

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA
CALIFORNIA**
**FACULTAD DE ECONOMÍA Y RELACIONES
INTERNACIONALES**
PROGRAMA DE DOCTORADO EN ESTUDIOS DEL DESARROLLO GLOBAL



TESIS:

***“Dinámica transfronteriza de transferencia tecnológica en el
sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos de Baja
California, México”***

**PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN ESTUDIOS DEL DESARROLLO GLOBAL**

**PRESENTA:
ROSALBA FABIOLA RODRÍGUEZ CERÓN**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. ALEJANDRO MUNGARAY LAGARDA**

Tijuana, Baja California, junio de 2016

ÍNDICE

Introducción	4
Capítulo 1. El sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos a nivel global y local	14
1.1. Características a nivel global del sector	14
1.2. Características del sector en México	18
1.3. Características y tendencias del sector en Baja California	20
1.3.1. Características del empleo en el sector	34
1.3.2. Intensidad tecnológica, según especialización médica y clasificación de los dispositivos médicos	37
Capítulo 2. Conceptualizando la transferencia tecnológica internacional.	
Revisión de la literatura	45
2.1. Aproximaciones para una definición de TT	47
2.2. Definición de tecnología	54
2.2.1. Taxonomía de la tecnología	58
2.2.2. Niveles de la transferencia tecnológica	59
Capítulo 3. Marco Metodológico.....	61
3.1. Delimitación del objeto de estudio.....	61
3.2. Marco de análisis: Modelo de contingencia efectiva de la transferencia de tecnología, de Bozeman.....	63
3.3. Variables de estudio	65
3.3.1. El entorno de la TT	67
3.3.2. Agentes de la TT: Multinacionales y universidades.....	68
3.3.3. Mecanismos formales de la TT.....	75
3.3.4. Alcances o efectos directos de la TT	97
3.3.5. Otras externalidades indirectas de la TT.....	99
Capítulo 4. Resultados de la transferencia tecnológica en el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos en Baja California	103
4.1. Contexto transfronterizo del sector.....	103
4.1.1. Un espacio de análisis: la región transfronteriza.....	103
4.1.2. La región transfronteriza Tijuana-San Diego	106
4.1.3. El sector de equipo y dispositivos médicos en Estados Unidos.....	113
4.1.4. Composición del sector en su contexto transfronterizo	121
4.2. Contexto local del sector. Una política pública estatal de clústeres	128
4.2.1. Clúster de Productos Médicos de las Californias	132
4.2.2. Ley de Promoción de la Competitividad y el Desarrollo Económico en Baja California	135
4.3. Canales y mecanismos de transferencia tecnológica en el sector	136
4.3.1. Inversión extranjera directa (IED).....	137
4.3.2. Adquisición de tecnología incorporada	143
4.3.3. Capacitación laboral (training).....	147
4.3.4. Movilidad laboral.....	151
4.3.5. Pagos de regalías.....	153
4.3.6. Asesorías y consultorías	154

4.4. Alcances de la transferencia tecnológica en el sector	156
4.4.1. Productividad de las empresas.....	156
4.4.2. Procesos de producción del sector.....	158
4.4.3. Principales certificaciones en el sector	165
4.5. Resultados o externalidades indirectas de la TT	167
4.5.1.Vinculación con los agentes de la cadena de valor: proveedores locales.....	167
4.5.2. Vinculación con instituciones de educación superior (IES) y centros de investigación	173
4.5.3. Participación en programas de estímulos a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación	176
Conclusiones.....	179
Referencias	184
Anexo	197

INTRODUCCIÓN

La transferencia tecnológica, entendida ésta como el resultado de la dinámica de un conjunto de elementos (agente transferidor, objeto de la transferencia y el receptor de la transferencia), y cuyo grado de éxito depende de la interacción de los múltiples factores internos y el contexto, se considera no sólo un elemento cada vez más importante en términos de sus beneficios para el crecimiento económico, sino también es un medio o fuerza que proporciona el entorno necesario para el surgimiento y desarrollo de la innovación. Dicha transferencia interesa tanto al nivel intraorganizativo como interorganizativo. Este último toma más auge ya que las empresas ante el continuo cambio tecnológico y el peso de la innovación, han de cooperar con otras empresas para alcanzar sus objetivos en investigación, desarrollo e innovación tecnológica. Antes de hablar de innovación, resulta oportuno acercarnos a un elemento más básico como es la transferencia tecnológica, en especial del conocimiento.

En el nivel macro, la tecnología es uno de los principales factores que impulsan el desarrollo económico global. A nivel micro, representa una de las fuerzas primordiales en la estrategia competitiva de las empresas. El crecimiento económico de cada nación está indisolublemente vinculado a la exitosa transferencia internacional de tecnología (Teece, 1977, p. 242; Gee, 1981). Autores como M. Abramovitz (1956), R. Solow (1957) y Nathan Rosenberg (1986) han proporcionado evidencia sobre el impacto del cambio tecnológico en la economía. Por ejemplo, Nathan Rosenberg y Claudio Frischtak (1983) advierten que la innovación y el cambio tecnológico, junto con las fuerzas económicas, están detrás de las largas olas de crecimiento del capitalismo moderno, además de la reducción de costos y la liberalización de recursos para otros usos, incremento de la productividad y la creación y difusión de nuevos productos o procesos.

Por su parte, diversos organismos internacionales –la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, por sus siglas en inglés), la Organización Mundial del Comercio (OMC) y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI)– también reconocen a la tecnología como una herramienta esencial para la generación de desarrollo económico sostenible en el tiempo, aunque su transferencia y

difusión debe operar bajo ciertas condiciones sociales apropiadas para que ésta pueda desempeñar un rol importante.

En el marco de la globalización, se han registrado cambios significativos no sólo en la producción de tecnología sino también en sus formas y mecanismos de intercambio internacional: *a)* una mayor interrelación entre ciencia y tecnología; *b)* una creciente preocupación por el desarrollo de capacidades tecnológicas locales, incluyendo las de innovación, como un medio para alcanzar la autonomía tecnológica; *c)* una mayor importancia de los procesos de aprendizaje producto de la cooperación; *d)* un aumento del intercambio internacional de conocimiento tecnológico desincorporado (tanto de bienes intangibles como de servicios tecnológicos); y *e)* una ampliación de los mecanismos de transferencia tecnológica mucho más complejos y sofisticados (Sztulwark y Lavarello, 2009, p. 444; González Sabater, 2009).

Respecto a la capacidad tecnológica, objetivo clave de la TT, Bell y Pavitt (1995) la describen como las habilidades más amplias que se requieren para iniciar un proceso de mejoras conducentes a un sendero de crecimiento y desarrollo sostenido. La definición de capacidades tecnológicas implica conocimientos y habilidades para adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías. Para Lall (1992), el desarrollo de las capacidades tecnológicas es el resultado de inversiones realizadas por las firmas en respuesta a estímulos externos e internos, y en interacción con otros agentes económicos tanto privados como públicos, locales y extranjeros. En tanto, Cohen y Levinthal (1990), la capacidad de absorción se define en función de la “habilidad de la empresa para reconocer el valor de la información externa, asimilarla y aplicarla para fines comerciales”. Básicamente, esa habilidad puede suponer conocimientos generados en los departamentos formales de I+D, en el entorno de producción de la empresa o simplemente derivados de los individuos que forman parte de ella (Bittencourt y Giglio, 2013). Villavicencio y Arvanitis (1994) la consideran como la capacidad para integrar, manejar, desarrollar y dominar la tecnología adquirida. Así, la transferencia de tecnología más que un problema de adquisición es, ante todo, una cuestión de aprendizaje y apropiación. Pellissier (2008, p. 69) distingue entre el almacenamiento del conocimiento (como acciones), la transferencia

de conocimiento (como un flujo) y la transformación del conocimiento (como la interacción). También en Lugones (2008) y Domínguez y Brown (2004).

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE), los intercambios comerciales de bienes físicos (tangibles) de 1990 a 2001 aumentaron a una tasa menor (5.2% promedio anual) frente a las transacciones de tecnología desincorporada (7.4%) (OCDE, 2000). Durante la década de los ochenta, los productos más dinámicos procedieron de sectores industriales con un componente muy importante de investigación y desarrollo. Entre 1978 y 1988, la proporción de exportaciones de gran densidad de tecnología en el total de exportaciones aumentó del 21.5 al 28.6% (UNTACD, 1993, p. 9). Al respecto, Cimoli y Dosi (1994, p. 678) señalan que en los años sesenta y setenta los flujos de tecnología dura (bienes de capital) a las economías en desarrollo crecieron con rapidez y durante los ochenta la intensidad del proceso se redujo.¹ Mientras que en la década de los setenta se dio un auge de los flujos de bienes tecnológicos desincorporados.

En relación con las regalías y los derechos de licencia derivados de la venta internacional de activos intelectuales, éstos crecieron, entre 1990 y 2009, a un ritmo medio anual de 9.9%. En 1990, tan sólo 62 países adquirieron licencias sobre tecnologías de otros países, pero, en 2007, había 147 países que lo hacían. Del mismo modo, en 1990, 43 países concedieron licencias sobre sus tecnologías, en tanto que, en 2007, la cifra había alcanzado los 143 países. Si bien prácticamente todas las tecnologías sobre las que se conceden licencias tienen su origen en países de ingresos altos, hay ligeros cambios en la composición geográfica de los países que compran y venden tecnologías. A lo largo del último decenio, la proporción de ingresos procedentes de países de ingresos medianos (como el Brasil, China y la India) que participan en la venta y la compra de tecnologías en todo el mundo aumentó del 1% en 1999 al 2% en 2009. El crecimiento sigue concentrado en algunos sectores que destacan, a saber, la biotecnología, la electrónica, los semiconductores y las tecnologías de la información y la comunicación (OMPI, 2012). Al

¹ En el caso mexicano, Carrillo y Plascencia (s/f, p.17) señalan que, durante los años setenta, las políticas del gobierno estuvieron dirigidas a crear “una base industrial modesta y con un cierto grado de desarrollo tecnológico” que buscaba impulsar la industrialización del país desde la base del Estado. En tanto en la década de los ochenta, se dio un abandono de apoyo científico y tecnológico que afectaría todos los sectores industriales del país.

respecto, Baranson (1970, 1978, 1985) señala que los países en desarrollo, especialmente los países del sudeste asiático, prefirieron la concesión de licencias o la participación mayoritaria de propiedad que el control extranjero vía la inversión extranjera directa (IED) por las posibilidades de desarrollo de aprendizaje tecnológico, con los resultados exitosos ya conocidos (Japón, Corea del Sur y más recientemente China).

