingresó a King Speaker Company (KSC), una empresa de electrónica, sus funciones consistían en diseñar y fabricar máquinas, realizar integraciones y pequeñas automatizaciones. Joaquín era el encargado de buscar los proveedores que fabricaran las piezas que requería KSC, por lo que tuvo acceso a conocimientos relacionados con costos de producción de piezas metálicas, y a una red de propietarios de talleres de metal-mecánica de Tijuana. Estos conocimientos le permitieron evaluar los diferenciales de precios que cobraban los proveedores locales a las empresas maquiladoras, y vio una oportunidad de negocio.

Kodak fue su tercer empleo en Tijuana, como responsable de metrología e inspección en el área de producción. En Kodak Tijuana se fabricaban copadoras e impresoras de gran tamaño. En esta empresa Joaquín llegó a estar en el tabulador como ingeniero junior aun sin terminar la carrera, por lo que la posibilidad de seguir creciendo en sueldo y puesto se truncaba, a pesar de contar con conocimientos y experiencia en la fabricación de máquinas y herramientas, no podía seguir avanzando pues se requería el título de ingeniero.

Origen de la empresa

En 1999, Joaquín sabía que Kodak se iba a vender, pues el negocio de las copadoras iba en descenso y Xerox era un fuerte competidor, por lo que se quedaría sin trabajo; en esa coyuntura es que decide “yo quiero tener mi propio taller, aquí no me están pagando lo que yo sé que puedo ganar afuera por mi cuenta; ¡ya estuvo me salgo!”.

Me registré en Hacienda...yo ya tenía una máquina de soldar, y tenía conocidos como proveedores y amistades que me apoyaría con el torno o la fresadora, se las podría rentar o mandarles hacer el trabajo; yo hacía el dibujo y se los mandaba. Pero mi intención era comprar un torno y luego de ahí la fresadora. (Joaquín Martínez, entrevista, 2017)

Primero se asoció con una familiar, compraron herramientas de segunda mano y subcontrataban la fabricación en talleres que tenían torno y fresadora. Esta sociedad duro solo un mes, no funcionó y terminó disolviéndose. Joaquín perdió dinero y tuvo que salirse con sus herramientas.

En ese momento, un amigo invita a Joaquín a que se instale con sus herramientas en su taller. El amigo tenía un torno que Joaquín podía utilizar por la tarde y noche. Así trabajó por 8 meses, y con esos ingresos pudo comprar una máquina y rentar una pequeña bodega en el año 2000.

Entre 2001 y 2005 experimentó un crecimiento considerable, logró adquirir maquinaria de segunda mano, un torno, una fresadora y diversas herramientas. Además, rentó un espacio de 500 m² donde instaló su taller.

Desde el inicio de su negocio, Joaquín ha sido proveedor de sus antiguos empleadores, uno de ellos Autoliv Safety Technologies, empresa que le ha encargado mucho trabajo a realizar. Esta relación inició por un problema emergente en proveeduría de piezas en Autoliv, por lo que contactaron a Joaquín para que tomara el encargo, y este lo realizó en 4 días, porque conocía las máquinas, a partir de ahí se quedó como proveedor. Así mismo, Autoliv le solicitaba que resolviera problemas relacionados con la operación de máquinas difíciles de reparar y que otros proveedores no querían atender o no le encontraban solución.

Kodak se había transformado en Ikon Baja (posteriormente se vendió a Ricoh), pero había conservado la misma operación, la cual conocía muy bien; Joaquín tocó puertas, realizó propuestas de proveeduría y se convirtió en proveedor de Ikon Baja.

Con Ikon Baja tuvo mucho trabajo, básicamente fabricaba piezas de precisión como tornillos y tuercas especiales para algunas máquinas específicas, ya sea que tienen un barrido o una graseras especial, o para baleros, piezas elaboradas con latón o plástico, entre otros. Además, para Ikon Baja realizó mejoras tecnológicas en las bisagras de los alimentadores de las copadoras, lo que repercutió en reducciones de costos de la empresa. Para realizar estas mejoras tecnológicas busco la asesoría de profesores del CONALEP, quienes realizaron mediciones de elasticidad y resorte.

A partir del 2006, KTL comienza a acumular capacidades de producción y contrata ingenieros y técnicos. Además, adquiere máquinas entre ellas un CNC Lathe, con capacidad de gran diámetro y multifunciones, y un CNC de 4 ejes. Además de la fabricación de piezas de precisión, oferta servicios de pruebas y medición, procesos de post-producción como pintura, anodizado y chapado, ensamble y entrega de productos terminados. En 2014 obtuvo la certificación de calidad ISO 9001-2008.

Con algunos clientes, como Autoliv, realizó proyectos de automatización, pero como no era su fuerte la programación PLC y el diseño eléctrico, esto lo subcontrataba a otros talleres con esas capacidades, para posteriormente integrar en KTL y vender al cliente.

De 2005 a 2013 KTL realizó pequeños proyectos de automatización y robots, sin embargo, ha reducido significativamente la oferta de servicios de automatización, en los que colaboraba con empresas integradoras, para enfocarse en la manufactura de piezas de precisión, área en la que no busca producir altos volúmenes sino que su interés está en fabricar piezas de mayor valor agregado que sean componentes de productos terminados de las grandes empresas, es decir, participar como proveedor directo, principalmente en las industrias de dispositivos médicos y aeroespacial. Actualmente un 95% de los ingresos de KTL provienen de la proveeduría a grandes empresas.

Transferencia de conocimiento e innovación

Durante los 18 años que tiene en el mercado KTL ha desarrollado proyectos de innovación tanto para clientes como en productos propios. Cabe destacar que el crecimiento de KTL hasta el 2003 fue modesto y que estaba constituido como persona física. Uno de los principales retos de KTL ha sido absorber conocimiento en la forma de contracciones de personal con habilidades específicas para el desarrollo de proyectos tecnológicos, como es el caso de ingenieros con habilidades específicas.

Me costó trabajo encontrar a un ingeniero, porque yo no comprendía esa parte de atraer talento, en este caso requería un ingeniero para automatización, yo necesitaba contratar ingenieros integradores, que conozcan de control, que programen PLC, que hagan diseño mecánico, que propongan soluciones. (Joaquín Martínez, entrevista, 2017)

KTL ha transitado por dos fases, una cuando empezó a realizar proyectos de automatización y otra cuando decidió solo realizar maquinados de piezas de precisión. Para la primera fase requirió los servicios de una agencia especializada para atraer talento, porque “hacerse de una persona con estas habilidades toma mucho tiempo y es costoso”. Posteriormente, KTL transitó a una etapa en la que solo produce piezas de precisión, porque los proyectos de automatización los realizaba en coordinación con empresas integradoras.

Nosotros hacíamos los maquinados de piezas, mientras que los integradores realizaban el diseño de software, eléctrico y mecánico; esto llegó a ser problemático. En estos convenios con integradores el trabajo no era muy frecuente, esporádicamente llegaban contratos para hacer 3 o 4 máquinas, que requieren tiempo y nosotros somos quienes financian a las empresas grandes. Por lo que decidimos dedicarnos a la manufactura de piezas de precisión, donde nos pueden

encargar hasta 2000 piezas una empresa, y esto genera un flujo continuo de efectivo. (Joaquín Martínez, entrevista, 2017)

Un proyecto importante de automatización fue el que desarrollaron para SONY, que obtuvieron mediante concurso, con restricciones técnicas y presupuestales impuestas por la multinacional. Para KTL fue un gran reto y para ganarlo realizaron una alianza con otra empresa local que tenía capacidades que KTL no tenía, y de ese modo obtuvieron el contrato para fabricar 30 máquinas que ofrecían una solución tecnológica a SONY.

Estas máquinas de inspección con scanner detectaban componentes faltantes en las tarjetas electrónicas y las sorteaba antes de su inserción automática. Porque hay componentes como arcos y resistencias, que al pasar por la soldadora por ola se generara vibración y se llegaban a caer. (Joaquín Martínez, entrevista, 2017)

Para Autoliv también desarrollaron proyectos de automatización, principalmente en el diseño y solo cuando era baja la producción de robots, pero cuando les requerían un mayor volumen, KTL se lo pasaba a otros talleres de automatización.

KTL desarrolló el diseño y prototipo de un producto propio, se trata de un Convertidor Solar (CS) en colaboración con un investigador del CICESE. El CS genera vapor que puede ser transformado en electricidad y podría utilizarse en la industria, reduciendo sus costos en energía. Para desarrollar este proyecto se presentó en convocatoria ante el Fondo Mixto del CONACYT y el Estado de Baja California; el FOMIX aportaría un 50% y KTL otro 50%, durante un período de 2 años y la inversión total ascendía a los 4 millones de pesos. No obtuvieron el apoyo del fondo mixto.

Nos dijeron, las calificaciones están bien de los 3 jueces, hay que hacer algunas unas correcciones, las cuales hicimos, pero al final nos dijeron que no, porque preferían ayudar a 4 empresas con 500 mil pesos que a una empresa con 2 millones. Por esos días sale una nota en el periódico que dice que unas empresas asociadas al Gobierno el Estado de Baja California obtienen fondos mixtos, y eso me desanimó y me digo ¿por qué voy a estar legitimando el concurso de alguien más?, mejor no le entro. Y ahí está atorado el convertidor solar. (Joaquín Martínez, entrevista, 2017)

KTL solicitó un crédito al ayuntamiento de Tijuana para poder certificarse, le apoyaron, y en el 2014 obtuvo su certificación en calidad ISO 9001-2008, la cual le ha beneficiado porque

ha incursionado como proveedor de clientes en sectores muy sensibles, como la industria médica y aeroespacial, para realizar manufactura de precisión.

Vinculación

KTL actualmente es miembro de DEITAC, CANACINTRA, COPARMEX y del Clúster Baja Aerospace. Estos organismos empresariales los han apoyado principalmente a través de redes y contactos para proveer a empresas del sector metal mecánico.

Con Baja Aerospace han tenido buenas experiencias; les apoyó para asistir a un evento de la industria aeroespacial en Francia, donde si bien no consiguió ningún cliente, fue formativo y le dio a KTL un acercamiento sobre los requerimientos actuales y futuros de esta industria. El presidente del clúster incluso le ha apoyado con asesorías sobre el proceso de cotizaciones con clientes de la industria aeroespacial.

Respecto a Coparmex y Canacindra, yo creo que se han quedado muy atrás, los dos más o menos ofrecen lo mismo, si necesitas alguna representación pues los contratas, creo que tienen una oficina del SAT, pero hasta ahí. Canacindra me ofreció un poquito más de servicios cuando estaba el presidente anterior, pero fuera de eso no me buscó. Incluso en un tiempo Canacindra buscaba proveedores de automatización, y yo buscaba clientes para proveerles, y no nos buscó, ni a KTL ni a ninguno de los 15 talleres localizados en esta zona, donde hay uno en cada cuadra, hay un montón de tallercitos que hacen pequeñas automatizaciones, que es lo que yo hacía antes. (Joaquín Martínez, entrevista, 2017)

Desarrollo Económico e Industrial de Tijuana A.C. (DEITAC) así como BajaAerospace han realizado diagnósticos para identificar a empresas con potencial de proveer empresas en cadenas de mayor valor agregado. Estos organismos han visitado a KTL para ofrecerles encuentros con potenciales clientes, no solo le brindan servicios de representación, sino que llevan clientes y proporcionan *coaching* para que pueda establecer relaciones con los clientes.

Finalmente, KTL desde hace varios años tiene un programa de vinculación formal con el Instituto Tecnológico de Tijuana y con el CONALEP para que los alumnos realicen sus prácticas profesionales en la empresa. Los estudiantes pueden practicar y operar las máquinas de la empresa, semanalmente tienen alguna sesión en el taller donde se les dan cursos acerca de diseño y maquinados de precisión, y se les brinda apoyo para su transportación y alimentación.

Varios alumnos al concluir su programa de prácticas profesionales se han quedado a trabajar en KTL.

KTL Manufacturing es un Spinoffs, que puede considerarse como empresa de base tecnológica, desde que está orientada principalmente a la manufactura de piezas complejas. Esta empresa se formó por reestructuración de la multinacional para la que trabajaba su fundador, en un contexto de recursos muy limitados en el arranque e instalación, por lo que se apoyó en redes socio-profesionales para conseguir contratos con EMN y así producir volúmenes de trabajo que fueran rentables para KTL. Esta empresa muestra un crecimiento importante durante la década del 2000, se involucra en el desarrollo de productos propios como el convertidos solar y en servicios de automatización para importantes firmas multinacionales. Sin embargo, a partir del 2014, KTL ha optado por una estrategia de repliegue en su oferta hacia maquinados de piezas de precisión, abandonando los servicios de automatización y el desarrollo de productos propios, se podría considerar un *downgrading* de producto. En parte este repliegue se debe a la fuerte competencia por parte de talleres de automatización y a restricciones en las capacidades tecnológicas de la empresa.

5.3.2. Avantti Medi Clear

Introducción

La empresa Avantti Medi Clear (AMC) ofrece servicios de radiación ionizante con acelerador lineal de electrones (E-Beam), servicios de dosimetría, mapeo de dosis, validación de dosis y análisis de datos para la industria de dispositivos médicos. Así mismo, a petición del cliente lo requiere, AMC puede proveer pruebas microbiológicas, en colaboración con Texas A&M University y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

En 2012 inició el proyecto de inversión para crear la empresa en la ciudad de Tijuana por iniciativa de un grupo de empresarios mexicanos liderados por el Ing. Fernando Luna⁷³.

⁷³ Entrevista realizada al Ing. Fernando Luna, director general de Avantti Medi Clear S.A. de C.V., por Óscar Contreras y Maciel García, en Tijuana, Baja California, el 24 de octubre de 2017.

Actualmente, AMC está conformada por 8 empleados, y se espera que llegue a un máximo de 18 en el futuro. De los 8 empleados actuales, 3 cuentan con nivel de maestría y uno con grado de doctor, especializados en física e ingenierías. Además, AMC cuenta con consultores externos altamente especializados, principalmente de Texas A&M University, UABC y personal de Mevex, la empresa canadiense que fabricó el E-Beam⁷⁴.

AMC tiene la capacidad para asegurar dosis de irradiación de electrones, bajo especificaciones del cliente, para esterilizar⁷⁵ productos médicos como pipetas, tubos para centrifugación, jeringas, catéteres, bolsas de control urinario, bolsas para transfusión de sangre, guantes de látex, envases para muestras biológicas, equipo de intravenosas, tubos endotraqueales, entre otros. Los servicios que provee AMC se desarrollan bajo un sistema de Justo a Tiempo (JIT) y con esquemas flexibles que permiten aumentar la eficiencia en algunos procesos de la cadena de suministros de dispositivos médicos, al tiempo que reducen costos de transportación, inventarios y distribución.

La principal tecnología de AMC es el E-Beam, la cual utiliza electrones de alta energía para destruir los ácidos nucleicos de contaminantes microbianos presentes en los dispositivos médicos y empaques. El E-Beam utiliza electricidad comercial para encender un acelerador lineal (Lineacs) que genera los electrones que rompen las estructuras ADN. La irradiación por E-Beam se puede ajustar para lograr una reducción definida para cualquier nivel de contaminación microbiana y para aplicarse a diversos dispositivos médicos, bajo las especificaciones químicas y físicas de los productos.

⁷⁴Muller y Doloreux (2009:65) definen la Empresa de Servicios Intensiva en Conocimiento (ESIC) como “empresas de servicios que son caracterizadas por una alta intensidad de conocimientos, proveen servicios a otras empresas y organizaciones que son predominantemente no-rutinarios, y en las que una tercera parte de sus empleados tienen educación superior relacionada con la tecnología”, en este sentido Avantti Medi Clear, por la cantidad de empleados con educación superior (50% con posgrado) y por brindar servicios tecnológicos altamente especializados a sus clientes, puede ser considerada como una ESIC o KIBS por sus siglas en inglés (*Knowledge-Intensive Business Services*).

⁷⁵ El Ing. Luna explicó que AMC puede garantizar, bajo expedición de un certificado técnico, que se ha aplicado la dosis de irradiación por electrones que un producto requiere para considerarse estéril o libre de patógenos, bajo las especificaciones requeridas por el cliente, pero que no garantiza la esterilidad mismo.

El E-Beam⁷⁶ fue desarrollado por Mevex, una empresa canadiense que construye aceleradores de partículas. Se construyó bajo pedido de AMC y tomó 24 meses. Además, Mevex brinda servicios a AMC de monitoreo remoto sobre el funcionamiento del acelerador.

Para alojar el E-Beam se construyó un búnker especial, el cual demandó una gran cantidad de recursos financieros, especificaciones técnicas, y permisos, en especial por parte de la CNSNS⁷⁷. El búnker fue construido por una empresa local bajo las especificaciones del proveedor del E-Beam. Se requirieron 15 meses, 6 en trámite de permisos y 9 meses en construcción, esto se realizó a la par de la fabricación del E-Beam en Canadá. Posteriormente, la instalación y puesta en marcha del E-Beam tomó otros 6 meses.

Las instalaciones de AMC cuentan con 2,900 m², ahí se localizan el búnker que alberga el E-Beam, el transportador⁷⁸ (*conveyor*) que recorre internamente el búnker, una planta eléctrica que suministra 10 Mev (20 Kilowatts) al acelerador lineal, un laboratorio de pruebas especializado en dosimetría, área de embarque y, un área de oficinas administrativas. La construcción de las instalaciones se realizó en 4 años. AMC tiene la capacidad para procesar 75,000 *pallets* anualmente, pero se puede duplicar realizando inversiones adicionales para incrementar la energía que utiliza el E-Beam, el cual está diseñado para ser escalable.

AMC cuenta con dos certificaciones que exige la industria médica: ISO 13485 que corresponde al sector de productos médicos e ISO 11137 que corresponde a dosimetría. Esta última se obtuvo porque a los clientes se les asegura que los productos se procesan con la dosis

⁷⁶ Otras tecnologías de esterilización utilizadas en la industria de productos médicos son el Óxido de Etileno (EtO) y Radiación Gamma con Cobalto-60. La irradiación ionizante por E-Beam tiene las siguientes ventajas sobre las otras tecnologías porque: tiene como insumo a la electricidad; la mayoría de los dispositivos médicos son compatibles con E-Beam; el procesamiento del producto toma minutos; el proceso se puede personalizar según las necesidades del cliente; es una tecnología probada y aplicada mundialmente, y; es tecnología de encendido-apagado.

⁷⁷ La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía de México. Tiene como objetivo asegurar y vigilar el cumplimiento de las normas de seguridad en materia nuclear, radiológica, física y de salvaguardias, en instalaciones donde se involucre el uso de materiales radiactivos, fuentes de radiación ionizante (salvo los Rayos X de diagnóstico que competen a la Secretaría de Salud), y combustibles y materiales nucleares.

⁷⁸ Es una banda transportadora que introduce las cajas con el producto médico dentro del búnker. Al igual que el E-Beam, fue fabricado por una empresa extranjera en España, lo cual aumentó considerablemente la inversión debido a costos de fabricación, importación e instalación.

de irradiación ionizante especificada, pero no se les asegura esterilidad de los productos, porque esta última es responsabilidad de los clientes no de AMC. Por lo que se trabaja en conjunto con el cliente para que proporcione la dosis adecuada y los productos sean estériles, pero el cliente debe asegurar esto a lo largo de la cadena de valor, hasta el consumidor final en clínicas y hospitales. Adicionalmente, los empleados de AMC reciben formación continua y algunas certificaciones en sitio y en el extranjero en áreas como seguridad radiológica y dosimetría.

Perfil del empresario

El Ing. Fernando Luna Arena, socio fundador y director general de Avanti Medi Clear, es originario de la Ciudad de México y tiene 46 años. Es ingeniero químico con una especialidad en biotecnología por la Universidad Iberoamericana (1989-1994) y cursó una maestría en administración de empresas (MBA) en el Instituto de Empresas en Madrid (1999-2001).

Durante sus estudios de ingeniería participó en la formación del subsistema de biotecnología de la universidad, conformado por alumnos, profesores y laboratorios, y se comenzó a realizar investigación en biotecnología. Eventualmente esto se convirtió en el centro de investigación en biotecnología de la universidad.

El primer empleo formal del Ing. Luna fue previo a graduarse en Procter & Gamble (P&G) de México, ahí estuvo en el departamento de nuevos productos por 2.5 años. El Ing. Luna era responsable de las pruebas de laboratorio, la adecuación del producto a los gustos de los consumidores, poner en marcha la planta piloto, producción en masa y llevarlo al mercado. Estas funciones requerían que se aplicarán conocimientos de marketing, finanzas, manufactura e ingeniería para todas las fases, desde las pruebas hasta el lanzamiento del producto. Participó en varios proyectos de introducción de productos tanto en México como en Latinoamérica.

Entre los principales aprendizajes en P&G están la aplicación del marketing para el desarrollo de productos, experiencia en laboratorios de pruebas y producción en masa del producto. Esto ocurrió entre 1992 y 1994.

El Ing. Luna renunció a P&G cuando se presentó una situación familiar que requirió que se hiciera cargo de un grupo de empresas familiares localizadas en la Ciudad de México, con un total de 80 empleados, por un período de 1.5 años. Las empresas estaban orientadas a la distribución de metales como aluminio, cobre y latón, así como a la fabricación de aislamiento térmico como cámaras refrigeradas. Ahí estuvo con gerente administrativo hasta finales de 1995.

Su tercer empleo formal fue en Banco Internacional (BITAL). El Ing. Luna decidió moverse al sector financiero, porque estaba en crecimiento y le apasionaba este sector. Estuvo en banca corporativa por 4 años.

Fue en plena crisis financiera, una época donde no había liquidez en las empresas, y había que hacer reestructuraciones, tomar garantías y crear fidecomisos; aprendí mucho porque eran muchos retos para la banca, había mucho que hacer, ahí si nos soltaban las carteras, tratar directamente con los dueños y los directores de finanzas para hacer estos trabajos. Aprendí mucho porque me gustaban las finanzas; en mi trayectoria me dediqué por 18 años a estas. (Ing. Fernando Luna, entrevista, 2017)

En 1999 solicitó hacer un MBA en Madrid y BITAL le apoyó becándolo por dos años. En la maestría se enfocó en áreas de emprendimiento, finanzas y marketing.

Durante sus estudios en España y en plena burbuja de las empresas de internet (*dot-com*), lo contrató una empresa española incubadora de empresas de internet, por lo que regresó a México por un período de 3 meses para establecer empresas; reclutar personal, establecerse legal y fiscalmente. Fungió como director de desarrollo de negocios en estas empresas *dot-com* por ese período, pero como aun no concluía su maestría se regresó a España.

En 2001, después de terminar la maestría regresó a México, como parte del compromiso adquirido con BITAL. Fue subdirector de la banca empresarial, de negocios y empresarios por 2 años. En ese tiempo BITAL fue adquirido por HSBC, un banco inglés, y trabajó 5 años más, también como director de banca empresarial para la mitad de la zona metropolitana de la Ciudad de México, enfocado a empresas medianas y grandes.

En 2007, se presenta la oportunidad de emplearse en *Société Generale*, un banco francés, en su oficina de presentación para México y Latinoamérica, en el área de *commodities* y derivados financieros. Ahí estuvo por casi 5 años, hasta el 2012.

Durante su último empleo, emprendió, como socio capitalista, una empresa dedicada a la distribución e instalación de micro-inversores para generar energía en paneles solares.

Un amigo, que tiene maestrías en Estados Unidos, una en el MIT, y que trabajó en San Diego California para Qualcomm como vicepresidente de desarrollo de negocios, se encontró con una tecnología de micro-inversores y tanques solares, y decidió emprender ese negocio en México. Se comunicó conmigo para iniciar esta empresa porque había mucho mercado potencial, nos gustó la idea y la tecnología, y creamos una empresa para traer esa tecnología para generar energía en los paneles solares, con un enfoque residencial y para pequeñas naves industriales. (Ing. Fernando Luna, entrevista, 2017)

La empresa importaba la tecnología y actuaba como distribuidor en México, desarrollábamos proyectos de tecnificación e instalaciones. Las oficinas estaban en la Ciudad de México y la idea era crecer hacia otras ciudades, pero cambiaron las condiciones del mercado en porque el gobierno mexicano retiró los subsidios para energía solar, lo cual frenó los planes de expansión y se perdió la ventaja competitiva de la empresa.

En 2012 el Ing. Luna decide enfocarse completamente en el desarrollo de la empresa Avanti Medi Clear; inició acercamientos con inversionistas, universidades y fondos de gobierno, y en 2013 se mudó a Tijuana.

Origen de la empresa:

La idea de negocio de Avanti Medi Clear surgió a través de un contacto del Ing. Luna, una persona residente en Houston, Texas, que tiene fuerte lazos con la junta de gobierno y ex-alumnos de la Texas A&M University. Esta universidad tiene un departamento de I+D muy fuerte y uno de los desarrollos tecnológicos es un acelerador lineal de partículas (E-Beam), el cual tiene múltiples usos, uno de ellos es la irradiación ionizante aplicada a productos médicos para procesos de esterilización.

El E-Beam no solo es para esterilizar productos médicos, sino que se pueden irradiar vegetales, carnes, mariscos, chile polvo, canela, clavo, y otros productos. Además, se pueden fabricar plásticos a través de un proceso llamado reticulación o *crosslinking*. Los plásticos tienen estructuras moleculares fuertes, pero se pueden irradiar y romper, para volverlas a unir en forma cruzada, lo que tiende a mejorar sus propiedades mecánicas y térmicas. Estos plásticos mejorados se utilizan en las industrias aeroespacial y automotriz, porque son más livianos, sustituyen piezas metálicas y disminuyen costos. (Ing. Fernando Luna, entrevista, 2017)

Como Texas A&M University no podía ser inversionista en AMC, se estableció un convenio de colaboración para desarrollar el E-Beam con aplicaciones en el sector de productos médicos, y se buscó a la empresa canadiense Mevex⁷⁹, un proveedor reconocido de esta universidad. Mevex fabrica aceleradores de partículas lineales (Linacs); es una empresa joven, tiene 5 años, y cuenta con 60 empleados, de los cuales el 50% tienen doctorado en Física.

El siguiente paso fue encontrar la mejor localización para AMC, por lo que se realizó un diagnóstico de la industria de productos médicos, encontrando tres aspectos relevantes: 1) que Baja California es la región donde más se fabrican dispositivos médicos en Norteamérica; 2) que estos productos son de alto valor agregado, y; 3) que no existe una empresa local que brinde servicios de esterilización, lo que implica que las grandes empresas tengan que enviar a otros países sus productos para que sean irradiados, lo que implica mayores costos.

A partir de ese primer diagnóstico, un grupo de inversionistas mexicanos decidió establecer AMC para que brindara servicios de irradiación ionizante a la industria de productos médicos localizada en Tijuana. Desde el 2012 el Ing. Luna ha desarrollado el proyecto de AMC, procurado los recursos financieros y sobre todo ha buscado alianzas con empresas, clústeres, universidades e instituciones gubernamentales.

Para el estudio de mercado recibieron apoyos del gobierno de Baja California y del municipio de Tijuana. Así mismo AMC estrechó vínculos con el Clúster de Productos Médicos de las Californias para la realización del mismo. Posteriormente, se elaboró el plan maestro y se procedió a buscar inversionistas. De 2013 a 2017 se aplicaron inversiones para la construcción de la nave industrial, del búnker, para la compra del E-Beam, para dos certificaciones (ISO

⁷⁹ Más información en <http://mevex.com/>

13485/ISO 11137), la contratación y capacitación de personal, pruebas piloto, y la búsqueda de clientes.

Actualmente, AMC está en la etapa final de validación de sus certificaciones, cuenta con cartas de intención de compra de servicios por parte de algunos clientes grandes, y está en espera que iniciar operaciones en 2018, una vez que cuente con la última revisión de una certificación y pueda ofertar sus servicios a los clientes de la industria de productos médicos, siendo la primera empresa de su tipo en México y en Latinoamérica.

Transferencia de conocimiento e innovación

En los 5 años desde su creación AMC ha desarrollado capacidades tecnológicas y de producción a través de la absorción de conocimientos provenientes del exterior como Mevex, las certificadoras, las universidades como Texas A&M y UABC, y del Clúster de Productos Médicos de las Californias. Sin embargo, aún no ha desarrollado capacidades de innovación debido a que no ha iniciado operaciones con sus clientes, por lo que no ha tenido interacciones usuario-productor para la innovación de productos o servicios.

Vinculación

AMC estableció desde un inicio vínculos con los gobiernos local y estatal, quienes le apoyaron para la realización del estudio de mercado. Así mismo, estableció una estrecha colaboración con el Clúster de Productos Médicos de Baja California para la elaboración del plan maestro.

AMC ha obtenido dos apoyos gubernamentales, uno del Fondo Mixto (FOMIX) y uno del Fondo de Innovación, ambos gestionados por medio de la Secretaría de Desarrollo Económico de Baja California (SEDECO) y el CONACYT. Estos fondos se aplicaron para la adquirir una parte de la tecnología y para la adecuación del software que opera el E-Beam.

Adicionalmente, AMC formalizó vínculos con Texas A&M University y con el departamento de ingeniería de la UABC campus Tijuana, con esta última para participar en la convocatoria del FOMIX y para la contratación de ingenieros jóvenes.

Ellos me envían gente joven que requiero, para formarla y que tengan ese *expertise* y conocimiento, que no vengan viciados y con ceguera de taller. Como esta tecnología es nueva,

se requiere formar gente desde lo básico. Este tipo de plantas son atípicas porque no hay más de 70 en todo el mundo. (Ing. Fernando Luna, entrevista, 2017)

Un tercer financiamiento se obtuvo del Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM), a través de un fideicomiso administrado por Nacional Financiera (NAFINSA), el monto de este crédito es mayor que los otros dos financiamientos combinados.

El financiamiento que obtuvimos es una coinversión público-privada como *venture capital*, el privado pone el 51% del dinero y el INADEM a través de NAFINSA pone el 49%. AMC tiene la desventaja que, por el capital de inversión, queda muy grande para capital semilla en general y muy chico para capitales privados de inversión, se queda en un punto intermedio, si se construyeran 3 o 4 de estas plantas, tal vez seríamos clientes, pero como AMC no tienen historial no puede acceder. Por eso necesitamos terminar de certificarnos y operar eficientemente, y una vez que demos que tenemos capacidades y costos adecuados, tendremos acceso a fondos de capital privado nacional y extranjero, incluso del Banco Mundial. (Ing. Fernando Luna, entrevista, 2017)

Al respecto de estas experiencias con fondos públicos, el Ing. Luna comenta que, si bien han impulsado el arranque de la empresa, aún tienen aspectos que pueden mejorar los organismos públicos para impulsar a las empresas tecnológicas, como ser más eficiente en los trámites, menor burocracia, mejor comunicación con las empresas, descentralizar los procesos de seguimiento y mejores prerrogativas para las empresas tecnológicas donde se está apostando grandes sumas de capital privado.

AMC es el caso de una empresa de servicios intensivos en conocimientos (KIBS) que tiene rasgos típicos de un Startup tecnológico como fuertes vínculos con diversos actores del sistema regional de innovación tales como universidades locales y extranjeras, gobierno y fondos públicos (local, estatal y federal), clústeres industriales (clúster de productos médicos de Baja California) y cámaras empresariales, entre otros. Otros rasgos típicos de estos emprendimientos es que el fundador posee educación avanzada y no tuvo experiencia laboral previa en empresas de la industria donde incursiona el Startup, sino que sus aprendizajes provienen de otros lugares como el sector financiero en este caso. Al mismo tiempo AMC presenta algunos rasgos atípicos de los Startups como la alta inversión que requirió y que le tomó varios años para entrar al mercado y comenzar a ofertar servicios. Además, este caso nos permite observar en una línea de tiempo las etapas de formación de un Startup tecnológico y que los diferencia de los Spinoffs como: realizar un diagnóstico del sector y de localización,

desarrollo de un plan de negocios, atracción de inversionistas y financiamiento, obtención de permisos, implementación del proyecto, construcción, adquisición de equipamiento especializado, pruebas piloto, certificaciones y finalmente, prospectar clientes. Es interesante este caso porque aporta información sobre las dinámicas y vínculos del sistema regional de innovación, sobre los actores, oportunidades y limitaciones.

5.4. Proposiciones y análisis de los casos

La lógica subyacente del enfoque de estudio de caso múltiple es la de la réplica; implica que cada caso debe ser seleccionado de modo que prediga resultados similares a otros casos (réplica literal) o bien que produzca resultados opuestos a otros casos, pero por razones predecibles (réplica teórica). Lo anterior hace que esta metodología sea útil para realizar generalizaciones analíticas a partir de los cruces de los casos, en función de un conjunto de proposiciones.