También es un hecho que, en las últimas tres décadas, la mayor parte del comercio mundial basado en transacciones que involucra el movimiento internacional de tecnología está vinculado a las corporaciones multinacionales, las cuales son consideradas las más prolíficas proveedoras de transferencia tecnológica (Simon, 1991, p. 6). Existe amplia literatura que señala que el agente primario de los países de origen de la transferencia tecnológica es la corporación multinacional (Davidson, 1980; Wilkins, 1974; Mansfield, Edwin y Romeo, 1980; Lake, 1979; Glass y Saggi, 2002; UNCTAD, 1993, 2001, 2005, 2012; UNIDO, 2008; Pellissier, 2008; Goldberg, Branstetter, Goddard y Kuriakose, 2008; Williams y Gibson, 1990). Esto se explica en parte porque, a partir de la década de 1960, el establecimiento de la propiedad de la filial extranjera fue el método predominante de la expansión en el extranjero por parte de las empresas multinacionales y principal fuente de transferencia de tecnología (Marton, 1986, p. 411).

Así, a la luz de la revisión de la literatura resulta oportuno analizar el comportamiento de uno de los sectores más dinámicos de Baja California y del país, principalmente por el enorme hueco que hay al respecto y por la perspectiva del presente análisis. Cabe señalar que se han estudiado otras industrias con potencial en el estado, pero básicamente desde las perspectivas del clúster, entre ellas están la de electrónica (Carrillo, 2003), la aeroespacial (Carrillo y Hualde, 2009; Plascencia, 2013), de *software* (Hualde y Gomis, 2004), la vitivinícola (Sánchez y Mungaray, 2009) y de biotecnología (Plascencia, López y Alcalá, 2015). De manera particular, son pocos los trabajos que hacen referencia a algún aspecto del sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos en Baja California. Aragon, Campos y Fouquet (2009) analizan tres estudios de caso de la aparición de actividades de exportación exitosas en México, incluido el del sector en la entidad. Vargas Leyva (2006) analiza el perfil de competencias profesionales demandados por cinco sectores industriales

de Tijuana, entre ellos el de dispositivos médicos. También se encuentran los esfuerzos como el reporte de Innovación sin fronteras, preparado por Morris, Owens y Walshok (2005), el cual da cuenta del área de oportunidad que representan varias industrias de la región transfronteriza San Diego/Baja California, así como el trabajo de Brugues *et al.* (2014), el cual destaca la importancia de este sector respecto a la concentración laboral en la región CaliBaja (el segundo más concentrado).

En el caso particular de este trabajo, la transferencia que tienen lugar en el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos de Baja California se enmarca en la transferencia intrafirma, entendiendo ésta como aquella que toma lugar a través de empresas o dueños subsidiarios, y cuyo proceso se da dentro de las fronteras de la propia firma, en oposición a la transferencia entre firmas. Bajo esta lógica, los procesos de transferencia intrafirma son aquellos tanto creados y desarrollados dentro de la firma (matriz-filial) como los procesos de transferencia interna de la tecnología adquirida externamente. La transferencia intrafirma contempla aquella que es generada por sus propios medios como la I+D, la adquirida externamente (de otras compañías del sector o de los proveedores, clientes), y la transferida entre divisiones o áreas dentro de la empresa (Petronia, Verbano y Venturini, 2015, p. 53; Teece, 1976). Para el caso del presente estudio, es la transferencia que ocurre vía las empresas transnacionales y sus subsidiarias en el marco de la actividad de manufactura.

No obstante que el grueso del sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos de Baja California opera bajo el esquema de la industria maquiladora de exportación (IME), ello no significa que dentro de las maquiladoras no ocurran procesos de transferencia tecnológica, en particular las destinadas a incrementar las capacidades de producción, incluso en algunos casos también sus capacidades tecnológicas. Como trayectoria de aprendizaje industrial, algunos autores han considerado la experiencia acumulada por las regiones en donde se han asentado las maquiladoras (Benito-Bilbao, Sánchez-Fuente y Otegi-Olaso, 2015; p.195; Martínez *et al.*, 2013).

Al respecto, Contreras y Munguía (2007) señalan que los “tigres asiáticos” crearon sus

propias industrias locales a partir de la presencia de maquiladoras, sobre la base de una estrategia de desarrollo económico y tecnológico, la cual fue acompañada de la normatividad junto con estrategias específicas para generar encadenamientos productivos locales y transferencia tecnológica. Por ejemplo, en Corea del Sur, las maquiladoras fueron la plataforma para crear su propia industria automotriz y electrónica; en Taiwán, con la electrónica mundialmente competitiva; en Malasia, con la textil y electrónica propia, y Singapur, con un sector electrónico vigoroso.

El objetivo del presente trabajo es explorar, a partir de sus diferentes elementos, la dinámica del proceso de la transferencia tecnológica intrafirma en el sector de equipo y dispositivos médicos de Baja California en el contexto de la región transfronteriza. De este objetivo general, se desprenden los siguientes específicos: 1) identificar las principales características de los agentes de la transferencia tecnológica en el sector –transfresores o de origen y los receptores; 2) establecer los mecanismos por los cuales fluye la tecnología al interior de las empresas en el sector de equipo y dispositivos médicos de Baja California, esto es, la transferencia intrafirma; 3) mostrar los resultados o alcances de la TT intrafirma en el desarrollo de las capacidades tecnológicas de las empresas y de la industria en Baja California; y 4) explorar las externalidades o efectos indirectos de la transferencia tecnológica en el sector de Baja California en el entorno local, tales como la aparición de proveedores, vínculos de colaboración con universidades y centros de investigación, entre otros.

Las preguntas centrales que guían este trabajo son: ¿Cuáles son los mecanismos por los cuales los corporativos transnacionales –matriz– conducen la transferencia tecnológica a sus filiales o subsidiarias del sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos en Baja California? ¿Cuáles son los resultados de la transferencia tecnológica en el sector en Baja California? ¿Qué efectos o externalidades tiene la transferencia tecnológica vertical en el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos de la entidad?

Este trabajo pretende demostrar que debido a las características de los emisores y receptores de la transferencia tecnológica –carácter multinacional y de manufactura,

relación matriz-filial– y el entorno regional con su componente transfronterizo y local – concentración geográfica, política de clúster e incentivos de desarrollo tecnológico–, la transferencia tecnológica del sector de equipo y dispositivos médicos de Baja California está , privilegiando la capacitación laboral.

La principal conclusión de este trabajo es que, en el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos de Baja California, los mecanismos de transferencia –realizados principalmente por las empresas matriz– han privilegiado el incremento de las capacidades de producción, tales como la manufactura de nuevos productos, la incorporación de distintos procesos técnicos más complejos y el aumento de certificaciones de las empresas. Mientras que los efectos de la transferencia tecnológica en la localidad, como la creación de redes de abastecimiento y vínculos de colaboración con instituciones de educación superior, han sido limitados.

Esta investigación está organizada en cuatro capítulos. El primer capítulo presenta un diagnóstico de lo general a lo particular sobre la industria de equipo y dispositivos en el mundo, México y Baja California, a fin de ubicar las principales características y tendencias del sector en diferentes ámbitos geográficos. En el caso de Baja California, se pretende, en primer lugar, analizar las características estructurales de la industria y, por ende, de las empresas como agentes receptores de la transferencia en su relación matriz-filial: número, tamaño, origen, localización, fuerza laboral, remuneraciones, tipo de productos y clasificación, entre otros aspectos útiles para describir el objeto de estudio, y comprender en qué contexto se desarrollan las actividades de transferencia tecnológica y capacidades tecnológicas en el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos. En este sentido, las empresas son consideradas como las depositarias centrales, aunque de ninguna manera únicas, del conocimiento tecnológico, por lo tanto sus características organizacionales y de conducta específicas afectan el ritmo y la dirección de las capacidades tecnológicas y de innovación de un territorio (Cimoli y Dosi, 1994). Esto significa que ciertos rasgos tienden a fortalecerse debido a su interacción con el entorno, aunado a que cada país, región o localidad ha respondido a las tendencias de la

globalización en maneras diferentes. En esta sección se trata de entender el sector ubicándolo en su contexto sectorial y territorial.

En el segundo capítulo, se expone el marco conceptual para el análisis del proceso de transferencia tecnológica. Para ello, se realiza una revisión de la literatura sobre el tema, incluyendo las principales perspectivas de análisis, los indicadores, los tipos de transferencia, los factores, las etapas y las principales fuentes o agentes de este proceso –las multinacionales y la inversión extranjera directa (IED), las universidades–, entre otros aspectos. Conceptos como tecnología y su tipología, el saber cómo (*know-how*) y las capacidades tecnológicas también resultan muy útiles para contextualizar la TT.

El tercer capítulo describe la metodología empleada en el presente trabajo. Como marco de referencia de análisis, esta investigación emplea el modelo de contingencia efectiva de la transferencia de tecnología (*Contingency effectiveness model of technology transfer*, en inglés), de Bozeman (2000; 2015), el cual resulta muy útil para explicar los impactos de la transferencia de tecnología en términos de quién está haciendo la transferencia, la forma en que lo están haciendo, lo que está siendo transferido y hacia quién (Bozeman, 2000, p. 637). Esto es, permite identificar algunos de los factores o variables que determinan los resultados de los procesos de transferencia tecnológica, y de manera particular la que tiene lugar en la industria de productos médicos de Baja California: las características y la interacción entre los agentes de la TT, los mecanismos de TT y el (contexto).