Las proposiciones que guiaron la selección y análisis de los casos estudiados son las siguientes:

1: la creación de Spinoffs empresariales depende principalmente de la formación de capacidades de los empleados dentro de las EMN, por medio de la transferencia de activos intangibles hacia el empleado, en forma de habilidades gerenciales, tecnológicas y de mercado. En cuanto a los desprendimientos, estos suelen ser detonados por eventos como la reestructuración de la empresa, desacuerdos internos, oportunidades de negocio, o bien por motivaciones personales. En cualquier caso, los empleados absorben conocimientos dentro de la multinacional y despliegan una gama de recursos cognitivos, personales, sociales y financieros para la creación de sus propias empresas.

2: una vez en el mercado, el Spinoff empresarial podrá incrementar su base de conocimientos y con ello acumular capacidades de absorción a través de actividades de vinculación y colaboración para el aprendizaje tecnológico y organizacional, y puede establecer vínculos de proveeduría con EMN, así como relaciones estables y fuertes con agentes del sistema regional de innovación.

3: una vez en el mercado, el Spinoff empresarial podrá establecer interacciones del tipo usuario-productor para innovaciones en productos y procesos, realizar inversiones y actividades para la innovación, así como establecer vínculos con EMN y con agentes del sistema regional de innovación.

Análisis de los casos

Proposición 1: Origen de la empresa

PIMA

El fundador es originario de Chihuahua, graduado en ingeniería en diseño mecánico y tuvo 3 empleos en EMN (BDK, Johnson Controls y Robert Bosch), en Ciudad Juárez, antes de emprender su empresa a los 35 años. En 9 años de experiencia laboral acumuló capacidades en diseño de sólidos 3D, *toolings*, moldes y fisturas, PLC, automatización, sistemas de calidad y en manufactura clase mundial. Sus principales responsabilidades fueron como ingeniero de proceso, responsable del diseño de herramientas, y establecer vínculos con talleres y proveedores para la fabricación de piezas metálicas, además de introducir la fabricación de *toolings* en la última empresa en la que trabajaba. PIMA es un Spinoff de Robert Bosch, el Ing. Vázquez salió de la empresa en 2001 porque detectó que había mercado para el diseño y fabricación de *toolings* y escantillones. Al dejar la EMN se convirtió en el proveedor de esta en diseños y fabricación de herramientas. La inversión inicial fue modesta, gradual y financiada enteramente con ahorros personales y de algunos familiares, destinada a la renta de un local, adquirir equipo de cómputo, una fresadora y un vehículo. No recibió ningún tipo de apoyo de gobierno. Sus principales clientes son multinacionales como Bosch, Cummins, Continental y Peiker-Valero, todas estas del sector automotriz, con las que tiene intercambios frecuentes de conocimientos.

Mecatrónica Industrial

El fundador es ingeniero electromecánico, originario de Ciudad Juárez; trabajó en varias EMN como Electrocomponentes, CSI, AMPE e IXEL localizadas en Ciudad Juárez, y emprendió su propia empresa a los 26 años. En 8 años de experiencia en multinacionales desarrolló capacidades en proyectos de automatización, robótica, programación de controladores lógicos y diseño mecánico 3D y en proyectos de sistemas de visión. Desempeñó responsabilidades como

jefe de mantenimiento y, cuando tuvo más experiencia, como director de proyectos de automatización. Mecatrónica Industrial es un Spinoffs de IXEL una empresa enfocada a la automatización y proveedor de Robert Bosch. La empresa inicio en una cochera prestada y con un capital de \$20,000 pesos, lo necesario para comprar una computadora y realizar diseños y las piezas las enviaba a maquinar en pequeños talleres. Posteriormente un amigo le hizo un préstamo de 3,500 dólares con los que compró una fresadora de segunda mano. No recibió ni ha recibido ningún tipo de apoyo gubernamental. A partir de una recomendación de un amigo para reparar una maquina en Johnson & Johnson, los gerentes de la planta quedaron muy satisfechos y Mecatrónica Industrial se convirtió en proveedor de esta empresa, la cual actualmente es Cordis de México, una empresa de dispositivos médicos para la cual desarrolla proyectos complejos de automatización. Otros clientes son Ethicon, Biosense, Allign, Delphi, Gear, Valero, Bosch y Continental, empresas del sector médico y automotriz.

KTL Manufacturing

El fundador es técnico profesional mecánico en máquinas y herramientas, originario de Guadalajara; realizó dos años de ingeniería en electromecánica, y tuvo experiencia laboral en varias maquiladoras en Tijuana, entre ellas Autoliv Safety Technologies, KSC y Kodak, antes de crear su propia empresa a los 31 años de edad. En 7 años laborando en EMN en Tijuana, acumuló conocimientos en la fabricación de piezas de precisión, proyectos de automatización, metrología y diseño. Llegó a ocupar un puesto de ingeniero junior sin terminar la carrera. Desempeñó funciones de diseño, fabricación de máquinas y automatización. Así mismo, fue encargado de buscar proveedores, talleres de metal-mecánica, para la fabricación de piezas de precisión que requería la multinacional. También fue responsable de metrología e inspección en el área de producción. KTL es un Spinoffs de Kodak, al ver que la tendencia del mercado de las fotocopiadoras estaba cambiando a finales de los 1990, y que se aproximaba un recorte, decidió establecer su propio taller. Al inicio solo contaba con una máquina de soldar y mandaba maquinar a talleres de amigos que tenían máquinas de torno y fresadoras. Inicio con recursos propios, sin apoyo gubernamental, y fue hasta los 4 años que pudo comprar un CNC de segunda mano. Se convirtió en proveedor de Ikon Baja, que anteriormente era Kodak, su antiguo empleador, ofertando maquinados de piezas metálicas de precisión y pequeñas

automatizaciones. También tuvo como cliente a Sony y actualmente Ricoh (electrónica), Autoliv (del sector automotriz y antiguo empleador) y Celis de la industria médica.

Avanti Medi Clear

El director general y socio fundador de Avanti Medi Clear es ingeniero químico con especialidad en biotecnología y con maestría en administración de empresas, originario de la Ciudad de México. Su experiencia laboral se desarrolló en la CDMX en Procter & Gamble, Bital-HSBC y Societé Generale, principalmente en la división de banca empresarial y patrimonial durante aproximadamente 17 años. En P&G fue responsable de marketing para el desarrollo de productos, tuvo experiencia en laboratorios de pruebas y producción en masa de los productos. Mientras que, en el sector financiero, sus aprendizajes fueron principalmente en financiamiento para empresas, reestructuración de créditos, inversiones patrimoniales y en el mercado de futuros hacia el final de esa etapa como banquero. Avanti Medi Clear es un Startup. Fue concebido como una oportunidad de negocio en la industria médica en Baja California. En este proyecto intervinieron inversionistas privados, universidades (nacionales y extranjeras), clústeres industriales y fondos gubernamentales para su formación. En el 2012 el gerente general emigró a Tijuana para implementar el plan maestro de inversión, realizar estudios de mercado, buscar alianzas, conseguir permisos e instalar la nave industrial donde se construiría el búnker que alberga el acelerador lineal de electrones. El E-Beam es la tecnología central de la empresa, la cual es utilizada para irradiar electrones y así esterilizar productos y dispositivos médicos. Las inversiones realizadas para la construcción de la nave industrial, el búnker, los permisos y el acelerador lineal ascienden a varios millones de dólares. Además, han tomado 5 años para que se estén realizando las primeras corridas, conseguir la certificación más importante y empezar a proveer servicios a empresas de la industria médica. Se espera que para el 2018 la empresa esté operando y tenga clientes.

Proposición 2: Capacidades de absorción

PIMA

Las principales capacidades tecnológicas y organizacionales incluyen: diseño en 3D-Sólidos; programación de PLCs (LabView, .NET, twinCat, C#, Visual Basic); protocolos de comunicación en la automatización como Profinet, IO Link, Profibus y EthernetIP; sistemas de

visión Keyence y Cognex; equipo de fabricación standard y centro de maquinado con 4 CNC, 2 EDM, 1 CNC Router, 7 Milling Machines C/DRO, 2 Surface Grinding Machines, y 1 Lathe; soldadura laser para metal y plástico; sistemas de estampado de alta presión y para procesos de formado; uso de técnicas estadísticas CPk y Gage R&R para evaluación crítica de desempeño del equipo, y; fabricación de muestras y prototipos, entre otras. Todo esto instalado en una planta física de 2000 m². PIMA cuenta con dos sistemas de gestión de la información, uno para el manejo de los proyectos y otro para la gestión interna de la empresa. En 17 años la empresa ha crecido significativamente, tiene 95 empleados, 34 de ellos ingenieros y 15 técnicos. Cuenta con certificación ISO 9001:2015. Actualmente está desarrollando un proyecto conjunto con el programa Fordecyt-Doctores del Conacty para la creación de un centro de diseño y fabricación de moldes dentro de PIMA. Actualmente está incursionando en la industria 4.0 a través de los proyectos que realiza para sus clientes. Es socio fundador del clúster de manufactura avanzada de Chihuahua (MACH). Mantienen vínculos constantes y estables con proveedores, clientes (EMN), universidades, centros de investigación y fondos gubernamentales para el desarrollo de proyectos tecnológicos.

Mecatrónica Industrial

Las principales capacidades tecnológicas y organizacionales se localizan en sus instalaciones de Juárez y El Paso, realizan maquinados de precisión y proyectos de automatización sofisticados con equipo CNC, 2 Wire, IEM e impresoras 3D. Cuentan con sistemas de gestión de proyectos y de información para la toma de decisiones. La nave industrial de Juárez tiene un espacio de 3000 m² donde tienen un área de producción, oficinas y un centro de diseño, investigación y desarrollo. Cuenta con 35 empleados entre operadores, técnicos, ingenieros y administrativos. Continúa con el desarrollo de productos propios, a través de la inversión constante en I+D+i, del orden del 10% de la utilidad neta, buscando alianzas estratégicas con empresas tecnológicas y con investigadores de ambos lados de la frontera. Esta empresa cuenta con su propio departamento de I+D+i compuesto por 6 ingenieros y un equipo externo de consultores en áreas de inteligencia artificial, matemáticas aplicadas, manufactura 4.0 e internet de las cosas. Con inversiones continuas este centro ha desarrollado 4 productos propios. Cuenta con certificación ISO 9001:2015. Mantiene una colaboración constante con la Universidad de Texas en El Paso, principalmente por contratos de consultoría tecnológica para la adquisición de conocimientos.

KTL Manufacturing

Las principales capacidades tecnológicas y organizacionales de KTL son: 1 CNC Lathe con capacidad de gran diámetro y multifunciones, 1 CNC de 4 ejes, 1 torno, y 1 fresadora y herramientas, principalmente para el maquinado de piezas de precisión, proyectos de automatización y diseño 3D. Actualmente son 19 empleados de los cuales 3 son ingenieros y 7 técnicos, el resto se divide en operadores y personal administrativo. Cuenta con certificación ISO 9001:2008. Mediante el apoyo del clúster Baja Aerospace, del cual es miembro y asistió a una feria internacional en Francia para conocer las tendencias de la industria aeroespacial, en la cual tiene algunos clientes. Se ha vinculado con profesores y alumnos del Conalep, para solicitar servicios de consultoría técnica, uso de equipo y convenio de prácticas profesionales de alumnos.

Avanti Medi Clear

Las capacidades tecnológicas y organizacionales del Startup son variadas: en sus instalaciones de 2,900 m² se construyó un búnker muy sofisticado que alberga el E-Beam, el *conveyor* (fabricado en España), una planta eléctrica para el E-Beam de 10Mev, un laboratorio de pruebas especializado en dosimetría, y un conjunto de sistemas de información y de software especializado. AMC cuenta con 8 empleados, de los cuales 3 tienen maestría y un con grado de doctor, especializados en física e ingenierías. Además, cuenta con la consultoría de especialistas de las universidades Texas A&M, UABC y personal que fabricó el E-Beam. Cuenta con las certificaciones que exige la industria médica ISO 13485 y la de dosimetría ISO 11137. Mantiene vínculos constantes y estables para continuar con el desarrollo del proyecto con organismos empresariales, con el clúster de productos médicos de Baja California, con gobierno en sus distintos niveles, y con empresas que posibles clientes de la empresa.

Proposición 3: Innovación en producto y proceso

PIMA

La empresa ha introducido principalmente innovaciones de procesos, incrementales y radicales, que están incorporadas en los proyectos de automatización que le solicitan los clientes. Aun no tienen desarrollo de productos propios, pero espera que con el nuevo centro de diseño y fabricación de moldes se puedan desarrollar productos de marca propia, esto permitirá invertir

mayores recursos en I+D en la empresa. La principal fuente de innovación es con interacciones de tipo usuario-producto, a través de las especificaciones y requerimientos que le hacen sus clientes, los cuales pertenecen a industrias que exigen altos estándares. PIMA realiza constantes inversiones en nuevas tecnologías, maquinarias, metodologías y consultorías tecnológicas para la innovación, principalmente en proceso. Establece vínculos y colaboraciones con universidades locales, principalmente a través de la representación del clúster MACH, quien los registro en el Reniecyt del Conacyt, para acceder a fondos relacionados con la innovación y proyectos tecnológicos

Mecatrónica Industrial

En los 16 años la empresa ha introducido innovaciones incrementales y radicales en equipos y maquinaria para sus clientes. Además, en los últimos 8 años ha introducido al mercado 4 productos propios: Vigia, Vizion, Impresora 3D y Traceability, todos estos productos de actividades e inversiones en I+D+i. Sus innovaciones incorporan tecnologías emergentes que mejoran las capacidades de sus productos, tanto propios como para sus clientes, principalmente tecnologías relacionadas con machine learning, IoT, servicios Cloud, entre otros. La empresa ha establecido convenios de colaboración con la UTEP y la UACJ, principalmente a través de asesoría tecnológica. No está afiliada a ningún clúster industrial y tampoco ha recibido apoyos gubernamentales para el desarrollo de proyectos tecnológicos y de innovación, a pesar de haber participado en un par de convocatorias; en palabras del empresario “son tramites muy burocráticos y existe corrupción”.

KTL Manufacturing

La empresa ha introducido innovaciones incrementales en equipos y máquinas para sus clientes. Sobresale el diseño y prototipo de un producto propio, un convertidor solar que desarrolló en colaboración con un investigador del CICESE (Ensenada), el cual genera vapor que puede ser transformado en electricidad y que podría ser comercializado en las industrias de la región. Este proyecto se presentó en convocatoria del FOMIX del Conacyt en Baja California, pero no obtuvieron el respaldo financiero. KTL recibió apoyo por parte del ayuntamiento de Tijuana para la certificación de calidad, la cual le ha facilitado proveer a clientes de la industria médica y aeroespacial con manufactura de precisión. La empresa mantiene membresías con Deitac,

Canacindra, Comparamex y Baja Aerospace, de los cuales solo de este último ha percibido beneficios tangibles para concretar alianzas, adquirir conocimientos o promover proyectos de innovación.

Avanti Medi Clear

AMV como es una empresa que está en la fase final del proceso de certificación, aun no tiene clientes o desarrollos de innovación en proceso o de producto que haya realizado. Sin embargo, la tecnología del E-Beam hacen única a esta empresa en el país y la convierten en una de las pocas plantas de su tipo en el mundo.

5.5. Réplica y generalizaciones analíticas

Los principales aspectos teóricos sobre los Spinoffs empresariales examinados a través de la evidencia arrojada por los cuatro casos son los siguientes:

1. Un Spinoff empresarial se puede definir como una entidad legal, técnica y comercial independiente que se concentra alrededor de actividades que fueron originalmente desarrolladas por una empresa más grande; se trata de un empleado (o grupo de empleados) que funda una nueva empresa y se concentra alrededor de nuevas unidades de negocios, productos o servicios, y que llevó consigo conocimientos, capacidades, tecnologías e innovaciones que adquirió mientras trabajaba para la empresa matriz (Van de Velde, Clarysse, Wright, Rayp y Bruneel, 2007).

Los casos de PIMA, Mecatrónica Industrial y KTL Manufacturing son Spinoffs que confirman parcialmente este aspecto teórico desde que sus actividades principales se concentran alrededor de productos y servicios relacionados con las funciones que realizaba el ex-empleado en la EMN de la cual se desprendieron, Bosch, Ixel y Kodak, respectivamente, pero no producen los mismos bienes y servicios que las EMN.

2. De acuerdo con Klepper y Sleeper (2005) los Spinoffs empresariales son empresas entrantes fundadas por empleados de empresas en la misma industria, las cuales heredan

conocimientos y competencias de sus empresas parentales. Esta herencia de recursos (en forma de rutinas organizacionales, conocimientos tácitos y codificados, tecnologías, capacidades y otros apoyos originados en la empresa parental) es lo que diferencia a los Spinoffs de otros tipos de entrantes como los Startups, cuyos recursos fueron originados en otros lugares.