Este modelo permite entender el camino que han elegido las empresas del sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos de Baja California para acceder a la tecnología y capturar el conocimiento tecnológico. A partir de las diferentes bases de datos sobre el sector de dispositivos médicos de Baja California, se estableció un universo de 61 empresas. Para la conformación de la base de datos de la presente investigación, se retomó la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), del INEGI, sobre la industria manufacturera de fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio y artículos oftálmicos en Baja California y del Clúster de Productos Médicos de Baja California.

El cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos en torno a las variables de análisis del proceso de transferencia tecnológica que tiene lugar a nivel intrafirma en el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos del estado de Baja California. En primer lugar, en este apartado se analiza el entorno de la TT, tanto su componente transfronterizo – el comportamiento y la interacción que hay entre las empresas matrices ubicadas en California-San Diego y las plantas de manufactura en Baja California–, como su componente local –la política de desarrollo económico basada en el modelo de clúster para acrecentar la competitividad de la región. Asimismo, a la luz de la literatura, se identifican los principales mecanismos por los cuales fluye la tecnología al interior de las empresas en el sector, esto es, la transferencia intrafirma.

También se muestran los resultados o alcances de la TT intrafirma en el desarrollo de las capacidades productivas de las empresas, pero también de sus capacidades tecnológicas. Esta sección también explora las externalidades o efectos indirectos de la transferencia tecnológica en el entorno local, tales como la aparición de proveedores, vínculos de colaboración con universidades y centros de investigación, entre otros efectos. Para el caso de Baja California, la intensidad tecnológica y las actividades de transferencia de las empresas del sector son motivadas principalmente por las empresas matriz.

La última parte concluye con una serie de reflexiones y hallazgos en torno al papel de los actores y el entorno de la transferencia tecnológica en el sector de equipo y dispositivos médicos de Baja California y la región transfronteriza, así como los retos que enfrenta la entidad para aprovechar la presencia de las empresas multinacionales, la cercanía con uno de los centros más importantes del sector en Estados Unidos, como es el estado de California, y la política de desarrollo empresarial basada en el clúster. Si bien en la esfera privada de las empresas no es viable la intervención directa gubernamental, resulta vital trabajar en un entorno adecuado para aumentar las capacidades tecnológicas. Sin pretender descubrir el hilo negro, se busca hacer algunas recomendaciones de política pública para capturar el conocimiento tecnológico y aprovechar los procesos de transferencia de las empresas matriz a las filiales.

CAPÍTULO 1. EL SECTOR DE MANUFACTURA DE EQUIPO Y DISPOSITIVOS MÉDICOS A NIVEL GLOBAL Y LOCAL

1.1. Características a nivel global del sector

La industria de dispositivos médicos está integrada por empresas dedicadas actividades tanto de investigación y desarrollo como de manufactura y comercialización de productos médicos usados para diagnosticar, tratar y prevenir enfermedades, restaurar el correcto funcionamiento del organismo y corregir la estructura del cuerpo (FUMEC, 2009, p. 2).

Los dispositivos médicos varían en cuanto a su tamaño, complejidad, presentación y uso. Según la definición de *Global Harmonization Task Force* (GHTF o Grupo de trabajo internacional para la armonización), se entiende por dispositivo médico: “todo instrumento, aparato, utensilio, máquina, implante, reactivo *in vitro* o calibrador, *software*, material o producto similar o relacionado que no logra el efecto principal perseguido en o sobre el organismo humano por medios farmacológicos, inmunológicos o metabólicos y está concebido para ser empleado en seres humanos con alguno(s) de los siguientes fines: el diagnóstico, la prevención, la vigilancia, el tratamiento o el alivio de enfermedades; el diagnóstico, la vigilancia, el tratamiento, el alivio o la compensación de una lesión; la investigación, la sustitución, la modificación o el apoyo de la anatomía o de un proceso fisiológico; el apoyo o el mantenimiento de la vida; el control de la concepción; la desinfección de otros dispositivos médicos; y el suministro de información con fines médicos o diagnósticos mediante el examen *in vitro* de muestras extraídas del cuerpo humano” (OMS, 2012a, p. 8).

De acuerdo con diversos organismos mundiales, la industria de los dispositivos médicos es una de las más vitales y dinámicas de la economía mundial debido a los avances científicos y tecnológicos y al cuidado de la salud (OMS, 2012a, p.14; Clearwater, 2011). En 2012, la producción del sector ascendió a 635 mdd (millones de dólares) y se estima que, gracias a las nuevas tecnologías y tendencias demográficas, la tasa media de crecimiento anual (TMCA) para 2012-2020 será de 7.6%, mientras que para 2020 la producción mundial

alcanzará los 1,138 mdd, con crecimientos mayores en mercados emergentes como es el caso de China.

En 2012, cerca de 63% (tres quintas partes) de los ingresos mundiales de las ventas de dispositivos médicos procedían de los continentes americano (Estados Unidos, 36.6%; Canadá, 1.4%) y europeo (Alemania, 7.1%; Suiza, 4.0%; Italia, 2.6%). En tanto, más del 75% de los ingresos mundiales por ventas correspondían a seis países: Estados Unidos en primera posición (36.6%), le seguían China (18.8%), Alemania (7.1%), Japón (5.6%), Suiza (4.0%) e Italia (2.6%) (Secretaría de Economía, 2013, p. 7).

Para 2008, la industria de dispositivos médicos estaba compuesta por más de 27 mil empresas en el mundo, las cuales proporcionaban empleo a alrededor de un millón de personas y dedicadas a manufacturar cerca de 10 mil categorías diferentes de productos para el uso clínico y la salud (Gaviria 2013, p. 69). La industria es liderada por Estados Unidos: más de la mitad de las compañías líderes en dispositivos médicos son de origen norteamericano (63%) y la mayoría de las restantes son empresas europeas (30%) y japonesas (6%). Así, Estados Unidos no sólo cuenta con 19 de las 30 principales empresas de manufactura de dispositivos médicos, sino que la mayoría de estas empresas tienen su sede corporativa en ese país –excepto once– al tiempo que han establecido fábricas en países en desarrollo (ver *tabla 2.1*). Cabe mencionar que de estas empresas líderes mundiales, dos tienen una planta de producción en Baja California (10%). Sin embargo, Estado de México y Chihuahua son las entidades con más presencia de empresas líderes mundiales del sector.

Además, en 2008, Estados Unidos había cerca de ocho mil empresas funcionando, sin contar las sucursales distribuidas por el mundo (OMS, 2012a, pp. 15-16). Para Aragon, Fouquet y Campos (2009), dos de las regiones más fuertes en Estados Unidos son el norte y el sur de California, las cuales poseen algunos de los elementos que contribuyen a crear una masa crítica para reducir el riesgo de inversión: infraestructura fuerte incluyendo el capital y los servicios profesionales; cultura emprendedora con el apoyo de los gobiernos locales; las grandes empresas establecidas pueden contratar talento y experiencia; y comunidades

universitarias que apoyan la investigación y la base de conocimientos para las innovaciones (Aragon *et al.*, 2009, p. 49).

Tabla 1.1. Empresas de dispositivos médicos con mayores ingresos por ventas, 2008

	Compañía	Sede corporativa	Ingresos por ventas (millones de dólares)	Instalaciones en México
1	Johnson & Johnson	EE.UU.	23,225	Estado de México
2	GE Healthcare	EE.UU.	17,392	Chihuahua
3	Siemens Healthcare	Alemania	15,526	Sin planta
4	Medtronic	EE.UU.	13,515	Baja California , Sonora y D.F.
5	Baxter International	EE.UU.	12,400	Morelos y Estado de México
6	Covidien (adquirida por Medtronic en 2014)	EE.UU.	9,910	Baja California y Chihuahua
7	Philips Healthcare	Países Bajos	9,227	Nuevo León
8	Boston Scientific	EE.UU.	8,050	Sin planta (dos en Costa Rica)
9	Becton Dickinson	EE.UU.	7,156	Estado de México
10	Stryker	EE.UU.	6,718	Aguascalientes (Flextronics)
11	B. Braun	Alemania	5,263	Estado de México
12	Cardinal Health	Irlanda	4,600	Chihuahua
13	St. Jude Medical	EE.UU.	4,363	Sin planta (Costa Rica)
14	3M Health Care	EE.UU.	4,293	San Luis Potosí y Chihuahua
15	Zimmer	EE.UU.	4,121	Puerto Rico
16	Olympus	Japón	3,920	Sin planta
17	Smith & Nephew	Reino Unido	3,801	Morelos
18	Hospira	EE.UU.	3,620	Sin planta (Costa Rica)
19	Terumo	Japón	3,400	Sin planta (Costa Rica)
20	Danaher Corporation	EE.UU.	3,227	Sin planta
21	Synthes	EE.UU.	3,206	Estado de México
22	Beckman Coulter	EE.UU.	3,099	Sin planta
23	Alcon	Suiza	2,881	Distrito Federal
24	Fresenius Medical Care	Alemania	2,875	Jalisco
25	C.R. Bard	EE.UU.	2,452	Chihuahua, Tamaulipas y Sonora
26	Abbott	EE.UU.	2,241	Distrito Federal
27	Dentsply	EE.UU.	2,194	Sin planta
28	Varian Medical	EE.UU.	2,070	Sin planta
29	Biomet	EE.UU.	2,135	Distrito Federal
30	Dräger	Alemania	1,729	Sin planta

Fuente: Elaboración con datos de sitios web de empresas y tomados de la OMS. (2012a). *Dispositivos médicos: la gestión de la discordancia*. Francia: OMS, p. 16. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243564043_spa.pdf.

Cuatro quintas partes del ingreso mundial de las ventas de dispositivos médicos proceden de los continentes americano y europeo (*tabla 1.2*). Cerca del 80% del ingreso mundial por ventas corresponden a diez países. Estados Unidos ocupan la primera posición de la lista (41 %), seguido de Japón (10 %), Alemania (8 %) y Francia (4 %).