Los casos de PIMA, Mecatrónica Industrial y KTL Manufacturing son Spinoffs intra-industriales, es decir que se insertaron en la misma industria que la empresa parental. Para el caso de las tres empresas, son proveedoras de servicios de automatización y/o de maquinados de precisión para la industria automotriz-autopartes, como Bosch, para el caso de las dos primeras y Autoliv para el caso de KTL Manufacturing, porque las capacidades de absorción heredadas los diferencia de otro entrante como el caso del Startup Avanti Medi Clear, cuya base de conocimientos se generó en el sector financiero y la empresa incursionó en el la industria de productos y dispositivos médicos.

3. De acuerdo con Guido (2007), se requiere de algún evento disparador para la formación del Spinoff empresarial. Algunas de las causas posibles son: a) cuando se perciben beneficios futuros de la creación de la nueva empresa por el descubrimiento de una oportunidad (Shane, 2000; Klepper y Sleeper, 2005); b) cuando se percibe incertidumbre o problemas en la empresa parental y se ven empujados a salir (Eriksson y Kuhn, 2006); c) por desacuerdos estratégicos entre el empleado y la gerencia de la empresa parental (Klepper y Thompson, 2006).

Los propietarios de PIMA y Mecatrónica Industrial percibieron beneficios en la creación de una nueva empresa, causa (a), mientras que el propietario de KTL Manufacturing percibió incertidumbre en la empresa parental y salió a fundar su propia empresa, causa (b).

4. De acuerdo con Klepper (2009), en la literatura sobre estudios de caso se pueden identificar un conjunto de regularidades y hechos estilizados: (1) el desempeño de los Spinoffs en términos de longevidad, cuota de mercado, alcance, financiamiento y rentabilidad es superior a otros Startups o nuevos entrantes en la industria; (2) empresas parentales con mejores desempeños, en términos de longevidad, cuota de mercado y calidad de la tecnología producen Spinoffs con mejores desempeños, consistente con mejores procesos de aprendizaje,

construcción de capacidades e innovación, y; (3) las empresas localizadas en clústeres industriales presentan tasas más altas de Spinoffs.

En relación con la primera afirmación, se puede confirmar desde que los Spinoffs PIMA, Mecatrónica Industrial y KTL Manufacturing presentan mayor tiempo en el mercado respecto al Startup, Avanti Medi Clear, tienen cuotas respetables de mercado dentro de sus sub-sectores, presentan mayores niveles de rentabilidad que les han permitido crecer y han evolucionado en sus capacidades de absorción, mientras que el Startup analizado, después de 6 años de desarrollo, aún no tiene retorno sobre la inversión y está en busca de entrar al mercado con sus primeros clientes. En cuanto al segundo hecho estilizado, la industria automotriz en Juárez, y electrónica en Tijuana, son industrias longevas y consolidadas en sus respectivas regiones, y las EMN que se dedican a estas actividades han dado origen a Spinoffs con mejores desempeños, procesos de aprendizaje, construcción de capacidades e innovación como los analizados. El tercer hecho estilizado está relacionado con el anterior; aun cuando la tendencia de clusterización es reciente, se tienen antecedentes de agrupamientos empresariales como automotriz y electrónica desde hace décadas, por tal razón PIMA tiene 17 años en el mercado, Mecatrónica industrial 16 y KTL Manufacturing 18, mientras que los clústeres formalmente aparecieron a partir del 2005.

5. En América Latina el fenómeno de los desprendimientos tipo Spinoff es menos frecuente, lo que parece relacionarse con marcos regulatorios ineficientes, pobre entorno de negocios que inhibe el emprendimiento, escasa liquidez de los empleados y difícil acceso al financiamiento, dificultades tecnológicas y limitaciones en capacidades organizacionales, entre otros factores (Hirakawa, Muendler y Rauch, 2010).

Los factores comunes a los 3 Spinoffs son: difícil acceso a financiamiento para crear la empresa, escasa liquidez de los propietarios al crear la empresa, y limitaciones en maquinaria y equipo en el arranque de la empresa. Así, las características descritas para Spinoffs en América Latina se confirman en los 3 casos de Spinoffs analizados.

6. En México algunas investigaciones han encontrado algunos casos de Spinoffs que lograron superar barreras iniciales para convertirse en proveedores de EMN y además desarrollaron capacidades tecnológicas y de innovación básicas en procesos y productos (Dutrénit y Vera-Cruz, 2004, 2005; De Fuentes, 2010). Un estudio en la industria automotriz (Contreras, Carrillo y Alonso, 2012), identificó algunas empresas locales que se incorporaron en la cadena automotriz a través de diversos mecanismos, incluyendo desprendimientos tipo Spinoff, mediante los cuales algunos empleados dejaron su trabajo en empresas multinacionales para establecer su propio negocio y convertirse en proveedores de las EMN.

Los 3 Spinoffs analizados tuvieron que superar barreras iniciales para convertirse en proveedores de EMN, solo el caso de PIMA, cuya salida de Bosch fue condicionada a que se convirtiera en proveedor de la multinacional, tanto Mecatrónica Industrial como KTL Manufacturing se incorporaron como proveedores emergentes y después de demostrar solvencia técnica para resolver problemas tecnológicos fueron aceptados como proveedores permanentes. A partir de relaciones de proveeduría con las EMN los 3 Spinoffs construyeron una senda de acumulación de capacidades tecnológicas con la transferencia de conocimientos técnicos y administrativos desde la EMN. Estos casos confirman los hallazgos de los estudios de caso realizados previamente en México.

5.6. Conclusiones

Con base en el análisis de los casos de estudio se proponen tres generalizaciones analíticas.

1. Los Spinoffs empresariales se forman por la transferencia de activos intangibles hacia el empleado, en forma de habilidades gerenciales, tecnológicas y de mercado. Existen eventos detonadores como la reestructuración de la empresa, desacuerdos internos, oportunidades de negocio, o bien por motivaciones personales. Una vez creado el Spinoffs, los propietarios despliegan una gama de recursos cognitivos, personales, sociales y financieros para permanecer en el mercado, ser competitivos, acumular capacidades e innovar.

2. Los Spinoffs empresariales incrementan sus capacidades de absorción a través de actividades de vinculación y colaboración para el aprendizaje tecnológico y organizacional, principalmente a través de vínculos de proveeduría con empresas grandes o EMN, así como relaciones estables y fuertes con agentes del sistema regional de innovación.

3. Los Spinoffs empresariales con un mejor desempeño innovador son aquellos que establecen interacciones del tipo usuario-productor para innovaciones en productos o servicios, principalmente con EMN, las cuales les transfieren conocimientos técnicos y administrativos. Así mismo, el Spinoff requiere realizar inversiones y actividades regularmente para la innovación, y establecer vínculos estables con agentes del sistema regional de innovación.

CONCLUSIONES

En países desarrollados, el conocimiento y la innovación son elementos centrales en el crecimiento económico y es común referirse a estos países como economías del conocimiento. Sin embargo, esta noción es menos apropiada en países en desarrollo, debido a que enfrentan inhibidores y barreras de tipo económico, tecnológico, social y político que impiden la creación, acumulación y diseminación de conocimientos por medio de la creación de empresas intensivas en conocimiento y de base tecnológica.

Desde principios de la década de los 1990 se generó un intenso debate, principalmente en Estados Unidos y Europa, en torno a los Spinoffs empresariales en industria de mediana y alta tecnología, en gran medida como consecuencia de cambios socio-económicos, tales como: i) mayor preponderancia del trabajo intelectual, del conocimiento y de los sistemas de innovación; ii) la transición a nuevas formas de gestión organizacional, el paso de estructuras burocráticas, jerárquicas y de trabajo estandarizado a organizaciones auto-gestionadas, jerarquías planas o unidimensionales y flexibilización del trabajo y de la producción; iii) la expansión del sector servicios, tercerización, y preponderancia del sector de TICs, y iv) el creciente interés en la economía del conocimiento y la globalización de las cadenas de valor.

Las regiones del norte de México han pasado por varias transiciones industriales ligadas a las estrategias de segmentación y relocalización productiva de las EMN, que han tenido impactos importantes en la configuración de empresas locales. Esto es más visible en las dos regiones más dinámicas de la frontera México-Estados Unidos, las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, las cuales según algunos autores forman parte de las dos regiones transfronterizas más importantes en Norte América: la región CaliBaja y la región transfronteriza El Paso del Norte, respectivamente.

Uno de los fenómenos asociados a la afluencia masiva y a la creciente sofisticación tecnológica de las EMN es la creación de empresas locales orientadas a la prestación de servicios tecnológicos de alto valor agregado para sus clientes, principalmente mediante vínculos de

proveeduría para grandes empresas. Si bien se trata de un fenómeno limitado y relativamente reciente, en esta investigación se pudieron identificar un conjunto de empresas locales que se integran en las cadenas de valor, ya sea en funciones *downstream* como servicios de consultoría en logística, mercadotecnia y *branding* para productos tecnológicos, tecnologías de información, o en funciones *upstream* como servicios de diseño, fabricación de equipo y maquinaria, consultoría de I+D de productos y prototipos.

Además, la reconfiguración productiva en la frontera norte ha potenciado los intercambios y co-producción en diversos sectores tecnológicos, entre Pymes locales, EMN, universidades, clústeres y cámaras industriales y con políticas públicas de CTI. En específico, las dimensiones como el conocimiento, la innovación y la proximidad espacial-cognitiva entre los agentes están relacionadas con los sistemas de innovación y las funciones en la cadena de valor.

Identificar y analizar esta nueva generación de empresas tecnológicas mexicanas no es fácil; se requirió el desarrollo de una metodología que permitiera diferenciar las empresas, ubicarlas y acceder a información relacionada con su formación, evolución y dinámicas de aprendizaje.

En esta investigación se diseñó una metodología para identificar, localizar y analizar pequeñas y medianas empresas mexicanas intensivas en conocimiento y de base tecnológica, lo que nos permitió diferenciar, caracterizar y ponderar los factores que influyen en la formación, capacidades de absorción e innovación en Spinoffs empresariales y en Startups. Esta metodología se aplicó en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, a través de una encuesta a una muestra estadísticamente representativa de la población de empresarios mexicanos propietarios de empresas intensivas en conocimiento y de base tecnológica. Además, se realizó un estudio de caso múltiple que complementa el análisis estadístico sobre el cual se probaron las hipótesis de investigación de esta tesis.

Un aspecto destacable en esta investigación es la propuesta teórica para analizar la formación, las capacidades de absorción y la innovación en producto y proceso en Spinoffs

empresariales, así como la relación existente en estos conceptos. En esta investigación se buscaron los vínculos que enlazan dos enfoques teóricos que se han consolidado en las últimas tres décadas, el de Cadenas Globales de Valor (Gereffi y Korzeniewicz, 1994; Gereffi, Humphrey y Sturgeon, 2005) y el de Sistemas de Innovación (Lundvall, 1992, 2007) con énfasis en el nivel regional (Cooke, 1992, 2001; Cooke, Uranga y Etxebarria, 1997).

La combinación de estos enfoques resultó muy importante para integrar aspectos como el conocimiento generado en el extranjero y los flujos internacionales que se mueven en la CGV con las interacciones y vínculos para la producción, difusión y uso de conocimientos arraigados localmente, a nivel sectorial o de empresas. De la combinación de enfoques resultaron cuatro puntos de convergencia, de los cuales dos se aplicaron en esta investigación: capacidades de absorción e innovación en producto y proceso. Estas convergencias están presentes tanto en la literatura de GVC como de SRI, y las cuatro dimensiones se complementan y generan un marco analítico robusto para el estudio de empresas locales intensivas en conocimientos y de base tecnológica.

El planteamiento de esta investigación surgió de la necesidad de estudiar las pequeñas y medianas empresas intensivas en conocimiento y de base tecnológica localizadas en las dos fronteras más dinámicas de México. En particular para analizar los efectos de derramas de conocimiento de las Empresas Multinacionales, por medio de desprendimientos de capital humano o Spinoffs empresariales, su formación, acumulación de capacidades de absorción y los procesos de innovación, y su relación con agentes que conforman el sistema regional de innovación (Blomström, Globerman y Kokko, 1999:12). Se evaluó la relación entre capacidades de absorción e innovación y se ponderó si las capacidades de absorción son diferentes entre Spinoff y otros emprendimientos tecnológicos como los Startups. Esto nos brindó información importante para una mejor comprensión de las empresas tecnológicas, sus dinámicas y los factores que pueden fortalecerlas.

El análisis se focalizó en los mecanismos de formación, acumulación de capacidades de absorción e innovación en pequeñas y medianas empresas (Pymes) intensivas en conocimientos o de base tecnológica que se han creado mediante desprendimientos tipo Spinoff empresarial a

partir de empresas multinacionales, localizadas en las zonas metropolitanas de Tijuana y Ciudad Juárez, a partir del inicio del Tratado de Libre Comercio de América del Norte en 1994 hasta el 2017.

En particular, se abordaron las derramas de conocimiento (*knowledge spillovers*) por parte de las empresas multinacionales (EMN), específicamente a través de inversiones en capital humano, y su influencia en la formación y escalamiento de Spinoffs empresariales de base tecnológica e intensivos en conocimientos creados por ex-empleados calificados. Además, se ponderaron y discutieron los efectos de los sistemas regionales de innovación (SRI), en específico la articulación de actores que posibilitan vínculos e interacciones para la acumulación de capacidades de absorción, procesos interactivos de aprendizaje para la innovación, y el escalamiento en Spinoffs empresariales.

La pregunta de investigación principal fue: ¿Cuáles y cómo son los mecanismos de formación, acumulación de capacidades e innovación en producto y proceso en Spinoffs Empresariales de base tecnológica e intensivos en conocimiento, en relación con las cadenas globales de valor y los sistemas regionales de innovación, en las zonas metropolitanas de Tijuana y Ciudad Juárez, para el período que comprende 1994 a 2017?

A partir de los enfoques teóricos que se discutieron y de la combinación de enfoques que se propuso, se intentó dar respuesta las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué factores inciden en la formación de Spinoffs empresariales a partir de las derramas de conocimiento por parte de las EMN localizadas en las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez?

2. ¿Qué diferencias existen entre las capacidades de absorción de los Spinoffs empresariales y las de otros emprendimientos de base tecnológica y/o intensivos en conocimiento como los Startups, y cuáles son los factores implicados en estas diferencias?

3. ¿Cómo es la relación entre las capacidades de absorción y la innovación en productos y procesos en Spinoffs empresariales y en Startups de base tecnológica y/o intensivos en conocimiento?

El proceso de investigación se realizó en varias etapas. La primera consistió en la construcción de un directorio empresas intensivas en conocimiento y de base tecnológica, para lo cual se recurrió al SCIAN para identificar las clases industriales (6 dígitos) consideradas (KIBS o NTBF). Una segunda fase consistió en obtener los listados de empresas localizadas en las zonas metropolitanas de Tijuana, Juárez, Hermosillo y Monterrey, con base en 45 clases de los sectores 11, 21, 31-33, 51, 54, 56 y 81 del SCIAN, a partir de la información listada en el DENUE del INEGI y con base en los resultados de los Censos Económicos de 2014 en México. Y respecto al tamaño de la empresa, medido por personal ocupado, se seleccionaron los rangos: de 6-10, 11-30, 31-50 y de 51-100. En una tercera etapa, se realizó un proceso exhaustivo de depurado para general el directorio de empresas, este incluyó varios miles de llamadas telefónicas a las empresas para corroborar datos.

La cuarta fase consistió en el diseño muestral para las 4 zonas metropolitanas, buscando representatividad para cada zona metropolitana. En la última fase se aplicó aleatoriamente una encuesta, con 7 módulos y 73 preguntas, a propietarios de las empresas del directorio entre los meses de septiembre y noviembre de 2017.

Para fines de esta investigación solo se utilizaron los resultados del análisis de las bases de datos de las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, para dar respuesta a las preguntas de investigación mediante el contraste de tres hipótesis:

H1: Los Spinoffs empresariales de base tecnológica y/o intensivos en conocimientos se forman cuando el propietario, que fue empleado de EMN, acumuló capacidades de absorción; cuenta con educación superior, principalmente en áreas de la ingeniería, y; realizó funciones de alto valor o con contenido tecnológico cuando trabajaba en la multinacional.

H2: Las capacidades de absorción de los Spinoffs empresariales son distintas de los Startups para las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez, siendo las capacidades de absorción de los Spinoff empresariales mayores que la de los Startups.

H3: Existe una relación positiva y significativa entre la innovación en producto y proceso y las capacidades de absorción de Spinoffs empresariales y de Startups; esta relación es mayor o se incrementa en presencia de Spinoffs empresariales.