Tabla 1.2. Los diez países con mayores ingresos por ventas, 2009

	Millones de dólares	%
1 EE.UU.	91,316	40,7
2 Japón	22,721	10,1
3 Alemania	18,147	8,1
4 Francia	8,625	3,8
5 Italia	8,004	3,6
6 Reino Unido	7,628	3,4
7 China	6,161	2,7
8 España	4,887	2,2
9 Canadá	4,757	2,1
10 Suiza	4,063	1,8
Subtotal	176,309	78,6
Total mundial (67 países)	224,103,100	

Fuente: OMS (2012a). *Dispositivos médicos: la gestión de la discordancia*. Francia: OMS, p. 16.

De acuerdo con la Organización Mundial de Comercio (OMS), prácticamente la totalidad de los dispositivos médicos de alta tecnología son fabricados en países industrializados o por empresas con sede en un país industrializado. En tanto, los dispositivos de tecnología sencilla (como preservativos, guantes quirúrgicos, apósitos simples, gasas, jeringas y agujas hipodérmicas) son producidos en países emergentes (por ejemplo, India, Indonesia, Malasia y Sri Lanka, Brasil, entre otros) (OMS, 2012a, p. 15).

En 2008, cerca del 25% restante de los ingresos de por ventas se reparte entre un enorme número de fabricantes pertenecientes a la categoría de las pequeñas y medianas empresas. En la *tabla 1.3*, se muestran los cinco primeros países según sus ingresos por ventas previstos –China, Brasil, México, India y Turquía–, que representan 60% del mercado de los países de ingresos medianos (y 6% del mercado mundial) (OMC, 2012, pp.15-16). En este sentido, resulta relevante el ascenso de China, cuya participación en la producción mundial en 2012 fue de 18.8% (segundo lugar) y para 2020 se espera que sea de 30.7% (primera posición) (Secretaría de Economía, 2013, p. 8).

Tabla 1.3. Porcentaje de ingresos por ventas de dispositivos médicos en países emergentes, 2009

	País	% de ingresos por ventas totales
1	China	28.6
2	Brasil	12.1
3	México	8.8
4	India	7.5
5	Turquía	4.9
6	Malasia	3.8
7	Sudáfrica	3.2
8	Tailandia	3.1
9	Colombia	2.5
10	Irán	2.2

Fuente: Tomado de OMS. (2012). *Dispositivos médicos: la gestión de la discordancia*. Francia: OMS, p. 16. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243564043_spa.pdf.

Respecto al mercado global, hay 19 países con un mercado de dispositivos médicos mayor a 655 mdd en 2012 y se estima que crecerá a una TMCA de 7.9% durante el periodo 2012-2020. En 2012, Estados Unidos era el mayor consumidor mundial con un monto de 218 mdd (cerca de 33.3% de la participación del mercado). En la segunda posición figura China con 23.4%, seguido por Japón, con una participación de 3.5%. Entre los 19 países de mayor mercado, el gasto per cápita en dispositivos médicos varía ampliamente, desde 1 dólar en India hasta 270 dólares en Estados Unidos (Secretaría de Economía, 2013, p. 8; FUMEC, 2009, p. 3).

1.2. Características del sector en México

A partir del desarrollo de capacidades de manufactura por parte de las principales empresas del sector, México se ha convertido, en la última década, en uno de los líderes para la manufactura y ensamble de aparatos médicos a nivel mundial. En la actualidad, México es el quinto exportador de dispositivos médicos en el mundo y el primer exportador en América Latina; el segundo mercado más grande en Latinoamérica y el proveedor más importante del mercado estadounidense (cuyo mercado es el más grande del mundo) (Secretaría de Economía, 2013, pp.14-15).

En 2012, México exportó un monto de 6,343 mdd en dispositivos médicos y se ubicó como el décimo exportador de dicho sector a nivel global (Secretaría de Economía, 2013, p.14-15). Casi la totalidad de exportaciones de México se envía a Estados Unidos, 91.7% del total en 2007. Los consumibles son los productos con mayor exportación (uso a corto plazo), aunque los dispositivos ortopédicos e implantables muestran crecimientos (uso a largo plazo). No obstante, la mayor parte de las principales empresas producen varios dispositivos en por lo menos tres o cuatro familias de productos (Aragón *et al.*, , 2009, p. 51). Por ejemplo, en 2012, los principales productos exportados en el sector fueron los pertenecientes al grupo de instrumentos y aparatos de medicina, cirugía, odontología o veterinaria, los cuales representaron 74% de las exportaciones totales del sector (FUMEC, 2009, p.5).

En 2012, en México, operaban 2 mil 349 unidades económicas especializadas en dispositivos médicos, las cuales empleaban a 134 mil 999 personas. Asimismo, aproximadamente sólo 723 empresas (casi un tercio) son exportadoras. Básicamente las empresas están localizadas, principalmente, en los estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Estado de México, Jalisco, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas (Secretaría de Economía, 2013, p.17).

En términos de crecimiento, México proyecta en los próximos años un dinamismo superior que el de los países productores más importantes de la industria. De 2012 a 2020, se estima que la tasa media de crecimiento anual (TMCA) será de 7.6%, mayor a la de la región del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN o NAFTA -North American Free Trade Agreement- por sus siglas en inglés) y países como Alemania, Japón y Suiza (Secretaría de Economía, 2013, p. 15).

En el periodo enero 2000 a marzo de 2013, se registró inversión extranjera directa en el sector por un monto de 1 mil 568 millones de dólares, procedente principalmente de Estados Unidos, Alemania e Italia. Los principales destinos de inversión en el país fueron Tijuana y Nuevo Laredo (Secretaría de Economía, 2013, pp. 15-16).

De acuerdo con la Secretaría de Economía, el país cuenta con siete clústeres dedicados a la manufactura y al diseño de dispositivos médicos, los cuales están ubicados en Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Distrito Federal, Estado de México, Nuevo León y Morelos. En términos generales, existen tres regiones importantes en el desarrollo de dispositivos médicos: zona norte (Baja California, Chihuahua y Nuevo León); zona occidente (Jalisco); y zona centro (Distrito Federal, Estado de México, Morelos y Puebla) (Secretaría de Economía, 2013, p. 17).

Tabla 1.4. Número de empresas exportadoras de dispositivos médicos por estado, 2012

Estados	Número de empresas	% de participación nacional
Distrito Federal	210	29
Baja California	81	11.2
Chihuahua	51	7
Jalisco	47	6.5
Estado de México	40	5.5
Nuevo León	39	5.3
Tamaulipas	39	5.3
Coahuila	23	3.1
Sonora	23	3.1

Fuente: De las 2 mil 349 unidades económicas especializadas en dispositivos médicos en México en 2012, sólo 723 tienen capacidad exportadora. Secretaría de Economía. (2013). *La Industria de Dispositivos Médicos 2012*. México: SE-PROMÉXICO, p. 17.

1.3. Características y tendencias del sector en Baja California

Con el objetivo de conocer las condiciones estructurales en las cuales se desarrollan las actividades de transferencia tecnológica y capacidades tecnológicas en el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos de Baja California, resulta útil, por no decir que indispensable, identificar y analizar los principales factores internos asociados a cada empresa, tales como su origen del capital, el tamaño de las empresas, su antigüedad, tipo de

empresa, empleados, entre otros. Diversos trabajos empíricos sobre el tema de innovación y capacidades tecnológicas describen con detalle algunas de estas variables, en especial aquellos trabajos que desarrollan modelos econométricos (Del Águila y Padilla, 2010; González y Hurtado, 2012; Molina *et al.*, 2008; Padilla *et al.*, 2010; Vázquez y Fernández, 2008; Estrada y Heijs, 2003; Conacyt, 2006; Unger, 1984). Algunos de estos indicadores se desarrollarán a continuación.

Baja California concentra la agrupación (clúster) de empresas más importante en el país: generan más del 50% de las exportaciones totales nacionales del sector (Rosagel, 2014; Secretaría de Economía, 2013, p. 18). Básicamente, el grueso del sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos opera bajo el esquema de la industria maquiladora de exportación (IME).²

Para el INEGI (2007), la industria maquiladora de exportación (IME) considera como establecimiento a aquella unidad económica que realiza una parte del proceso de producción final de un artículo, por lo regular de ensamblado, misma que se encuentra en territorio nacional y mediante un contrato de maquila se compromete con una empresa matriz, ubicada en el extranjero, a realizar un proceso industrial o de servicio destinado a transformar, elaborar o reparar mercancías de procedencia extranjera, para lo cual importa temporalmente partes, piezas y componentes, mismos que una vez transformados son exportados (INEGI, 2007). Si bien al inicio toda la producción debía ser exportada, y quedaba prohibida la venta de sus productos al mercado nacional para proteger a las industrias establecidas, bajo el TLCAN, en su artículo 303, modifican los aranceles con las reglas de origen y los impuestos al considerarla como industria mexicana. Además, se pasó de permitirse las ventas en un 20% cuando se demuestre que no existen esos productos dentro de la industria del país, o que no hay capacidad de producirlos. Posteriormente se amplió este porcentaje para llegar a 40% (Carrillo, 2000, p.8).

² También se puede consultar Secretaría de Economía, Decreto de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX), *Diario Oficial de la Federación* (DOF), 24-12-10.

De acuerdo a datos del INEGI, bajo la clave del SCIAN 3391,³ en 2014, el sector de equipo y dispositivos médicos de Baja California consta de 170 unidades económicas, incluyendo todos los tamaños (incluso de 0 a 5 y de 6 a 10 personas). Es decir, aproximadamente 61 son empresas de manufactura y ensamble, es decir, solamente 35%; mientras que el resto, 65%, se trata de micro, pequeñas y medianas empresas. En el caso de los establecimientos micro y pequeños, se trata de laboratorios dentales, ópticos, ortopédicos y farmacéuticos, los cuales suman aproximadamente 120 unidades en el sector

Tabla 1.5. Evolución de las unidades productivas del sector SCIAN 3391 en BC, 1999-2014

	1999	2004	2009	2014
Unidades productivas en BC, SCIAN 3391	104	92	131	170
Unidades económicas nacional	1977	1583	2179	2129
Porcentaje de unidades económicas en BC respecto al nacional, SCIAN 3391	5.2%	5.8%	6%	8%

Fuente: INEGI. Censos económicos 1999, 2004, 2009 y 2014. Disponible en: <http://bit.ly/1b0C9qd>.

En general, de 1999 a 2014, la tasa de crecimiento de las unidades económicas del sector en BC es de 38.8, mientras que la tasa nacional del sector es de 7.13, lo que demuestra la importancia que la industria estatal está adquiriendo a escala nacional. Cabe señalar que este crecimiento se explica en gran medida por la entrada en vigor el TLCAN, como se verá más adelante.

Respecto al tamaño⁴ de la empresa, Estrada y Heijjs (2003, p. 11) señalan que éste es un

³ El SCIAN es el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (en inglés North American Industry Classification System). Al respecto, el sector está bajo la clave 339111 del SCIAN, correspondiente a la fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos (INEGI, 2013, p. 242). La base está disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/descarga/?c=200> (consultado el 26 de abril de 2015).

⁴ Si bien los criterios para clasificar a la micro, pequeña y mediana empresa son diferentes en cada país, de manera tradicional se ha utilizado el número de trabajadores o personas ocupadas como criterio para estratificar los establecimientos por tamaño y como criterios complementarios, el total de ventas anuales, los ingresos y/o los activos fijos (INEGI, 2011, p. 11). Para definir los tamaños de empresas en la industria, se siguió la recomendación de estratificación publicada en el *Diario Oficial de la Federación* (30 de junio de 2009), tomando en consideración solamente la cifra de empleados: micro: de 0 a 10 empleados; pequeña: de 11 a 50 empleados; mediana: de 51 a 250 empleados; grande: más de 250 empleados (INEGI, 2011, p. 12). Sin embargo, en el caso de las empresas maquiladoras se contemplaron otras categorías.

elemento que influye en la disponibilidad de recursos financieros y capacidad de absorber riesgos. Así se espera que las empresas con mayor disponibilidad de recursos tendrán mayores posibilidades de innovar. Al respecto, Del Águila y Padilla (2010, p. 136; Rothwell, 1983) señalan que las innovaciones tecnológicas están relacionados positivamente con el tamaño, ya que las empresas de tamaño grande pueden tener una mayor necesidad de adoptar innovaciones y de disponer de recursos que una organización pequeña: mayor disponibilidad de recursos financieros, habilidades de marketing o capacidades de investigación para nuevos proyectos y la diversificación de la producción, así como mayor control sobre el entorno externo. No obstante, el autor señala que un tamaño grande puede ser un inhibidor de la innovación, pues estas organizaciones cuentan con estructuras más formalizadas y rígidas, con un comportamiento estandarizado y con limitaciones en su responsabilidad de innovar. Asimismo, la relación tamaño-innovación está relacionada más positivamente en los sectores de fabricación y en las organizaciones con fines de lucro que en el sector de servicios y organizaciones sin fines de lucro (Del Águila y Padilla, 2010, p. 136).

En términos generales, de las 170 unidades productivas del sector de dispositivos médicos en la entidad, cerca de 64.2% (113 empresas) son empresas micro; 5.1% (9 empresas), empresas pequeñas; 9% (16 empresas), empresas medianas; 21.6% (38 empresas), empresas grandes.

Tabla 1.6. Tamaño de las unidades productivas del sector SCIAN 3391 en BC, 1999-2014

Núm. de empresas micro	
0-5 personas	101
6-10 personas	12
Subtotal	113
Núm. de empresas pequeñas	
11-30 personas	7
31-50 personas	2
Subtotal	9
Núm. de empresas medianas	
51-100 personas	4
101-250 personas	12
Subtotal	16

Núm. de empresas grandes	
251-más personas	38 ⁵
Total	176

Fuente: INEGI. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Industria manufacturera de fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos en BC, bajo la clave 339111 del SCIAN. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx> (consultado el 26 de abril de 2015).

En cuanto al tamaño de las empresas de manufactura en el sector en Baja California, la tendencia se ubica en la categoría de grande, con 70.5% (43 empresas); de las cuales, 27.8% se encuentra en el rango de 251 a 500 personas (17 empresas), 21.3% en el intervalo de 501 a 1,000 personas (13 empresas) y 21.3% (13 empresas) en el rango de más de 1,000 personas. En orden de importancia, le siguen las empresas medianas con 13.7% (12 empresas) y las empresas pequeñas, con 8.2 % (5 empresas). En México, y de manera particular en Baja California, los principales productores de dispositivos médicos son parte de las grandes corporaciones, con un largo desarrollo como negocio.

Tabla 1.7. Tamaño de las empresas manufactureras del sector SCIAN 3391 en BC

Empresas pequeñas	
11-30 personas	2
31-50 personas	3
Subtotal	5
Empresas medianas	
51-100 personas	4
101-250 personas	8
Subtotal	12
Empresas grandes	
251-500 personas	17
501-1,000 personas	13
Más de 1,000 personas	13
Subtotal	43
N/D	1
Total	61

Fuente: Elaboración propia a partir del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), del INEGI, sobre la Industria manufacturera de fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio y artículos oftálmicos en Baja California; del Directorio del Clúster de Dispositivos Médicos de Baja California; y del Medical Device and Manufacturing Directory, del área de

⁵ La variación en el total de empresas grandes (5 empresas) entre la base del INEGI-DENUE y la base propia se encuentra en las empresas medianas. La base de datos del INEGI-DENUE sólo contempla 7 rangos y no proporciona las cifras precisas; mientras que la base de datos de Medical Device and Manufacturing Directory, del área de Desarrollo de Negocios, de la Sedeco, da cuenta del número de empleados.

Desarrollo de Negocios, de la Sedeco. Consultar “High Quality Medical Devices. All made in the Mega Region”. (2014, noviembre), Edición Especial Productos Médicos, *Business Conexión*.

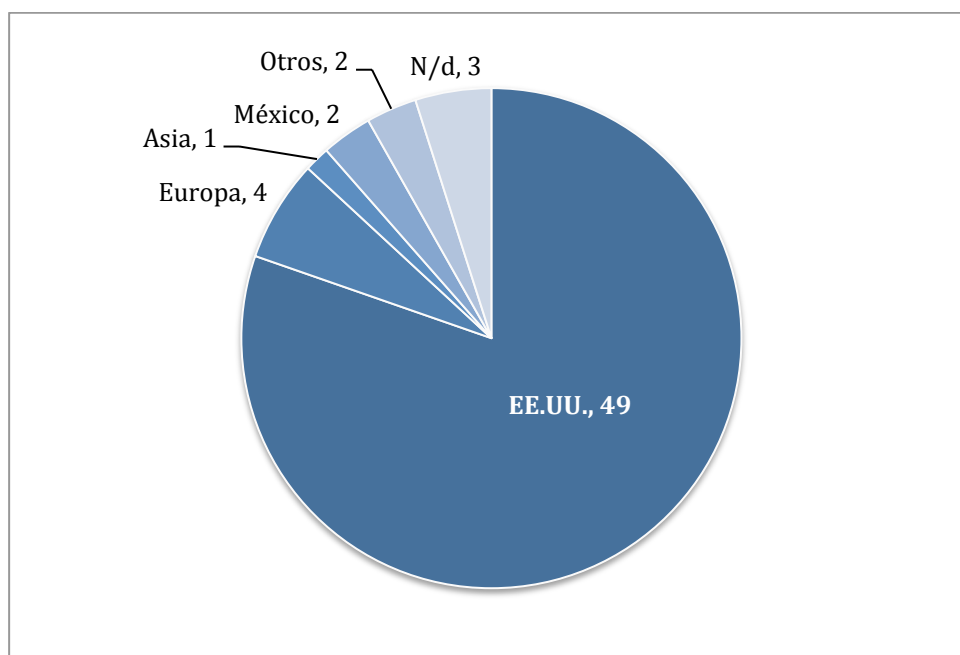
Entre las empresas con mayor número de empleados destacan CareFusion (Productos Urólogos de México S.A. de C.V., planta en Mexicali), con 2 mil 500 personas y CareFusion-Alaris (Sistemas Médicos Alaris S.A. de C.V., planta en Tijuana), con 4 mil empleados, que en conjunto emplea a 6 mil 500 personas; le siguen Medtronic México, S. de R.L. de C.V., con 3 mil 800 empleados; Covidien-Nellcore Purittan Bennet S.A. de C.V., con 3,000 empleados; MediMexico S. de R.L. de C.V., con 2 mil 614 empleados; Flextronics Medical (Availmed S.A. de C.V.), con 2 mil 300 empleados. También figuran en el intervalo de más de mil empleados: Carl Zeiss Vision Manufactura de México S. de R.L. de C.V., ICU-Medical de México S.A. de C.V., Masimo, Nypro Healthcare Baja (NPA de México, S. de R.L. de C.V.), SDS de México S. de R.L. de C.V. (Sybron), Smiths Healthcare Manufacturing, S.A. de C.V., Thermofisher Scientific (Labomex MBP, S. de R.L. de C.V.). En contraste, las empresas con menor número de empleados son Orthomed Internacional S.A de C.V., con 25 personas y Phase 2 Medical, con 20.

Debido al carácter maquilador del sector en Baja California, existe una relación entre empresas matrices y filiales-subsidiarias.⁶ Si bien las empresas maquiladoras tienen la personalidad jurídica de mexicanas, el origen del capital proviene de la matriz en el extranjero. Esta relación está encaminada al control y supervisión de la planta y los flujos de comunicación e información entre ambas empresas. Así, las subsidiarias desempeñan un papel dentro de la empresa matriz, y el rol que desempeña depende de la interacción con el contexto local y de sus capacidades y elementos distintivos. Las subsidiarias son vistas como herramientas para alcanzar los objetivos de la casa matriz. La relación matriz-subsidiaria es resultado de una negociación política y no del resultado de una mera decisión unilateral (Carrillo, 2010, p. 108).