Respecto de la primera hipótesis, el análisis arrojó que, en cuanto a la experiencia laboral y la formación de capacidades de absorción iniciales, estas tuvieron un impacto positivo en los empresarios que laboraron en las EMN, principalmente extrajeras, sobre todo porque esta base de conocimientos, tácitos y explícitos, se trasladó a los Spinoffs creados. Se encontró evidencia que un 70% de los propietarios de Pymes tecnológicas en Juárez tuvo al menos 1 empleo en EMN, de los cuales un 37% tuvo entre 2 y 4 empleos en multinacionales extranjeras. Mientras que en Tijuana el número es más elevado, con un 94% y de estos un 54% tuvo entre 2 y 4 empleos en EMN extranjeras. En acumulación de capacidades de absorción se observó que en Juárez un 80% de los propietarios de Spinoffs empresariales cuentan con estudios profesionales, de los cuales un 60% tiene estudios en ingeniería y un 28% con estudios de posgrado. Mientras que, en Tijuana, un 90% de los propietarios de Spinoffs empresariales realizó estudios profesionales, de los cuales un 65% son ingenieros y un 25% cuenta con estudios de posgrado. Cabe destacar el papel que juegan los institutos tecnológicos en Juárez, donde el 56.7% de los fundadores de empresas tecnológicas son formados ahí, mientras que en Tijuana el sistema de universidades públicas y privadas educan al 57.1% de los empresarios tecnológicos. Los empresarios que tienen estudios técnicos representan solo el 10% y 8.6% para Juárez y Tijuana respectivamente, sin embargo, estos empresarios suelen tener sólida trayectoria laboral que compensa la falta de estudios profesionales y les posibilita emprender empresas de alto contenido tecnológico.

Una tercer atributo o dimensión analizado fue las funciones y responsabilidades que desempeñaron los propietarios de Spinoffs cuando laboraron en EMN, y se destacan la participación en departamentos de sistemas de información (TICs), proyectos de mejora

tecnológica, actividades de diseño para nuevos productos, procesos o componentes, actividades en laboratorios, de pruebas y metrología, y funciones de investigación, estas actividades contabilizan el 40% de las experiencias de los propietarios de Spinoffs en Juárez y con un mayor porcentaje en Tijuana con un 54.3%. Se trata de funciones de alto contenido tecnológico, donde estuvieron expuestos al contacto directo con tecnologías de punta, procesos y metodologías avanzadas, así como a la posibilidad de detectar oportunidades de negocio o mercado. Así mismo, realizaron funciones de alto valor tecnológico como labores de mantenimiento industrial y en funciones en el área de producción, ya sea como supervisor o inspector de calidad; estas funciones representan el 33% de los ex-empleados de EMN en Juárez y un 23% en Tijuana.

La combinación de los resultados del análisis de las 3 dimensiones permitió aceptar la hipótesis 1, a la vez que nos brinda una visión clara sobre la incidencia de estos factores, en concordancia con la teoría predominante sobre los Spinoffs empresariales (Keppler, 2009), y en nuestro caso nos permite tener una mayor comprensión del fenómeno en empresas mexicanas insertas en sectores tecnológicos. Desde que se observó que un alto número de los Spinoff empresariales lograron insertarse en cadenas de proveeduría de EMN, en sectores de alto valor agregado como el aeroespacial, dispositivos médicos, automotriz, entre otros. Un 80% de los Spinoffs empresariales en Juárez y un 97% en Tijuana han logrado insertarse en estas cadenas globales de proveeduría, lo que les ha permitido tener procesos de escalamiento en producto y proceso.

Para el contraste de la segunda hipótesis sobre capacidades de absorción en Spinoffs empresariales y en Startups, primero se construyó el indicador compuesto de capacidades de absorción (CA) en Spinoffs empresariales (SO) y Startups (SU), a partir de 6 dimensiones o factores de primer orden y 43 variables manifiestas obtenidas de la encuesta “Formación y escalmiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento”. El modelo que sirvió de base para la construcción del indicador de capacidad de absorción surgió de la propuesta de combinar los enfoques analíticos de GCV y SRI, en específico donde ambos cuerpos convergen respecto a las dimensiones de capacidades de absorción.

Posteriormente, se aplicó una prueba de hipótesis para evaluar las medias en muestras independientes, en este caso para probar si las capacidades de absorción de los Spinoffs empresariales son diferentes de los Startups. Como resultado del análisis se aceptó la segunda hipótesis y se afirma que las capacidades de absorción de los Spinoffs empresariales son distintas a la de los Startups para las zonas metropolitanas de Tijuana y Juárez. Además, de acuerdo con la prueba, las capacidades de absorción de los Spinoff empresariales son mayores que la de los Startups.

Adicionalmente, en relación con esta dimensión el análisis realizado permite afirmar que:

a) La diferencia entre las capacidades de absorción entre Spinoffs empresariales y Startups se deben a las derramas de conocimiento de las EMN, principalmente debido a las inversiones en capital humano presentes en las trayectorias laborales de los propietarios de Spinoffs empresariales;

b) Las funciones tecnológicas que desempeñaron mientras trabajaban en la EMN fueron decisivas en la formación de capacidades de absorción;

c) Una vez en el mercado, el Spinoff empresarial requirió fortalecer sus capacidades de absorción mediante la transferencia de conocimientos, técnicos y administrativos, desde la EMN hacia la empresa local en forma de vínculos de proveeduría, lo que a su vez le demandó buscar fuentes de aprendizaje, internas y externas, para aumentar sus niveles de capacidades;

d) En los Startups la acumulación de capacidades de absorción dependió en mayor medida de los conocimientos existentes en el mercado, a través de la educación formal del empresario, así como las fuentes de colaboración y vinculación para proyectos tecnológicos y de innovación que emprenda con apoyos gubernamentales, ya sea de manera individual o conjuntamente con universidades y/o centros de investigación, y;

e) Para el Startup, la adquisición de capacidades de absorción es más lenta puesto que requiere de un sistema de innovación robusto que permita intercambios estables y fuertes entre los agentes.

Para contrastar la tercera hipótesis, que establece una relación positiva y significativa entre la innovación en producto y proceso y las capacidades de absorción de Spinoffs empresariales y de Startup, se construyeron dos modelos y se recurrió a la técnica de regresión lineal simple.

Primero se construyó el indicador de innovación en producto y proceso conformado por 5 dimensiones y 32 variables manifiestas, y se utilizó el indicador de capacidades de absorción.

El modelo I estableció una relación positiva y significativa entre la innovación en producto y proceso y las capacidades de absorción de Spinoffs empresariales y de Startups. Mientras que el modelo II estableció que la innovación en producto y proceso se incrementa en presencia de empresas tipo Spinoffs empresariales.

Al estimarse los modelos 1 y 2 se observó que:

a) Existe una correlación fuerte y positiva entre innovación en producto y proceso y capacidades de absorción en Spinoffs empresariales y Startups. Lo anterior tiene implicaciones importantes sobre estos dos puntos de convergencia de los enfoques de CGV y de SRI, dado que las dimensiones, que conforman los dos indicadores compuestos, están correlacionadas fuertemente y en la misma dirección;

b) Se puede concluir y generalizar que la relación existente entre capacidades de absorción e innovación en producto y proceso es más fuerte en los Spinoffs empresariales que en los Startups en las dos zonas metropolitanas, y;

c) Esto tiene importantes implicaciones de política de ciencia, tecnología e innovación, en términos de apoyo y fomento a empresas intensivas en conocimiento y de base tecnológica,

desde que se conocen las variables manifiestas y las dimensiones que inciden positivamente en la innovación de producto y proceso a partir de las variables manifiestas y dimensiones de las capacidades de absorción. Por lo que se pueden diseñar instrumentos de política más precisos que incidan en la acumulación de capacidades de absorción en estos tipos de empresas.

De manera complementaria al análisis cuantitativo, el estudio de caso múltiple exploró elementos finos de tres casos de Spinoffs empresariales y de un caso de Startup, que aumentan nuestra comprensión sobre la formación de estas empresas, trayectorias profesionales y laborales de los empresarios, evolución de las capacidades tecnológicas de las empresas y sus procesos de innovación y escalamiento industrial, así como de las diversas formas de vinculación y colaboración con agentes locales.

La estrategia de estudio de caso múltiple tuvo como unidad de análisis los Spinoffs empresariales y Startups, y se observaron los procesos de acumulación de capacidades de absorción y de innovación de producto y proceso. Se entrevistaron cara a cara a 8 empresarios, de los cuales se seleccionaron cuatro casos, dos en Tijuana, KTL y Avanti Medi Clear, y dos en Juárez, PIMA y Mecatrónica Industrial.

Como resultado del análisis de los casos, se puede concluir que:

a) Los casos de Spinoffs empresariales confirman que estos ofertan bienes y servicios relacionados con las principales funciones y actividades que desempeñaron los fundadores mientras laboraron en la EMN, pero no compiten con la empresa de la que se desprendieron con los mismos productos, debido al grado de sofisticación tecnológica, desde que se tratan de EMN, principalmente OEMs, o proveedores Tier 1 y 2 de cadenas globales;

b) El análisis confirma que se trata de Spinoff empresariales intra-industriales, es decir que se insertaron en la misma industria que la empresa parental. Esto debido a que heredaron capacidades de absorción de la EMN, mientras que el Startup, cuya base de conocimientos se generó en el sector financiero y la empresa incursionó en la industria de productos y dispositivos médicos;

c) En general, los Spinoffs empresariales se forman o desprenden de la EMN porque los empleados detectaron beneficios futuros en la creación de una nueva empresa, o bien porque percibieron incertidumbre en la empresa parental y salen a fundar su propia empresa;

d) Los Spinoffs empresariales tienen mayor tiempo en el mercado, tienen cuotas respetables de mercado dentro de sus sub-sectores, presentan mayores niveles de rentabilidad y han evolucionado en sus capacidades de absorción, respecto al Startup. Además, los Spinoffs en sectores maduros como el automotriz en Juárez y electrónica en Tijuana son más longevos y consolidados en sus respectivas regiones, y las EMN de estos sectores producen Spinoffs con mejores desempeños, procesos de aprendizaje, construcción de capacidades e innovación como los analizados;

e) Cuando existen clústeres industriales maduros, se producen Spinoffs que permanecen más tiempo en el mercado, crecen y son rentables. Este hallazgo se observó en ausencia de políticas públicas de agrupamientos industriales o sectoriales;

f) Los factores comunes a los Spinoffs son: difícil acceso a financiamiento para crear la empresa, escasa liquidez de los propietarios al crear la empresa, y limitaciones en maquinaria y equipo en el arranque de la empresa. Al identificar estos elementos se pueden crear instrumentos focalizados en la atención de estas carencias y con ello disminuir la mortandad e incertidumbre de empresas tecnológicas, y;

g) Se confirma que los Spinoffs tienen que superar barreras iniciales para convertirse en proveedores de EMN. Estos siguen trayectorias definidas en las que primero entran como proveedores emergentes de la EMN y después de demostrar solvencia técnica para resolver problemas tecnológicos es posible que sean aceptados como proveedores permanentes. Además, esta relación de proveeduría, permite al Spinoff seguir acumulando capacidades tecnológicas con la transferencia de conocimientos técnicos y administrativos desde la EMN.

La investigación sobre Pymes tecnológicas en México es muy limitada y reciente. Se trata, sin embargo, de una línea de investigación de gran relevancia por sus implicaciones para

el desarrollo de capacidades tecnológicas endógenas, creación de empleos de calidad, fortalecimiento de los SRI, inserción de las economías locales en sectores tecnológicos altamente globalizados. Además, los hallazgos de estas investigaciones mejoran la elaboración de políticas industriales y sectoriales para que se incluyan las empresas tecnológicas en términos de fortalecimiento de capacidades de absorción e innovación, esquemas de financiamiento orientados al desarrollo de proyectos tecnológicos y productos propios, incentivos para su inserción en cadenas globales de proveeduría de servicios tecnológicos y generar incentivos para la vinculación de diversos actores del SRI.

Algunas tareas pendientes para fortalecer esta línea de investigación son:

Evaluar la pertinencia de implementar el SCIAN en su versión 2017 para mejorar los criterios de selecciones de clases, teniendo en cuenta sectores como nanotecnología, ciencia de materiales, biotecnología, entre otros que no están bien definidos en el SCIAN versión 2013, lo cual tiene repercusiones en términos metodológicos

Considerar aspectos de tratados de libre comercio que actualmente están en renegociación o que entraran en vigor próximamente como el CPTPP (*Comprehensive and Progressive Agreement for Trans-Pacific Partnership*) y el así llamado TLCAN 2.0, sobre todo en aquellos aspectos relacionados con las Pymes tecnológicas y su inserción en cadenas de proveeduría global, transferencia de conocimientos, comercio electrónico, financiamiento para proyectos de innovación y desarrollo de productos propios, entre otros.

Diseñar pruebas para los dos puntos de convergencia entre cadenas globales de valor y sistemas regionales de innovación que quedaron pendientes en la propuesta teórica como la relación entre gobernanza (CGV) e instituciones (SRI) y el escalamiento en producto y funcional en empresas tecnológicas mexicanas. En términos empíricos esto es posible porque los resultados de la encuesta contienen información relacionada con algunos aspectos de estas dimensiones.

Se recomienda revisar la encuesta para que permita captar más elementos relacionados con los Startups tecnológicos y profundizar en el análisis cuantitativo de estos.

Finalmente, desarrollar un estudio de caso múltiple para Startups tecnológicos que permitan elaborar replicas teóricas sobre la teoría existente sobre estos emprendimientos. Además, se puede extender el estudio tanto cuantitativo como cualitativo a otras formas de emprendimientos tecnológicos como los Spinoffs académicos.

BIBLIOGRAFIA

- Alarcón Osuna, M. y Díaz Pérez, C. (2016). La empresa de base tecnológica y su contribución a la economía mexicana en el periodo 2004-2009. *Contaduría y Administración*, 61(1).
- Altenburg, T. (2000). *Linkages and Spill-overs between Transnational Corporations and Small and Medium-Sized Enterprises in Developing Countries—Opportunities and Policies*. Working Papers 5/2000.
- Alvesson, M. (1993). Organizations as Rhetoric: Knowledge-Intensive Firms and the Struggle with Ambiguity. *Journal of Management Studies*, 30(6), 997–1015.
- Amable, B., Barré, R., y Boyer, R. (1997). *Les systèmes d'innovation à l'ère de la globalisation*, Economica, Paris.
- Ampudia, L., y De Fuentes, C. (2008). La industria de maquinados industriales en Querétaro y Juárez. En Dutrénit, G. (Coord.) *Sistemas Regionales de Innovación: Un espacio para el desarrollo de las Pymes, el caso de la industria de maquinados industriales*. UAM-Textual, 108-131.
- Asheim, B., Coenen, L., y Henning, S. (2003). Nordic SMEs and Regional Innovation Systems, 1–95. Recuperado el 28 de octubre de 2016 en: [http://nordicinnovation.org/Global/_Publications/Reports/2003/Nordic SMEs and Regional Innovation Systems.pdf](http://nordicinnovation.org/Global/_Publications/Reports/2003/Nordic_SMEs_and_Regional_Innovation_Systems.pdf)
- Autio, E. (1997). Atomistic and Systemic Approaches to Research on New, Technology-based Firms: A Literature Study. *Small Business Economics*, 9, 195–209.
- Bell, M. y Pavitt, K. (1993). Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrast Between Developed and Developing Countries, *Industrial and Corporate Change*, 2(2), 157-210.
- Bell, M. y Pavitt, K. (1995). The Development of Technological Capabilities, en I.U. Haque (Ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*, Washington, The World Bank, 69-101.
- Bell, M. y Albu, M. (1999). Knowledge Systems and Technological Dynamism in Industrial Clusters in Developing Countries, *World Development*, 27(9), 1715–1734.
- Boulant, J., Brezzi, M. y Veneri, P. (2016). Income Levels and Inequality in Metropolitan Areas: A Comparative Approach in OECD Countries, *OECD Regional Development Working Papers*, No. 2016/06, OECD Publishing, Paris.
- Breschi, S. y Malerba, F. (1997). Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries, en Edquist, C. (editor), *Systems of Innovation, technologies, institutions and organizations*. Cap. 6, 130-156.
- Barras, R. (1986). Towards a theory of innovation in services. *Research Policy*, 15(4), 161–173.
- Blomström, M., Globerman, S. y Kokko, A. (1999). The determinants of host country spillovers from foreign direct investment: review and synthesis of literature, *EIJS Working Paper*, No. 76, p.24.

- Breschi, S. y Lissoni, F. (2001). Knowledge Spillovers and Local Innovation Systems: A Critical Survey. *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 975–1005.
- Capone, G., Malerba, F. y Orsenigo, L. (2013). Spinoffs in different contexts: theory and empirical evidence, *35th DRUID Conference*, Barcelona, 7-19.
- Carlsson, B. y Stakiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems, *Journal of Evolutionary Economics*, 1(2), 93-118.
- Cattaneo, O., Gereffi, G. y Staritz, C. (eds). (2010). Global Value Chains in a Postcrisis World. *A Development Perspective*, The World Bank.
- Carrillo, J. y Hualde, A. (1996). Maquiladoras de tercera generación. El caso de Delphi-General Motors. *Espacios*. Vol. 3(8).
- Carrillo, J. y Zarate, R. (2004). Proveedores en la industria electrónica en Baja California, en Carrillo, J. y Padilla, R., (Coords.) *La industria maquiladora mexicana*, El Colef-UdG, pp. 193-220.
- Carrillo, J. Villavicencio, D., De los Santos, S. y Plascencia, I. (2016). *Made in Mexico. Desafíos para la ciencia y la innovación en la frontera norte*. EL COLEF-COMECSO, 208 pp.
- CEPAL. (2015). La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe. *CEPAL Report LC/G264*, Santiago de Chile.
- Cohen, W. y Levinthal D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Sciences Quarterly*, 35(1), 128-152.
- Contreras, O., Carrillo, J. y Alonso, J. (2012). Local entrepreneurship within global value chains: a case study in the Mexican automotive industry, *World Development*, 40(5), 3-1023.
- Contreras, O., Carrillo, J. y Olea, J. (2012). Desprendimientos de las multinacionales ¿Una vía para el aprendizaje y la innovación en empresas locales?, en Carrillo, C., Hualde, A., y Villavicencio, D., (Coords.) *Dinámicas de la innovación en México, dinámicas sectoriales, territoriales e institucionales*, El Colef, cap. 9, pp. 303-336.
- Contreras, O. y Carrillo, J. (2015). Los enfoques analíticos y las políticas de innovación en el norte de México, en Carrillo, Jorge y Oscar Contreras (Coords.), *Experiencias estatales y transfronterizas de innovación en México*, México: El Colef y COMECSO, pp. 25-50.
- Colombo, M., D’Adda, D. y Pirelli, L. H. (2016). The participation of new technology-based firms in EU-funded partnerships: The role of venture capital. *Research Policy*, 45(2), 361–375.
- Cooke, P. (1992). Regional Innovation Systems, clusters, and the Knowledge Economy, *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 945-975.
- Cooke, P., Uranga, M. y Etxebarria, G. (1998). Regional systems of innovation: an evolutionary perspective. *Environment and Planning*, 30(9), 1563–1584.
- Cooke, P. (2001). Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy, *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 945-974.
- Coombs, C. (1964), *A theory of data*, John Wiley & Sons, pp. 585.

- Chaminade, C. y Vang, J. (2008). Upgrading in Asian Clusters: Rethinking the Importance of Interactive Learning, *Science, Technology & Society*, 13(1), 61–94.
- Christensen, C. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Harvard Business School Press, p. 225.
- Dahl, M. S., Pedersen, C. Ø. R. y Dalum, B. (2003). Entry by spinoff in a high-tech cluster. *DRUID Working Papers*.
- Dahl M., Østergaard C. y Dalum B. (2010). Emergence of regional clusters: the role of spinoffs in the early growth process, en R. Martin y R. Martin (Eds.) *The Handbook of Evolutionary Economic Geography*, Edward Elgar Publishing, UK, pp. 205-221.
- De Fuentes, C. y Dutrénit, G. (2008). Diferencias en los mecanismos de derramas de conocimiento en dos localidades mexicanas. *Economía y Sociedad*, 14(22), 47-69.
- De Fuentes, C. (2010). Spinoffs in the metal-mechanic sector in Mexico: the case of machine tools, *Atlantic Schools of Business 40th Annual Conference Halifax*, pp. 161-175.
- Den Hertog, P. y Bilderbeek, R. (2000). The New Knowledge Infrastructure: The Role of Technology-Based Knowledge-Intensive Business Services in National Innovation Systems, en Boden, M. y Miles, I. (Eds), *Services and the knowledge-based economy*. Ed. Continuum, UK, Cap. 13, pp. 222-246.
- Doloreux, D. y Shearmur, R. (2012). The Use of Knowledge-Intensive Business Services in SME Manufacturing Firms in Quebec: Performance Diagnosis and Drivers of Innovation by Sector and Region, *Institut national de la recherche scientifique, Centre-Urbanisation Culture Societé*, Montréal.
- Dutrénit, G. (2001). Reflexiones sobre la metodología de estudio de caso para analizar los procesos de aprendizaje en las firmas, en Flores, J. y R. Tirado (Eds.), *Economía Industrial y Agrícola en México ante la Apertura*, México, UAM-X, pp.115-134.
- Dutrénit, G. y Vera-Cruz A. (2005). Spillovers from MNCs through worker mobility and technological and managerial capabilities of SMEs in Mexico, *Innovation: Management, Policy and Practice*, 7(2-3), pp. 274-297.
- Dutrénit, G., Vera-cruz, A., Arias A., Sampedro, J.L. y Urióstegui, A. (2006). *Acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México: el caso de la industria maquiladora de exportación*, Metodología, UAM-Porrúa, Capítulo 4, pp. 58-68.
- Dutrénit, G., Capdevielle, C., Corona, J.M., Puchet, A., Santiago, F. y Vera-Cruz A. (2010). *El Sistema Nacional de Innovación Mexicano: Instituciones, Políticas, Desempeño y Desafíos*. UAM-Textual, 450 p.
- Edquist, C., y Lundvall, B.-A. (1991). Comparing the Danish and Swedish systems of innovation, *Working Paper (77)*, Department of Technology and Social Change, University of Linköping, Sweden.
- Edwards, P., Edwards, T., Ferner, A., Marginson, P. y Tregaskis, O. (2007). Employment Practices of MNCs in Organizational Context: A Large-Scale Survey: Report of Main Survey, *INTREPID Network*, King's College London, Warwick University, University of Limerick y De Montfort University, UK. Recuperado el 3 de diciembre de 2016 en:

http://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/wbs/projects/mncemployment/conference_papers/full_report_july.pdf

- Ernst, D. (2002). Global production networks and the changing geography of innovation systems. Implications for developing countries, *Economics of Innovation and New Technology*, 11(6), 497-523.
- Ernst, D. y Kim, L. (2002). Global production networks, knowledge diffusion and local capability formation, *Research Policy*, 31, 1417-1429.
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (1995). The Triple Helix University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge-Based Economic Development, *EASST Review* 14, 14-19.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*, Pinter Publishers, London.
- Freeman, C. (1995). The National System of Innovation in historical perspective, *Cambridge Journal of Economics*, 19, 5-24.
- Galindo-Rueda, F. y Van Cruysen, A. (2016). Testing innovation survey concepts, definitions and questions: findings from cognitive interviews with business managers, *OECD technical papers*, Science, Technology and Innovation.
- Gandini, L., Lozano, F. y Gaspar, S. (2015). *El retorno en el nuevo escenario de la migración entre México y Estados Unidos*, CONAPO, 188 p.
- Gereffi, G. (1994). The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks, en Gereffi, G., y Korzeniewicz, M. (Eds), *Commodity Chains and Global Capitalism*, Praeger Publishers, pp. 95–122.
- Gereffi, G., Korzeniewicz, M. y Korzeniewicz, R. (1994). Introduction: Global Commodity Chains, en Gereffi, G. y Korzeniewicz, M. (Eds.), *Commodity Chains and Global Capitalism*, Praeger Publishers. Pp. 352.
- Gereffi, G., Humphrey, J. y Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains, *Review of International Political Economy*, 12(1), 78-104.
- Gereffi, G. y Fernandez-Stark, K. (2011). *Global Value Chain Analysis: A Primer*, Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University Press, 40 p.
- Gereffi, G., y Fernandez-Stark, K. (2016). *Global Value Chain Analysis: A Primer*, Center on Globalization, Governance & Competitiveness, 2^a edition, Duke University Press, USA.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowothy, H., Schwartzman, S., Scott, P. y Trow, M. (1994). *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, SAGE Publications, 192 p.
- Giuliani, E., Pietrobelli, C. y Rabellotti, R. (2005). Upgrading in Global Value Chains: Lessons from Latin American Clusters, *World Development*, 33(4), 549–573.
- Guido, B. (2007). Opportunity Spinoffs and necessity Spinoffs, Max Planck Institute of Economics, *Papers on economics and evolution* 718, 1-31.
- Granovetter, M. (2005). The impact of social structure on economic outcomes, *Journal of Economic Perspectives*, 19(1), 33-50.

- Granstrand, O. (1998). Towards a theory of the technology-based firm. *Research Policy*, 27(5), 465–489.
- Hair, J., Anderson, E. Tatham, R. y Black, W. (1998). *Multivariate Data Analysis*. Prentice Hall, 5ta. Edición, 768 p.
- Hatcher, L. (1994). *A step by step approach to using the SAS system for factor analysis and structural equation modeling*. SAS Institute press, 588 p.
- Heckler, D. (2005). High-technology employment: a NAICS-based update. *Monthly Lab. Rev.*, (July), 57–72. Recuperado el 30 de octubre de 2016 en: http://heionline.org/hol/cgi-bin/get_pdf.cgi?handle=hein.journals/month128§ion=77
- Hempel, C. y Oppenheim, P. (1948). Studies in the logic of explanation. *Philosophy of Science*, 15, 135–175.
- Hirakawa, O., Muendler, M-A. y Rauch, J. (2010). Employee spinoffs and other entrants: stylized facts from Brazil, *NBER Working Paper Series*, No. 15638, p. 37.
- Humphrey, J. y Schmitz, H. (2000). *Governance and Upgrading in Global Value Chains*, Institute of Development Studies, University of Sussex, UK.
- Humphrey, J. y Schmitz, H. (2002). How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? *Regional Studies*, 36(9), 16.
- INEGI. (2013). Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México: SCIAN 2013, no. 588. Recuperado el 20 de septiembre de 2016 en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/scian/presentacion.aspx>
- _____ (2014a). Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología 2012 Síntesis metodológica ESIDET - MBN Instituto Nacional de Estadística y Geografía. viii, p.299.
- _____ (2014b). *Censos Económicos (2014): Baja California* / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 88 p.
- _____ (2014b). *Censos Económicos (2014): Chihuahua* / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 95 p.
- _____ (2015a). *Censos Económicos 2014*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, viii, 76 p.
- _____ (2015b). *Encuesta Intercensal 2015, principales resultados* / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 98 p.
- _____ (2016). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2016, ENOE principales resultados* / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 18 p.
- _____ (2017). *Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera 2017, EMIM principales resultados* / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Recuperado el 25 de mayo de 2017 en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/establecimientos/secundario/emim/>
- Jensen, M., Johnson, B., Lorenz, E. y Lundvall, B-Å. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation, *Research Policy*, 36, 680–693.

- Kaplinsky, R. (2000). Globalisation and unequalisation: What can be learned from value chain analysis, *The Journal of Development Studies*, 37(2), 117.
- Kile, C. y Phillips, M. (2009). Using industry classification codes to sample high-technology firms: Analysis and recommendations. *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, 24, 35.
- Kim, L. (1999). Building technological capability for industrialization: analytical frameworks and Korea's experience. *Industrial and Corporate Change*, 8(1), 111–136.
- Klepper, S. (2001). Employee Startups in High-Tech Industries, *Industrial and Corporate Change*, 10(3), 639-674.
- Klepper, S. y Sleeper, S. (2005). Entry by Spinoffs, *Management Science*, 51(8), 1291-1306.
- Klepper, S. y Thompson, P. (2005). Spinoff Entry in High-Tech Industries: Motives and Consequences, en Malerba, F., y Brusoni, S. (Eds), *Perspectives on Innovation*, Cambridge University Press, cap. 6, pp. 187-218.
- Klepper, S. (2009). Spinoffs: A review and synthesis, *European Management Review*, 6, 159-171.
- Klepper, S. y Thompson, P. (2010). Disagreements and intra-industry spinoffs, *International Journal of Industrial Organization*, 6, 159-171.
- Laursen, K. (2011). User–producer interaction as a driver of innovation: costs and advantages in an open innovation model, *Science and Public Policy*, 38(9), 713–723.
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*, 20(2), 165–186.
- Lee, E. y Wilson, C. (2015). *The U.S.-Mexico Border Economy in Transition*, Woodrow Wilson International Center for Scholar, USA, 151 p.
- Leonard-Barton, D. (1990). A Dual Methodology for Case Studies - Synergistic Use of a Longitudinal Single Site with Replicated Multiple Sites. *Organization Science*, 1(3), 248–266.
- Levinthal, D. A. (2016). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Strategic Management Journal*, 35(3), 128–152.
- Levitt, B. y March, J. G. (1988). Organizational Learning. *Ann. Rev. Social*, 14, 415–441.
- Lundvall, B-Å. (1988). *Product Innovation and User-Producer Interaction*, Aalborg University Press, Aalborg.
- _____ (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter Publishers, London.
- _____ (2002). *Innovation, Growth and Cohesion: The Danish Model*, Edward Elgar, Cheltenham.
- _____ (2007). National innovation systems-analytical concept and development tool, *Industry and Innovation*, 14(1), 95-119.
- Lundvall, B-Å. y Johnson, B. (1994). The Learning Economy, *Journal of Industrial Studies*, 1(2), 23-42.

- Lundvall, B-A., Johnson, B., Andersen, E. y Dalum, B. (2002). National system of production, innovation and competence building, *Research Policy*, 31, 213-231.
- Lundvall, BA., Jurowetzki, R. y Lema, R. (2014). Combining the Global Value Chain and the Innovation system perspectives. A new agenda for Globelics research? *Asialics Conference, Daegu, Korea*, September 25th, 2014.
- Malerba, F. y Nelson, R. (2011). Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries, *Industrial and Corporate Change*, 20(6), 1645-1675.
- Merton, R.K. (1968). *Social Theory and Social Structure*, Macmillan USA, pp. 713.
- Morrison, A., Pietrobelli, C. y Rabelotti, R. (2008). Global Value Chains and Technological Capabilities: A Framework to Study Learning and Innovation in Developing Countries, *Oxford Development Studies*, 36:1, pp.39-58.
- Miles, I., Kastrinos, N., Flanagan, K., Bilderbeek, R., Den Hertog, P., Huntink, W. y Bouman, M. (1995). Users, Carriers and Sources of Innovation. *Report to DG13 SPRINT-EIMS*, (March), 1–117.
- Muller, E. y Doloreux, D. (2007). The key dimensions of knowledge-intensive business services (KIBS) analysis: a decade of evolution. *Working Papers Firms and Region. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research*.
- Muller, E. y Doloreux, D. (2009). What we should know about knowledge-intensive business services. *Technology in Society*, 31(1), 64–72.
- Navaretti, G. y Venables, A. (eds.). (2004). *Multinational Firms in the World Economy*, Princeton University Press, 352 p.
- Nelson, R. (ed.). (1993). *National Innovation Systems. A comparative analysis*, Oxford University Press.
- Nonaka, I. y H. Takeuchi. (1995). *The knowledge-creating company*, Oxford University Press, Nueva York.
- Nooteboom, B. (2000). *Learning and innovation in organizations and economies*, Oxford University Press, UK.
- _____ (2007). Optimal Cognitive Distance and Absorptive Capacity, *Research Policy* 36, 1016–1034.
- _____ (2009). *A cognitive theory of the firm*, Edward Elgar Publisher, UK.
- OECD. (1997). *National Innovation Systems*, OECD publications, France.
- _____ (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, European Communities*, 3d. ed., OECD Publishing, Paris.
- _____ (2006). *Territorial Reviews: Competitive Cities in the Global Economy*. OECD Publishing, Paris.
- _____ (2009a). *OECD Reviews of regional innovation: 15 Mexican states*. OECD Publishing, Paris.