⁶ Las filiales son aquellas entidades controladas y dirigidas económica y administrativamente por la matriz en forma directa. Mientras que las subsidiarias se refiere a aquellas cuyo control y dirección lo ejerce la matriz de forma indirecta a través de una o varias filiales suyas, o por sociedades que tienen algún vínculo de dependencia de la matriz o las filiales de éstas.

En el caso de Baja California, la mayoría de las empresas son de procedencia estadounidense (80.3%); las plantas de origen europeo representan 6.6%, sólo 3.3% corresponde a empresas mexicanas y 3.3% a otros países (Canadá y Nueva Zelanda). Cabe señalar que a nivel mundial, Estados Unidos cuenta con 15 de las 20 principales empresas líderes de manufactura de dispositivos médicos, lo que claramente establece un dominio de este país en el sector. Por su parte, Baja California cuenta con dos de las más grandes empresas mundiales Medtronic y Covidien.

Gráfica 1.1. Número de empresas manufactureras del sector SCIAN 3391 en BC, según su capital de origen



Fuente: Fuente: Elaboración a partir de base de datos propia. Para la construcción, se retomó información del Directorio del Clúster de Dispositivos Médicos de Baja California y del Medical Device and Manufacturing Directory, del área de Desarrollo de Negocios, de la Sedeco. Consultar “High Quality Medical Devices. All made in the Mega Region”. (2014, noviembre), Edición Especial Productos Médicos, *Business Conexión*.

El carácter transnacional del capital de las empresas en Baja California sugiere un cierto grado de dependencia en los factores productivos (materias primas, insumos intermedios, adquisición de tecnología) y de toma de decisiones. Para Córdoba, la empresa matriz ejerce el control económico, financiero, administrativo, y por supuesto político de las otras empresas. Aunque la gestión de la empresa matriz en relación con el funcionamiento de sus filiales puede realizarse de forma centralizada o descentralizada, es decir, la filial puede

simplemente hacer lo que le manda la matriz, o bien puede tener un cierto grado de autonomía en la gestión (Córdoba Bueno, 2015).

En cuanto a la antigüedad o años de operación, ésta resulta un factor que incide positivamente en las posibilidades de innovación, ya que a lo largo del tiempo una empresa puede acumular vínculos con otras empresas y una trayectoria tecnológica (Estrada y Heijs, 2003; Bittencourt, 2013). De manera especial, Del Águila y Padilla (2010, pp. 136-138) advierten que las empresas al colaborar durante varios años con otras empresas van desarrollando una confianza mutua. Por su parte, González y Hurtado (2012, p. 33) señalan que a través del tiempo se da la conformación de las redes de empresas y formación de productos innovadores, ya que la innovación es un proceso social.

En términos generales, el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos en Baja California tiene una trayectoria de cerca de 35 años. A principios de la década de los ochenta, algunas empresas productoras de equipos médicos se establecieron en Tijuana. De hecho, de acuerdo con Aragon *et al.* (2009, p. 40), las primeras empresas del sector en el país fueron ubicadas en Baja California. La mayoría de ellas eran pequeñas fábricas que utilizaban procesos de producción simples y operaban con tecnologías rudimentarias. Al respecto, Aragon *et al.* (2009, p. 40) señalan: “El hecho de tener infraestructura carretera para comunicarse con San Diego y Los Ángeles, California, atrajo a muchas empresas estadounidenses que querían aprovechar la exención de impuestos (bajo el esquema de maquila) y la mano de obra barata. Disfrutar de los privilegios de México y al mismo tiempo estar cerca de sus principales centros de distribución fue una excelente oportunidad que muchas empresas tuvieron”.

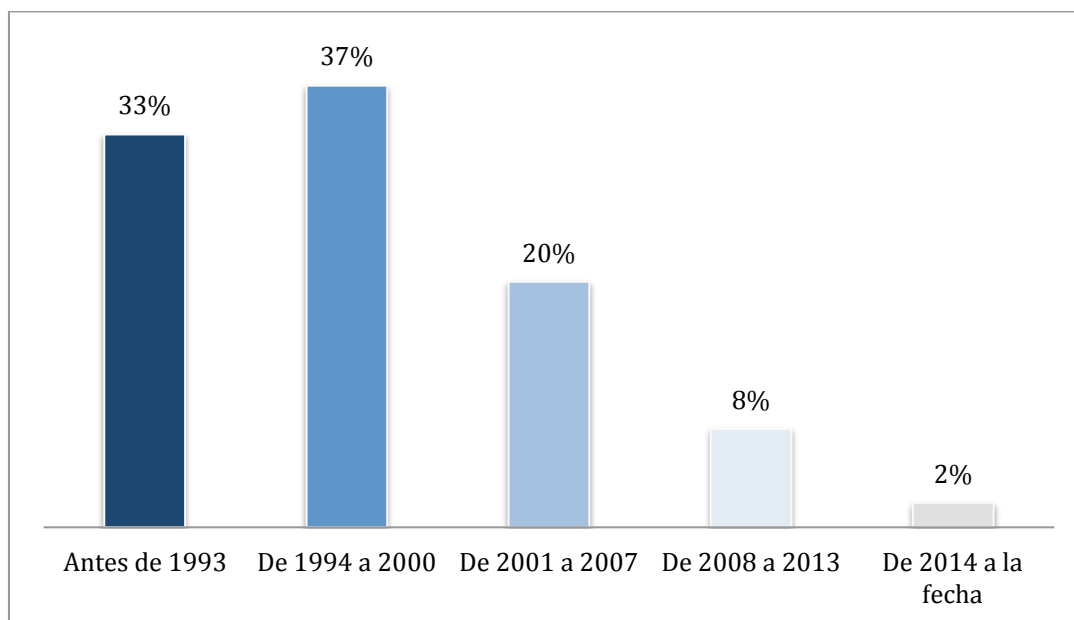
Una de las primeras firmas en llegar a la entidad fue Nellcor Puritan Bennet México, en 1981, una empresa que tenía su sede en Massachusset. En la planta de Tijuana, se producían partes de silicón para los sensores de pulso de oximetría (Aragon *et al.*, 2009, p. 40). Posteriormente, en el año 2000, Nellcor Puritan Bennet fue adquirida por Tyco para convertirse en Nellcor Puritan Bennet México. En 2007, Covidien se escindió de Tyco International y heredó Puritan Bennett junto con otras marcas de Tyco Healthcare. En

2015, Medtronic adquirió Covidien y heredó todas las marcas como Puritan Bennett. En la actualidad, cuenta con cerca de 3 mil trabajadores.

Cabe señalar que durante la década de los ochenta, las primeras empresas en instalar una planta de producción en Baja California fueron precisamente los corporativos con sede en California, y de manera particular en San Diego. Entre las empresas figuran: CareFusion (Productos Urólogos de México S.A. De C.V.), en 1983; Especialidades Médicas Kenmex S.A. De C.V. (Covidien-Kenmex), 1984; Block Medical de México S.A de C.V. y Pall Medical-Ensatec S.A. de C.V., ambas en 1985; Carley Lamps, en 1988. Como forma estratégica, las oficinas corporativas estaban ubicadas en el estado norteamericano de California, a pocos kilómetros de las plantas de producción, a fin de realizar una vigilancia directa de todo el proceso. La supervisión fue un factor importante en monitorear directamente la totalidad proceso que algunos dispositivos requerían. Estar cerca fue un factor clave para los gerentes estadounidenses que de esta manera mantenían el control de la calidad de la planta (Aragon *et al.*, 2009, p. 40).

La trayectoria del sector en Baja California está vinculada, por un lado, a la política industrial del gobierno mexicano bajo el esquema de maquila, donde las empresas extranjeras al instalarse en una región geográfica cercana obtuvieron enormes ventajas, tales como reducir drásticamente sus costos laborales al pagar salarios bajos, y, por el otro, con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Si bien la maquila tiene sus orígenes de 1966, el periodo de mayor crecimiento a nivel nacional abarca de 1985 a 2000 (Esqueda, 2013, p. 74).

Gráfica 1.2. Evolución general de las empresas de sector de equipo y dispositivos médicos en BC, 1981-2015



Fuente: Elaboración a partir de base de datos propia.

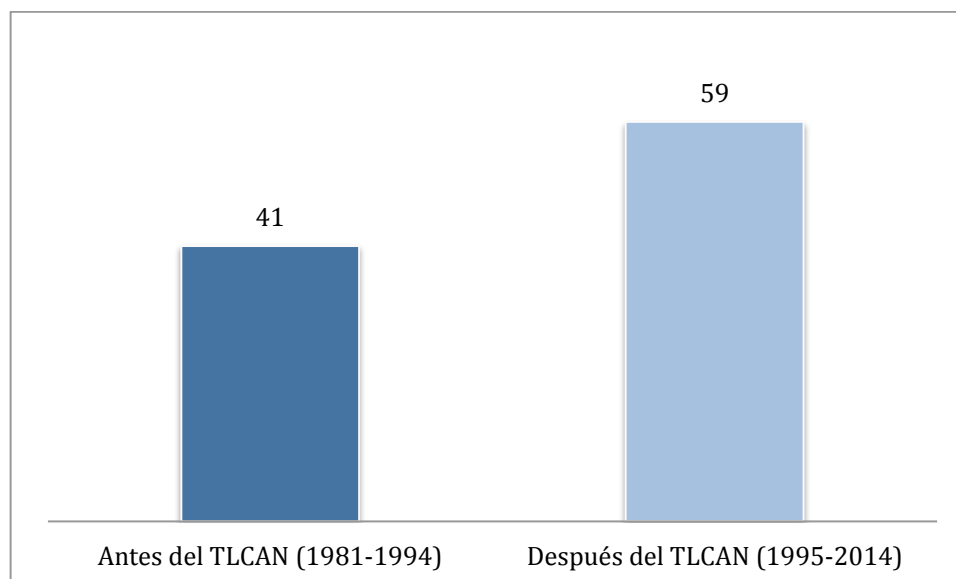
En términos generales, la entrada en vigor del TLCAN, a principios de la década de los noventa, representó un elemento detonador de las exportaciones mexicanas de dispositivos médicos, pues las compañías estadounidenses dedicadas a la manufactura se establecieron en el país para beneficiarse de la posición geográfica de México y mano de obra barata para fabricar sus productos.