- _____ (2009b). The Paso del Norte Region, US-Mexico: Self-Evaluation Report, *OECD Reviews of Higher Education in Regional and City Development*, IMHE. Recuperado el 20 de noviembre de 2016 en: <http://www.oecd.org/edu/imhe/regionaldevelopment>
- _____ (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. 6ta. revision. OECD Publishing, Paris.
- _____ (2016). *OECD Regions at a Glance 2016*, OECD Publishing, Paris. Recuperado el 20 de noviembre de 2016 en: http://dx.doi.org/10.1787/reg_glance-2016-en
- Pietrobelli, C. y Rabellotti, R. (2004). Upgrading in clusters and value chains in Latin America: the role of policies, Inter-American Development Bank, *Sustainable Development Department Best Practices Series*, Washington, USA.
- _____ (2011). Global value chains meet innovation systems: are there learning opportunities for developing countries? *World Development*, 39(7), 1261-1269.
- Porter, M. (1990). The Competitive Advantage of Nations, *Harvard Business Review*, March-April, pp. 72-91.
- _____ (2000). Locations, clusters, and company strategy, en Clark, G., Feldman, M. y Gertler, M. (eds), *The Oxford handbook of economic geography*, Oxford University Press, pp. 253-74.
- Roberts, E.B. y Malone, D.E. (1996). Policies and structures for spinning off new companies from. *R & D Management*, 26, 17-48.
- Rogers, E., Takegami, S. y Yin, J. (2001). Lessons learned about technology transfer, *Technovation*, 21, 253-261.
- Rosenberg, N. (1982). *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 304 pp.
- Saliola, F. y Zanfei, A. (2009). Multinational firms, global value chains and the organization of knowledge transfer, *Research Policy* 38, 369-381.
- Saxenian, A. (1994). *Regional advantage: culture and competition in Silicon Valley and Route 128*, Harvard University Press.
- Secretaría de Economía. (2016). Inversión Extranjera Directa en México y en el Mundo: Carpeta de Información Estadística. DGIE. México, pp. 32. Recuperado el 3 de diciembre de 2016 en: http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/170917/Carpeta_IED_1_.pdf
- SEDESOL, CONAPO, e INEGI. (2012). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010*. Recuperado el 3 de diciembre de 2016 en: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Delimitacion_zonas_metropolitanas_2010_Capitulos_I_a_IV
- Sierdjan, K. (2004). Spinoff firms and individual Startups. Are they really different? *44th Congress of the European Regional Science Association*, Porto, Portugal.
- Simon, H. (1991). Bounded rationality and organizational learning. *Organization Science*, 2(1), 125-134.

- Schumpeter, J. (1934). The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle. *Harvard Economic Studies*, 46(2), 255.
- Smelser, N. y Swedberg, R. (Eds.). (2005). *The Handbook of Economic Sociology*, Princeton University Press, 725 p.
- Schuschny, A. y Soto, H. (2009). Guía metodológica diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. *Comisión Económica Para América Latina y El Caribe*. Recuperado el 20 de diciembre de 2016 en:
<http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/7/36127/W255-2.pdf>
- Steffensen, M., Rogers, E. y Speakman, K. (1999). Spinoffs from research centers at a research university, *Journal of Business Venturing*, 15, 93-11.
- Teece, D., Pisano, G. y Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management, *Strategic Management Journal*, 8(7), 509-533.
- Teece, D. y Pisano, G. (2004). The Dynamic Capabilities of Firms. *Handbook on Knowledge Management*, 3, 195–213.
- The Community Innovation Survey. (2012). The Harmonised Survey Questionnaire. *European Commission y Eurostat*. Recuperado el 30 de octubre de 2016 en:
<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/203647/203701/Harmonised+survey+questionnaire+2012/164dfdfd-7f97-4b98-b7b5-80d4e32e73ee>
- UNCTAD. (2015). World Investment Report 2015: Reforming International Investment Governance, *United Nations Publication*, Geneva, 253 p.
- _____ (2016). World Investment Report 2016-Investor nationality: Policy Challenges. *United Nations Publication*. Recuperado el 3 de diciembre de 2016 en:
http://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx?IF_ActivePath=P,9&sCS_ChosenLang=en
- Wagner, J. (2007). Exports and productivity: a survey of evidence from firm -level data, *The World Economy*, 30, 60-82.
- Wallerstein, I. (1984). *The Politics of the World-Economy*. New York: Cambridge University Press.
- Whitley, R. (1992). *Business Systems in East Asia*, SAGE, London.
- Van de Ven, A. y Huber, G. (1995). *Longitudinal field research methods*, Sage, California.
- Van de Velde, E., Clarysse, B., Wright, M., Rayp, G. y Bruneel, J. (2007). Exploring the boundary between entrepreneurship and corporate venturing: from assisted spin-outs to entrepreneurial Spinoffs, *Working Paper Universiteit Gent*, no. 472.
- Vera-Cruz, A. y Dutrénit, G. (2004). Las pymes ante las redes de proveedores de la maquila: ¿reto o utopía?, en Carrillo, J., y Partida, R. (Coords.) *La industria maquiladora mexicana, Aprendizaje tecnológico, impacto regional y entornos institucionales*, COLEF/UdG, 221-245.
- Vang, J. y Asheim, B. (2006). Regions, Absorptive Capacity and Strategic Coupling with High-Tech TNCs Lessons from India and China, *Science Technology Society*, 11, 39-66.

ENTREVISTAS

Ingeniero Jesús M. Márquez [*entrevista*], 2017, Procesos Industriales de Manufactura Automatizada S.A. de C.V., por Oscar F. Contreras y Maciel García, Pymes mexicanas intensivas en conocimiento en la región fronteriza de México y Estados Unidos, Ciudad Juárez, Chihuahua, El Colegio de la Frontera Norte, 6 de noviembre.

Ingeniero Javier Acosta [*entrevista*], 2017, Mecatrónica Industrial S.A. de C.V., por Oscar F. Contreras y Maciel García, Pymes mexicanas intensivas en conocimiento en la región fronteriza de México y Estados Unidos, Ciudad Juárez, Chihuahua, El Colegio de la Frontera Norte, 7 de noviembre.

Técnico Joaquín Martínez [*entrevista*], 2017, KTL Manufacturing S.A. de C.V., por Oscar F. Contreras y Maciel García, Pymes mexicanas intensivas en conocimiento en la región fronteriza de México y Estados Unidos, Ciudad Juárez, Chihuahua, El Colegio de la Frontera Norte, 24 de octubre.

Ingeniero Fernando Luna [*entrevista*], 2017, Avantti Medi Clear S.A. de C.V., por Oscar F. Contreras y Maciel García, Pymes mexicanas intensivas en conocimiento en la región fronteriza de México y Estados Unidos, Ciudad Juárez, Chihuahua, El Colegio de la Frontera Norte, 24 de octubre.

ANEXO 1. Clases del SCIAN consideradas como intensivas en conocimientos (KIBS) y/o de base tecnológica (NTBF) dentro del proyecto “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimientos en la región fronteriza México y Estados Unidos”, El Colef-Conacyt No. 1442.

Clases		Descripción de la actividad económica
1	115113	Beneficio de productos agrícolas
2	115119	Otros servicios relacionados con la agricultura
3	115210	Servicios relacionados con la cría y explotación de animales
4	115310	Servicios relacionados con el aprovechamiento forestal
5	213111	Perforación de pozos petroleros y de gas
6	213119	Otros servicios relacionados con la minería
7	326194	Fabricación de otros productos de plástico de uso industrial sin reforzamiento
8	331510	Moldeo por fundición de piezas de hierro y acero
9	332420	Fabricación de tanques metálicos de calibre grueso
10	332710	Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general
11	332810	Recubrimientos y terminados metálicos
12	333242	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria del hule y del plástico
13	333246	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria del vidrio y otros minerales no metálicos
14	333249	Fabricación de maquinaria y equipo para otras industrias manufactureras
15	333510	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmeccánica
16	333610	Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones
17	333999	Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general
18	334110	Fabricación de computadoras y equipo periférico
19	334220	Fabricación de equipo de transmisión y recepción de señales de radio y televisión, y equipo de comunicación inalámbrico
20	334310	Fabricación de equipo de audio y de video
21	334410	Fabricación de componentes electrónicos
22	334519	Fabricación de otros instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico
23	334610	Fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos
24	335920	Fabricación de cables de conducción eléctrica
25	336310	Fabricación de motores de gasolina y sus partes para vehículos automotrices
26	336320	Fabricación de equipo eléctrico y electrónico y sus partes para vehículos automotores
27	336330	Fabricación de partes de sistemas de dirección y de suspensión para vehículos automotrices
28	336340	Fabricación de partes de sistemas de frenos para vehículos automotrices
29	336350	Fabricación de partes de sistemas de transmisión para vehículos automotores
30	336360	Fabricación de asientos y accesorios interiores para vehículos automotores
31	336370	Fabricación de piezas metálicas troqueladas para vehículos automotrices

32	336390	Fabricación de otras partes para vehículos automotrices
33	336410	Fabricación de equipo aeroespacial
34	511210	Edición de software y edición de software integrada con la reproducción
35	518210	Procesamiento electrónico de información, hospedaje y otros servicios relacionados
36	541330	Servicios de ingeniería
37	541380	Laboratorios de pruebas
38	541420	Diseño industrial
39	541510	Servicios de diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados
40	541610	Servicios de consultoría en administración
41	541620	Servicios de consultoría en medio ambiente
42	541690	Otros servicios de consultoría científica y técnica
43	541711	Servicios de investigación científica y desarrollo en ciencias naturales y exactas, ingeniería y ciencias de la vida, prestados por el sector privado
44	562111	Manejo de residuos peligrosos y servicios de remediación a zonas dañadas por materiales o residuos peligrosos
45	811219	Reparación y mantenimiento de otro equipo electrónico y de equipo de precisión

Fuente: proyecto “Formación y escalamiento de Pymes intensivas en conocimiento en la región fronteriza México y Estados Unidos” El Colef-Conacyt, No. 1442.

ANEXO 2. Cuestionario del proyecto “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimientos en la región fronteriza México y Estados Unidos”. El Colef-Conacyt No. 1442.



**El Colegio
de la Frontera
Norte**

Carretera Escénica Tijuana-Ensenada,
Km 18.5, San Antonio del Mar, 22560
Tijuana, Baja California, México.

Cuestionario

Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento

El Colef-Conacyt No. 1442

Presentación

Esta investigación busca identificar los mecanismos mediante los cuales las Pymes tecnológicas fortalecen sus capacidades tecnológicas y empresariales, así como los procesos de escalamiento. La información obtenida mediante este cuestionario será utilizada con estricta confidencialidad y su difusión pública se hará exclusivamente en forma de tabulados estadísticos agregados, sin que se identifique a las empresas ni a los empresarios.

I. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	
1. Datos de la empresa:	
Nombre de la empresa:	
Página web y/o redes sociales:	
2. Datos persona que responde:	
Nombre de la persona que responde:	
Teléfono:	
E-mail:	
3. Posición en la empresa:	
Propietario	
Socio	
Gerente	
4. ¿Cuál es la actividad principal de esta empresa?	
Producción	
Servicios	
Comercio / venta	
5. Principales productos o servicios que oferta esta empresa:	
Producto o servicio 1	
Producto o servicio 2	
6. Forma de propiedad de esta empresa:	
Persona física	
Sociedad mercantil	
7. Año de inicio de operaciones de esta empresa:	
8. Número de empleados:	
Al inicio de operaciones:	
Actualmente:	

II.- ORIGEN DE LA EMPRESA
9. ¿Obtuvo apoyo del gobierno para la formación de esta empresa?
No
Si, nombre del programa (o programas)
10. Sobre el principal cliente al inicio de operaciones
Nacional
Extranjero
Ambos
Nombre del cliente 1
11. Sobre el 2do principal cliente al inicio de operaciones
Nacional
Extranjero
Ambos
Nombre del cliente 2
III.- PERFIL DEL EMPRESARIO (A) Y DE LOS EMPLEADOS (AS)
12. Empresario:
Nombre del(la) empresario(a) fundador(a):
Lugar de nacimiento:
13. Edad actual
14. ¿Cuál es el último grado académico cursado del empresario(a)?
15. Licenciatura/ingeniería:
Nombre de la institución:
Nombre del grado:
16. Maestría:
Nombre de la institución:
Nombre del grado:
17. Doctorado:
Nombre de la institución:
Nombre del grado:
18. ¿Habla un idioma adicional al español?
No
Inglés
Otro, indique :
TRAYECTORIA LABORAL DEL (LA) EMPRESARIO (A)
19. Número de empleos del empresario(a) previos a la creación de su empresa:
20. ¿Cuál fue el primer empleo más importante del(la) empresario(a)?
Nombre de la empresa:
Localización
21. Duración en dicho empleo (años)
22. Actividad de la empresa
23. Origen de la empresa
24. Función principal que realizaba
25. ¿Cuál fue el segundo empleo más importantes del(la) empresario(a)?

Nombre de la empresa:
Localización
26. Duración en dicho empleo (años)
27. Actividad de la empresa
28. Origen de la empresa
29. Función principal que realizaba
30. ¿Cuántos empleos tuvo en Empresas Multinacionales? (Empresas que operan en más de un país con más de 350 empleados distribuidos internacionalmente, ejemplo Wal-Mart, Ford, Microsoft, Femsa, HSBC y Samsung)
FORMACIÓN ACADÉMICA DE LOS EMPLEADOS
31. De los empleados de esta empresa, aproximadamente, qué porcentaje tienen actualmente estudios de:
Bachillerato o menos
Técnico
Licenciatura
Ingeniería
Posgrado
32. Aproximadamente, ¿qué porcentaje de los empleados hablan inglés actualmente?
33. Indique la distribución del personal de esta empresa actualmente en las siguientes funciones en porcentaje
Indirectos: Administración, contabilidad, ventas y compras
Servicio al cliente
Producción
Ingeniería, diseño y desarrollo de productos
IV.- EMPRESA, CLIENTES Y PROVEEDORES
34. Tipo de clientes a los que se orienta esta empresa en porcentajes:
Empresas Multinacionales (extranjeras y mexicanas) (%)
Empresas mexicanas con presencia Nacional (%)
Empresas mexicanas con presencia Local (%)
Gobierno (%)
35. ¿Esta empresa es proveedora de al menos una Empresa Multinacional?
No
Si
36. Para las dos empresas multinacionales (EMN 1) y (EMN 2) que ha sido proveedor responda lo siguiente:
(EMN 1) País de origen:
(EMN 1) Sector:
(EMN 1) Actividad:
(EMN 1) Producto / servicio que provee:
(EMN 2) País de origen:
(EMN 2) Sector:
(EMN 2) Actividad:
(EMN 2) Producto / servicio que provee:

37. ¿Qué tipo de proveedores tiene esta empresa? (porcentajes):
Empresas mexicanas locales (Pymes) (%)
Empresas mexicanas nacionales (%)
Empresas Multinacionales (extranjeras o mexicanas) (%)
38. Aproximadamente, describa la distribución de los siguientes activos esta empresa en porcentaje (%):
Planta física (%)
Maquinaria y equipo (%)
Equipo de cómputo, sistemas de información y software (%)
Patentes, licencias y marcas
39. ¿Con qué certificación(es) cuenta esta empresa?
ISO 9000 (Gestión de calidad)
ISO 13485 (Disp. Médico)
IATF 16949 (Automotriz)
AS 9100 (Aeroespacial)
FAA (Aeronáutico EUA)
NADCAP (Procesos aeroespaciales)
FDA (certificación de producto)
FDA (certificación de planta)
ISO 22000 (Inocuidad)
Otro (especifique)
HACCP (Inocuidad de alimentos)
ISO 14000 (Gestión Ambiental)
ISO 18000 (Seguridad e Higiene)
MOPROSOFT (Software – México)
CMMI (Software – Internacional)
ISO 17025 (Acreditación de laboratorios)
UL (Producto)
CE Mark (Unión Europea)
C-TPAT (Seguridad en cruces fronterizos)
V.- APRENDIZAJE, INNOVACIÓN Y ESCALAMIENTO
40. De la siguiente lista, seleccione la casilla que mejor describa a esta empresa para el período 2015, 2016 y 2017.
41. ¿La empresa cuenta con un programa formal anual para las actividades de la lista anterior?
Si
No
42. De la siguiente lista, seleccione la casilla que mejor describa a esta empresa para el período 2015, 2016 y 2017.
43. Durante los últimos 3 años, ¿esta empresa introdujo innovaciones al principal producto o servicio?
No
Si

44. Describa la principal innovación en el producto y/o en el servicio.
45. Clasifique el tipo de innovación el producto y/o en el servicio.
Incremental: Producto o servicio mejorado significativamente
Radical: Producto o servicio nuevo con respecto a sus capacidades, relación con el usuario, componentes o sub-sistemas en el mercado
Ambos.
46. La innovación fue desarrollada por:
La empresa
Otra empresas u organización
Ambas
47. Durante los últimos 3 años, ¿esta empresa introdujo innovaciones al principal proceso?
No
Si
48. Describa la principal innovación en el proceso
49. Clasifique el tipo de innovación en el proceso.
Incremental: Es la adopción de métodos tecnológicos de producción o servicios significativamente mejorados
Radical: Producto o servicio nuevo en el mercado con respecto a sus capacidades, relación con el usuario y componentes o sub-sistemas.
Ambas.
50. La innovación fue desarrollada por:
La empresa
Otra empresas o institución
Ambas
51. Ordene jerárquicamente las siguientes fuentes de innovación para esta empresa (Del 1 al 5, donde 1 indica la más importante).
52. De la siguiente lista, durante los últimos 3 años, ¿Qué porcentaje de los ingresos destinó a las siguientes actividades de innovación?
Compra de maquinaria, equipo, software e infraestructura.
Compra de conocimiento existente de otra empresa u organización
Actividades de entrenamiento para la innovación
Diseño de productos y/o servicios
I+D dentro de la empresa
I+D externa
53. Durante los últimos 3 años, ¿cómo han cambiado los procesos de esta empresa, con respecto a los siguientes indicadores:
¿En qué porcentaje mejoró la productividad de la empresa? (colocar signo negativo si ha disminuido)
¿En qué porcentaje los costos asociados al principal producto o servicio se ha reducido? (colocar signo negativo si han aumentado)

54. ¿En qué medida se han automatizado y digitalizado los procesos de esta empresa en el período 2015, 2016 y 2017? (aproximadamente)
55. Cantidad de productos o servicios ofertados por esta empresa:
Hace 3 años
Actualmente
56. ¿La empresa realizó funciones de mantenimiento, sub-ensamble, ensamble, empaçado, transportación y/o comercialización para otras empresas?
Si
No
57. ¿La empresa realizó cambios en la prestación de servicios, a funciones de investigación y desarrollo de nuevos servicios, diseño, post-venta, desarrollo de marca y franquicias?
Si
No
V.- VINCULACIÓN CON EMPRESAS MULTINACIONALES
58. De la siguiente lista ¿cuáles actividades realizó su empresa con al menos una Empresa Multinacional en el período 2015, 2016 y 2017?
59. Para las dos principales empresas multinacionales (EMN 1) y (EMN 2) que ha sido proveedor responda lo siguiente:
VI.- VINCULACIÓN CON EL SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN
60. ¿Esta empresa tuvo vínculos con al menos una Universidad en los últimos 5 años?
Si
No
61. ¿Cuál(es) vínculo(s) ha establecido con Universidades?
Fue incubada en una universidad
Cursos, capacitación y talleres para empleados
Acuerdos para formación profesional del personal (licenciatura y posgrado)
Prácticas profesionales de estudiantes y/o estancias de profesores en esta empresa
Desarrollo de proyectos tecnológicos y de innovación
Otro (especifique)
62. ¿Esta empresa tuvo vínculos con al menos un Centro de Investigación en los últimos 5 años?
Si
No
63. ¿Cuál(es) vínculo(s) ha establecido con Centros de Investigación ?
Fue incubada en una Centro de Investigación
Asesoría tecnológica
Prácticas profesionales de estudiantes y/o estancias de profesores en esta empresa
Pruebas, metrología, calidad y control
Estancias de investigadores en esta empresa
Desarrollo de proyectos tecnológicos y de innovación
Otro (especifique)

64. ¿Esta empresa recibió apoyo de programas gubernamentales en los últimos 5 años?
65. ¿Qué tipo de apoyo ha recibido?
Certificaciones (Si / No)
Nombre del programa (Certificaciones)
Financiamiento para proyectos tecnológicos y de innovación (Si/No):
Nombre de del programa (Financiamiento para proyectos tecnológicos y de innovación)
Financiamiento para maquinaria y equipo (Si / No):
Nombre del programa (Financiamiento para maquinaria y equipo):
Financiamiento para TICs y/o Software
Nombre del programa (Financiamiento para TICs y/o Software)
Otro:
66. ¿Esta empresa está afiliada a una cámara empresarial?
Si
No
67. Nombre de la Cámara empresarial
68. ¿Esta empresa está afiliada a un clúster?
Si
No
69. Nombre del clúster
70. El proceso de incubación lo realizó como:
71. Año de incubación
72. Tipo de apoyo brindado
Apoyo en elaboración del plan de negocio
Financiamiento
Capital semilla
En especie (¿En qué consistió?)
73. Tipo de universidad
Privada
Pública

ANEXO 3. Guion de entrevista semiestructurada del proyecto “Formación y escalamiento de Pymes intensivas en conocimiento en la región fronteriza México y Estados Unidos”.
El Colef-Conacyt No.1442.



Carretera Escénica Tijuana-Ensenada, Km 18.5, San Antonio del Mar, 22560 Tijuana, Baja California, México.

Guion de entrevista semiestructurada para empresarios

Pymes intensivas en conocimiento: Spinoffs y Startups

El Colef-Conacyt No. 1442

Fecha		2018
Nombre del entrevistador		

Datos de la Empresa

Nombre de la Empresa (razón social)	Domicilio: calle, número, colonia, C.P. ciudad (llenado previamente)
¿Cuál es el Giro/actividad principal de la empresa? ¿Cuál es el servicio(s) y/o producto(s) principal(es)? (llenado por el entrevistador, corroborar en caso necesario)	
Teléfono de la empresa (llenado previamente)	
Redes sociales (llenado previamente)	

I. Perfil del empresario entrevistado

Nombre	Edad	Lugar de nacimiento
¿Qué es usted en la empresa?		
Teléfono y e-mail (llenado por el entrevistador, corroborar en caso necesario)		

a. Formación académica del empresario

¿Cuál es su nivel máximo de escolaridad terminado?
¿Cuáles son algunos de los logros más importantes de su trayectoria académica?
Durante su formación universitaria ¿Formó alguna empresa o realizó el intento de emprender?
¿Ha realizado estudios de especialidad, diplomados y/o certificaciones?
¿Alguna parte de sus estudios fueron en el extranjero?
¿Ha tenido experiencia en docencia o de investigación en universidades, centros de investigación y/o institutos técnicos?
¿Qué idiomas maneja y en qué porcentaje?

b. Antecedentes laborales del entrevistado

¿Cuántos empleos previos a la creación de esta empresa tuvo usted?				
¿Tuvo experiencia laboral en Empresas Multinacionales? (omitir si ya lo mencionó)				
Sí contestó afirmativamente:				
Describa su(s) principal(es) empleo(s) en EMN (en orden de importancia)				
Nombre EMN 1	Giro 1	Origen 1	Puesto 1	Tiempo 1
Nombre EMN 2	Giro 2	Origen 2	Puesto 2	Tiempo 2
¿Tuvo alguna(s) empresa(s) previo a crear esta?				

c. Aprendizaje en la EMN (preguntar en caso que el empresario haya tenido experiencia laboral en EMN)

¿Describa cuáles fueron las principales funciones que realizó en la(s) EMN(s) o empresa(s) en la que laboró?	EMN 1	EMN 2
En su paso por la(s) EMN(s) (solicitar que describa la experiencia en caso afirmativo)		
¿Participó en actividades de entrenamiento en filiales extranjeras?		
¿Participó en la mejora o innovación de procesos y productos/servicios?		
¿Participó en proyectos tales como Certificación de calidad, TICs y Desarrollo de proveedores?		
¿Realizó actividades de vinculación o relaciones con universidades, centros de investigación o instituciones gubernamentales?		
¿Estableció relaciones sociales y profesionales con empleados de otras EMN?		
¿Detectó alguna oportunidad de negocio y/o nichos de mercado para crear su propia empresa?		
En su opinión ¿Cuál fue la actividad que más contribuyó a su aprendizaje tecnológico y organizacional en la EMN?		

II. La empresa

a. Origen

¿Cómo surgió la idea de crear esta empresa? ¿En qué año inicio operaciones esta empresa? En caso de tener socios ¿Cómo fue el proceso para organizar la empresa?
¿Hubo algún evento disparador que influyó en la formación de esta empresa? (omitir si ya lo mencionó)
¿Laboraba en otra empresa o estudiaba al momento de emprender? (omitir si ya lo mencionó)
¿Cuáles eran los productos o servicios que ofertaban en un inicio?
¿Con cuántos empleados inicio? (omitir si ya lo mencionó)
¿Cómo obtuvo el capital inicial?
¿Cómo eran la infraestructura y los procesos en un inicio?
¿Cómo ha evolucionado la empresa?

b. Situación actual de la empresa

¿Cuántos empleados son actualmente? (omitir si ya lo mencionó)
¿Cuál es la distribución de los empleados por funciones o departamentos?
¿Cuál es la distribución de grado de escolaridad de los empleados, aproximadamente? (En porcentajes o número)
¿Quiénes son sus principales clientes? y ¿hacia qué mercado se orienta? (Describa a los dos o tres más importantes)
¿Tiene como clientes a EMN? Describa los dos o tres casos más importantes (Esta pregunta se relacionada con la sección V)
¿Quiénes son sus principales proveedores y cómo son las relaciones con estos? (contratos formales, nacionales o importaciones, etc.)
¿Quiénes son sus principales competidores?
¿Puede darnos algún(nos) ejemplos de las principales estrategias implementadas, en los últimos 3 años, en términos de clientes, proveedores y competidores?

III. Capacidades tecnológicas, organizacionales y de innovación de la empresa

En los últimos 3 años, ha realizado inversiones en: Maquinaria y equipo, TICs, consultoría, Certificaciones o en Capacitaciones de personal?
¿Qué papel juegan los empleados en el mejoramiento de la capacidad de producción, organizacional y de innovación?
¿Cuáles considera que son las principales capacidades tecnológicas (o bien en tecnologías) con que cuenta la empresa? (Ingeniería, control de calidad, TICs, automatización, equipamiento)
¿Cuáles considera que son las principales capacidades organizacionales (gestión, sistemas administrativos, marketing, procesos) de la empresa? (Gestión, calidad, equipos de trabajo, certificaciones)
¿Cuáles considera que son las principales capacidades para innovar con que cuenta la empresa? (Diseño de productos y servicios, I+D, consultoría externa, proyectos tecnológicos, vínculos con IES/CI)
En la evolución de las capacidades tecnológicas y organizacionales ¿ Qué acciones y/o estrategias han sido exitosas?
¿ Cómo financia (o ha financiado) la mejora de capacidades de la empresa?
En cuanto a obtener o crear conocimiento ¿Qué acciones ha realizado o realiza la empresa para obtenerlo?

IV. Innovación y escalamiento

a. Innovación

¿Qué experiencia(s) nos puede compartir de innovación en proceso(s) que haya tenido la empresa? Describa.
Escalamiento En los últimos 3 años ¿cómo han evolucionado los principales procesos ? Describa.
¿Qué experiencias de innovación en el(los) producto(s) o servicio(s) tiene en la empresa? Describa.
Escalamiento En los últimos 3 años ¿cómo han cambiado los principales productos y/o servicios de la empresa? Describa.
¿Qué experiencias de innovación a nivel organizacional tiene la empresa? Describa.
¿Qué experiencias de innovación en marketing tiene la empresa? Describa.
¿Qué factores considera que han motivado la realización de innovaciones en la empresa?
¿Cuentan con un programa formal para realizar innovaciones en la empresa? Describa.
¿Cuáles son las principales actividades de innovación que realiza la empresa? (omitir si ya lo mencionó)
¿Cómo financia las actividades de innovación de la empresa? (omitir si ya lo mencionó)

b. Escalamiento funcional e intersectorial

Proceso
Producto
Descartar si ya se preguntó en la sección anterior.
Funcional

En cuanto a su giro y principales productos y/o servicios, en los últimos 3 años ¿Se han modificado sus funciones o cambiado de giro de actividad? Se han movido a actividades de mayor valor
Intersectorial En los últimos 5 años ¿Han proveído a empresas de distintos sectores al que usted pertenece? ¿Cuáles? ¿Ha percibido beneficios al moverse de un sector a otro?
¿Cómo evaluaría el desempeño en general de la empresa en los últimos 5 años?

V. Vinculación con EMN

Sí en el último año tiene como cliente al menos a una EMN ¿Con cuál(es) EMN mantiene relaciones o vínculos? ¿Cómo inicio está relación de proveeduría?
¿Qué productos y/o servicios oferta a la EMN? (omitir si ya lo mencionó) ¿Qué porcentaje del total de ventas son a EMN? (omitir si ya lo mencionó)
¿Cómo fue el proceso de convertirse en proveedor?
¿Cuáles han sido las principales oportunidades y barreras en la relación con la EMN?
¿Han colaborado en proyectos de mejora de procesos, productos/servicios con la EMN? ¿Cómo fue esta colaboración y cuál fue el resultado(s)?
¿La EMN ha transferido conocimientos o tecnologías a su empresa? Si es así ¿de qué clase? Y ¿Cómo ha sido el proceso de transferencia?
¿Qué beneficio percibe de la relación con la EMN?
En su relación con la EMN ¿Han colaborado terceros como universidades, centros de investigación, gobierno o fondos públicos?

VI. Vinculación con SRI

¿Esta empresa ha colaborado con alguna(s) universidad(es) en los últimos 5 años? En caso positivo. ¿En qué consistió esta colaboración?
¿Esta empresa ha colaborado con algún centro de investigación en los últimos 5 años? ¿En qué consistió esta colaboración?
¿Esta empresa ha solicitado apoyo a algún organismo empresarial en los últimos 5 años? En caso de pertenecer ¿Percibe beneficios de ser socio de organismos empresariales?
¿Esta empresa ha solicitado apoyos de alguna institución gubernamental o fondo público en los últimos 5 años? En caso positivo, describa. En caso de haber recibido apoyos financieros ¿Comente que aspectos podrían mejorarse por parte de la institución o del fondo público?
Opiniones de política del empresario. En su experiencia: ¿Cuáles considera que son las necesidades de las Pymes tecnológicas más importantes que podrían atender las instituciones gubernamentales, las políticas de CTI y/o fondos públicos? ¿Qué aspectos o características de la región impactan de forma positiva en el desempeño de Pymes tecnológicas? y ¿cuáles de forma negativa? ¿Qué acciones de política se requieren para formar un entorno favorable para las Pymes tecnológicas en la región?

ANEXO 4. Estimación del modelo 2 con constante no significativa (Capítulo IV).

Anexo 4.1. Resumen del modelo 2 con constante, variable dependiente: innovación

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
2	,626 ^a	.392	.380	1.32612	1.454

a. Predictores: (Constante), CA

Fuente: Elaborado con datos de la encuesta “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” (SPSS V21).

Anexo 4.2. Análisis de Varianza (ANOVA^a) del modelo 2 con constante

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
2	Regresión	58.948	1	58.948	33.520	,000 ^b
	Residuo	91.447	52	1.759		
	Total	150.395	53			

a. Variable dependiente: Innovación

b. Predictores: (Constante), CA

Fuente: Elaborado con datos de la encuesta “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” (SPSS V21).

Anexo 4.3. Coeficientes del modelo 2 con constante, variable dependiente: innovación

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95.0% intervalo de confianza para B	
		B	Error estándar	Beta			Límite inferior	Límite superior
2	(Constante)	1.250	.659		1.898	.063	-.072	2.572
	CA	.701	.121	.626	5.790	.000	.458	.944

Fuente: Elaborado con datos de la encuesta “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento” (SPSS V21).

Maciel García es maestro en Economía con especialidad en Teoría Económica por la Universidad de Guadalajara y candidato a doctor en Ciencias Sociales y Estudios Regionales por El Colegio de la Frontera Norte, México. Sus intereses de investigación se focalizan en el análisis sociológico y económico de nuevas empresas intensivas en conocimiento y de base tecnológica; el análisis de cadenas regionales y globales de valor en sectores tecnológicos, y el análisis de sistemas regionales de innovación en México. Realizó estancias de investigación en la Aix-Marseille Université, en Francia, en la University of California, en Davis, y fue Research Fellow en la University of California, en San Diego, Estados Unidos. Es miembro regular de la Society for the Advancement of Socio-Economics (SASE). Participa en el proyecto de investigación “Formación y escalamiento de Pymes mexicanas intensivas en conocimiento en la región fronteriza de México y Estados Unidos” en El Colef, el cual es financiado por el Conacyt.

El Colegio de la Frontera Norte.

Correo electrónico: mgarciadcs@colef.mx

© Todos los derechos reservados. Se autorizan la reproducción y difusión total y parcial por cualquier medio, indicando la fuente.

Forma de citar:

García Fuentes, Maciel (2018). “Empresas tecnológicas en Tijuana y Juárez: Entre las Cadenas Globales de Valor y los Sistemas Regionales de Innovación (1994-2017)”. Tesis de Doctorado en Ciencias Sociales con Especialidad en Estudios Regionales. El Colegio de la Frontera Norte, A.C. México. 291 pp.