Para el caso particular de Baja California, el TLCAN no sólo fortaleció un proceso de integración puesto en marcha desde años atrás en la región fronteriza, sino que impulsó importantes segmentos de redes globales de producción con una inversión dominante del capital estadounidense (Barajas Escamilla y Aguilar, 2013, p. 49). Para las empresas de Estados Unidos, resultó muy atractivo trasladar a México parte del proceso productivo, ya que les permitió mantener su competitividad en el mercado global, con costos de producción sustancialmente más bajos.

De acuerdo a los datos disponibles, el periodo con mayor instalación de empresas del sector

en Baja California corresponde a los inicios del TLCAN, ya que cerca del 37% de las plantas se ubicaron durante los primeros seis años de la entrada en vigor (de 1994-2000) (*gráfica 1.2*). Antes de la entrada en vigor del TLCAN había cerca de 16 empresas (33%) que operaban en la entidad. En términos generales, después del TLCAN, se instalaron 67% de las plantas ubicadas en la entidad.

Gráfica 1.3. Empresas de manufactura del sector de equipo y dispositivos médico en BC, antes y después del TLCAN



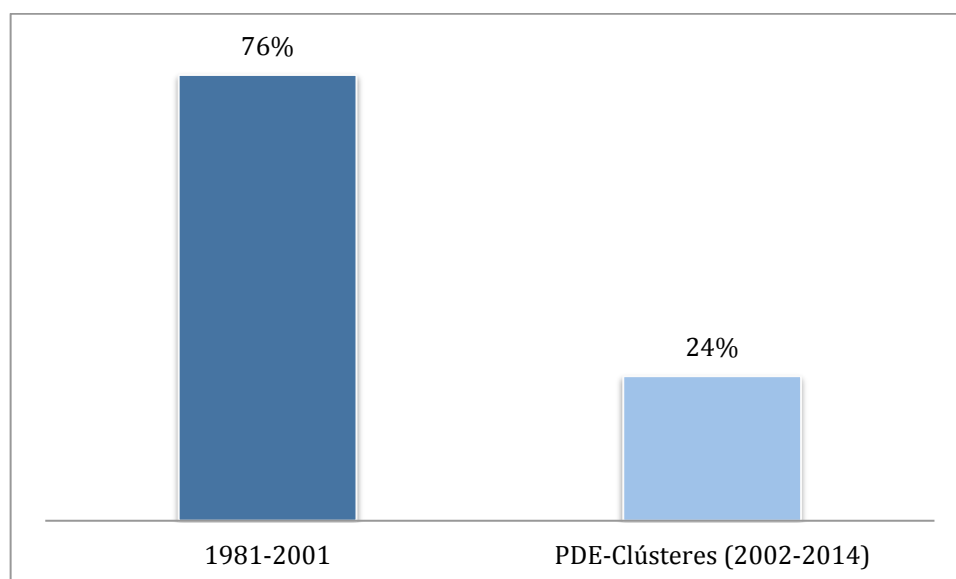
Fuente: Elaboración a partir de base de datos propia.

En cuanto a la puesta en marcha, en 2002, de la política de desarrollo económico del gobierno del estado de Baja California, basada en la integración de clústeres, cabe señalar que los resultados no son tan concluyentes, pues cerca de 12 nuevos proyectos de instalación se han atraído bajo esa política. Como se observa, la mayoría de las empresas (76%) se instaló previamente. En este sentido, si se evaluara la política estatal de clúster a partir de la atracción e instalación de nuevas empresas, el resultado no sería tan positivo. Aunque, el fomento de los clústeres en el estado va más allá de atraer nuevas inversiones, busca generar inercias de colaboración, encadenamientos productivos, creación de valor agregado, entre otros efectos.

Este resultado toma sentido si consideramos lo expresado por Martínez Pellégrini (2009)

que la frontera norte mexicana, de manera particular Baja California, carece de un desarrollo local endógeno dinámico, pues sus logros se derivan de factores exógenos. Gran parte de una previa integración con Estados Unidos se ha dado a través de las maquiladoras, ensambladoras, localizadas la entidad, las cuales generan buena parte del empleo industrial y las exportaciones de la región.

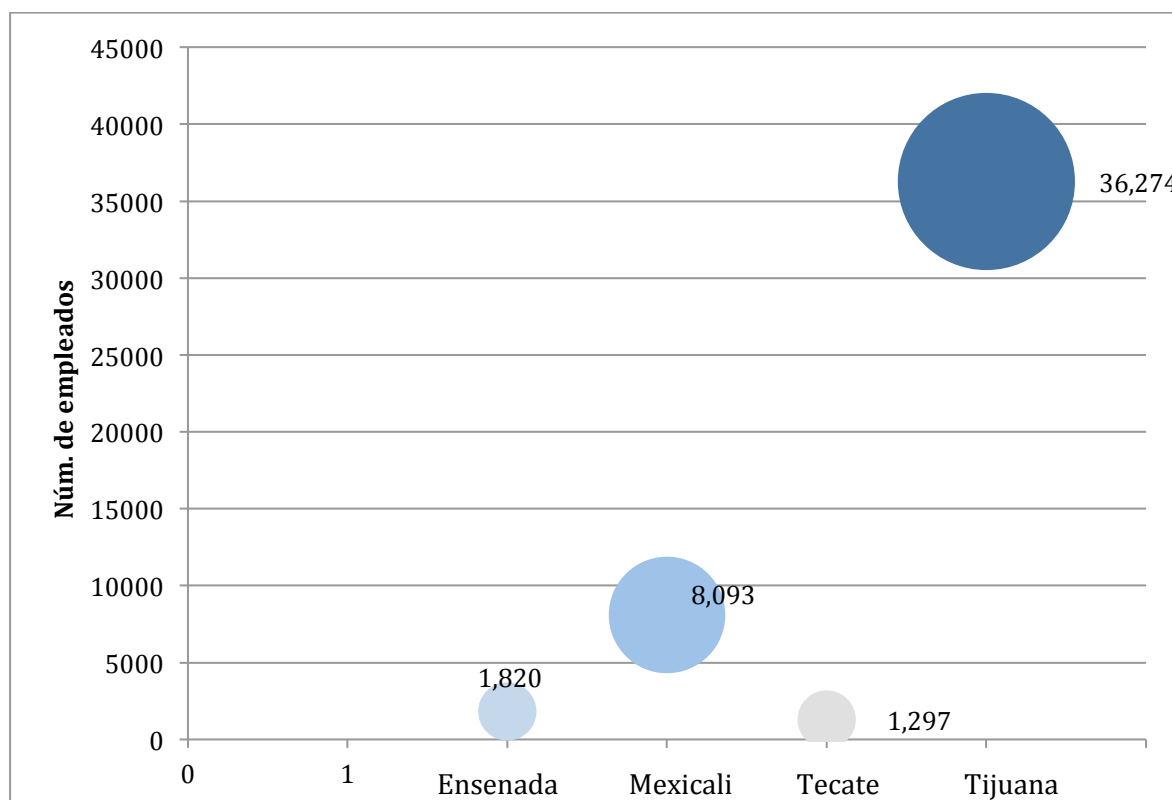
Gráfica 1.4. Empresas de manufactura del sector de equipo y dispositivos médicos en BC, instaladas antes y después de política estatal de clústeres



Fuente: Elaboración a partir de base de datos propia.

En cuanto a la ubicación de las empresas maquiladoras del sector, 37 plantas (61%) están en Tijuana, 16 en Mexicali (26%), cuatro tanto en Tecate como en Ensenada (6.5%), respectivamente. En relación con los empleos, 76% se concentra en Tijuana; 17%, en Mexicali; 4%, en Ensenada y 3% en Tecate, sobre la base de una fuerza laboral de 42,226 trabajadores. Para conocer a detalle la distribución de las empresas por municipio junto con datos adicionales como su nacionalidad, fecha de operación, especialidad y productos, se recomienda revisar el *Anexo*.

Gráfica 1.5. Concentración por municipio del empleo y empresas del sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos en BC, 2014



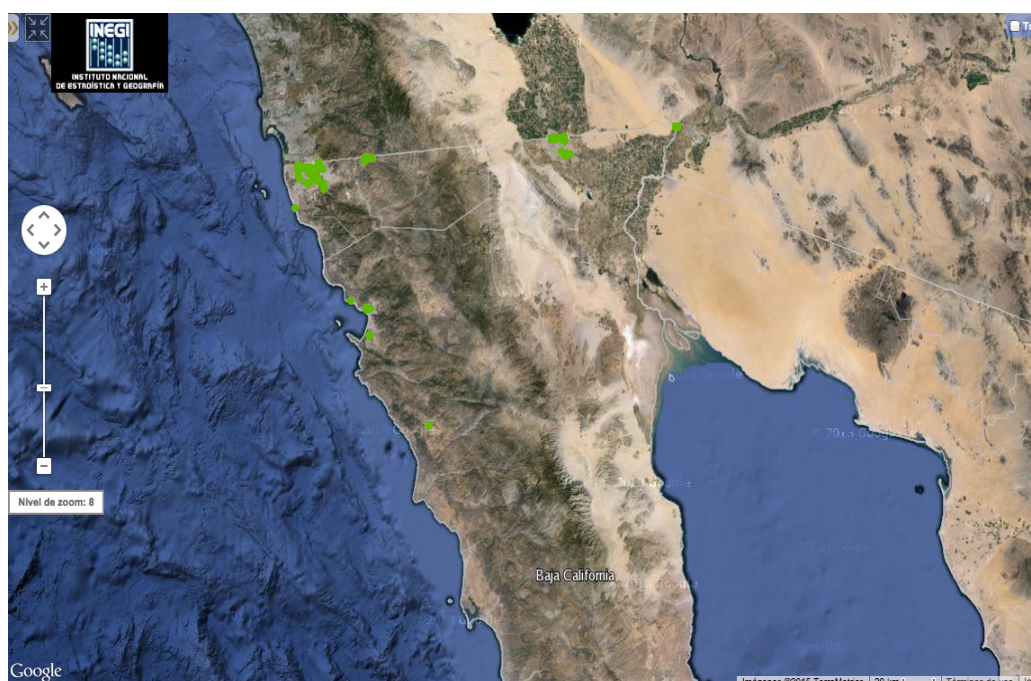
Fuente: Elaboración a partir de base de datos propia.

Como se observa en la *gráfica 1.6*, a nivel estatal, la industria maquiladora de Baja California se trata más de una aglomeración de empresas concentradas en el territorio, principalmente Tijuana, sin gran interrelación entre ellas, más que de una industria conglomerada o concentración industrial en términos conceptuales. Mientras la concentración industrial se caracteriza por la presencia activa una población de empresas que generan productos competitivos con formas organizativas similares en un área natural e históricamente limitada, que además desarrolla un conjunto de relaciones en base a la proximidad geográfica, la concentración geográfica de empresas surge cuando se observa una disminución de su costo medio de producción, es decir, cuando surge una ventaja comparativa.

En tanto, las economías de aglomeración son “economías externas llevadas a cabo por las empresas, que derivan de la utilización colectiva de las infraestructuras de transporte, de

comunicación y de los servicios urbanos. La reducción de los costos, a la cual se ajustan las ventajas extraídas de la proximidad de un gran mercado, explica la concentración de establecimientos industriales y terciarios en las grandes ciudades, que induce a un desarrollo acumulativo de éstas. La aglomeración facilita igualmente la circulación del capital y la diversificación del mercado de trabajo (Esqueda, 2013). Las economías de aglomeración se refieren a la existencia de condiciones para la formación de redes, la difusión de tecnologías, el surgimiento de clústeres y la interdependencia entre las empresas de la región. Así, el espacio y la proximidad regional determinan la estructura y el contenido de las relaciones, así como la generación de conocimiento tácito y la capacidad de aprendizaje que apoya la innovación local (González Vázquez y Fernández López, 2008).

Gráfica 1.6. Mapa satelital de la distribución geográfica del sector bajo la clave 3391, en Baja California



Fuente: INEGI. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Industria manufacturera de fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos en BC, bajo la clave 339111 del SCIAN. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx> (consultado el 26 de abril de 2015).

En parte esta concentración espacial en Baja California obedeció, como lo señala Aragon *et al.* (2009, p. 59), a que el gobierno federal brindó todo el apoyo para atraer empresas

extranejeras a lo largo de la frontera como parte de la política gubernamental de concentrar la maquila fuera de los tradicionales centros industriales. Para Contreras y Munguía (2007), la industria maquiladora surgió, en 1965, como una combinación de dos instrumentos gubernamentales: las tarifas arancelarias 806.30 y 807.00 en Estados Unidos (después sistema armonizado HTS 9802), y el Programa de Industrialización Fronteriza en México.

De acuerdo a varios autores, como Carrillo (2000), Elías (2004), Bruges, Combs, Cox y *et al.* (2014), Esqueda (2013) y González Vázquez y Fernández López (2008), la concentración en ciertas áreas de producción puede generar "ventajas comparativas" que traen prosperidad y beneficios a la localidad. Uyarra y Ramlogan (2012, p. 6) señalan que las ventajas derivadas de la proximidad geográfica han sido asociadas a las economías externas en forma de mercados de trabajo especializados, proveedores de insumos y la difusión de conocimientos, dando lugar a beneficios de innovación y productividad. Además, las zonas aglomeradas cuentan con la ventaja de acceso a la información y al conocimiento y en su capacidad de aprendizaje, no obstante, el grado de aprovechamiento de la misma dependerá de la capacidad de absorción de la empresa. Las aglomeraciones además de ser un organismo de difusión, de transferencia de conocimiento y soporte a la innovación, un instrumento de desarrollo regional (González Vázquez y Fernández López, 2008, p. 92).

1.3.1. Características del empleo en el sector

Los agentes portadores del conocimiento tácito y explícito acumulado en las empresas son los ingenieros, gerentes, obreros y técnicos especializados, así como el personal administrativo que forma parte de la firma. Estos agentes adquieren saberes y habilidades a través de las redes de colaboración, la capacitación y profesionalización en las instituciones educativas locales (Martínez *et al.*, 2013, p. 191). Para Contreras y Munguía (2007), la formación de las capacidades tecnológicas tiene dos fuentes principales: la técnica y profesional de los empleados, basada en el sistema educativo y en los programas de capacitación de las empresas, y la experiencia compartida por esos empleados dentro de las empresas y a través de las redes socio-profesionales locales.

Sobre este punto, Martínez *et al.* (2013, p. 196) incluyen en su encuesta aspectos relacionados con las relaciones laborales, empleo, rotación de personal, evaluación y sistemas de incentivos, integración laboral y valores para explicar la innovación. De igual manera, Figueiredo (2005, p. 57) señala que esta dimensión se ha referido generalmente como el "capital humano" de la empresa, donde permea el conocimiento tácito, las experiencias y habilidades de los gerentes, ingenieros, técnicos y operadores, se adquieren con el tiempo.

En 2014, el estado con mayor concentración de empleo en el sector nacional es Baja California a nivel nacional, con 35.2%, posición que ha mantenido por lo menos desde 1999. El segundo estado con mayor concentración de empleo en el sector fue Chihuahua, con cerca de 26 mil 760 puestos laborales, aportando el 22% de la fuerza laboral nacional. Esto significa que, en ese periodo, Baja California junto con Chihuahua generan cerca del 57% del empleo nacional en el sector (suman 68 mil 986 mil puestos). Lo anterior resulta significativo porque sugiere la fuerte presencia del sector en la zona fronteriza de México-Estados Unidos.

Tabla 1.7. Personal ocupado del SCIAN 3391, 1999-2014

	1999	2004	2009	2014
Personal ocupado en BC, SCIAN 3391	9,554	22,170	37,461	42,226
Personal ocupado nacional, SCIAN 3391	34,174	64,773	99,524	119,805
% de personal ocupado de BC respecto al nacional, SCIAN 3391	28.0	34.2	37.6	35.2

Fuente: INEGI. Censos económicos 1999,2004, 2009, 2014.

Respecto a los sueldos⁷ en el sector, con datos del INEGI de 2009, al compararse con la industria nacional, se observa que la media nacional del sueldo mensual a empleados

⁷ El INEGI contempla los sueldos como los pagos que realizó la unidad económica para retribuir el trabajo ordinario y extraordinario del personal dependiente de la razón social, antes de cualquier deducción retenida por los empleadores (impuesto sobre la renta o sobre el producto del trabajo), las aportaciones de los trabajadores a los regímenes de seguridad social (IMSS, ISSSTE, Infonavit) y las cuotas sindicales. Incluye: aguinaldos; comisiones sobre ventas que complementan el sueldo base; primas vacacionales; bonificaciones; incentivos y bonos de productividad. Consultar: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/glosario/glosario.html>.

operativos (personal de producción) es de aproximadamente 4 mil pesos, mientras que en Baja California es de 5 mil pesos. Mientras que para empleados administrativos, contables y de dirección, el promedio nacional y estatal se mantiene sin ninguna variación (7 mil pesos mensuales, respectivamente). Al realizar el mismo ejercicio para la industria manufacturera en el estado, el promedio base de sueldo para personal de producción es de 6 mil pesos. Esto es, el sueldo promedio para los empleados operativos en el sector de equipo y dispositivos médicos es ligeramente superior a la media nacional y de manufactura en el estado. De alguna forma, esto es un indicador de la importancia de la mano de obra en términos de la movilidad laboral y los costos de capacitación que hay al interior del sector, por lo que las empresas tienen que pagar mejores salarios para competir con otras por una mano de obra entrenada y comprometida. Por ejemplo, algunas empresas del sector de equipo y dispositivos médicos anuncian prestaciones atractivas en la contratación y permanencia. Algunas plantas ofrecen bonos de permanencia de 3 a 4 mil pesos y otras prestaciones.

A la luz de lo anterior, resulta oportuno lo expresado por expuesto por Glass y Saggi (2002, pp. 498-499), quienes señalan que si los trabajadores son costosos para entrenar, entonces la empresa tendría un incentivo adicional para pagar bonos salariales para mantener a sus trabajadores y evitar que dejen la empresa, incluso si no hubiera competencias de firmas. La existencia de sueldos *premium* o bono explicarían los altos costos de capacitación (Glass y Saggi, 2002,).

Tabla 1.8. Conformación general de sector por tipo de personal, 2009

		%
Total de personal de operativo	34,796	93
Total de empleados administrativos, contables y de dirección	2,493	7
Total de empleados	37,461	100

Fuente: INEGI. Censo Económico 2009.

Tabla 1.9. Conformación del sector desglosado por puesto laboral, en 2005

	Núm. de empleados	%
Directivos	131	5.5.%
Gerencias medias	1,874	6.8%
Jefes de línea	2,907	10.6%
Técnicos	7,026	25.5%
Operador-ensamblador	15,562	56.6%
Total	27,500	100%

Fuente: Con base en ProduCen (2005, abril). Clúster de Productos Médicos de Baja California.

Como un dato muy general, el personal operativo-ensamblador en promedio tiene la escolaridad de secundaria, aunque hay algunos que sólo tienen primaria (10%). Cabe señalar que el requisito de contratación es la secundaria. En el nivel técnico, el mínimo es preparatoria o carrera técnica especializado. En tanto las jefaturas de área, el promedio es una licenciatura ya sea ingeniería o carrera administrativa (Entrevista a Mónica Jaque, realizada el 8 de octubre de 2015).

De acuerdo a la Encuesta Tuning, los perfiles profesionales más demandados son los de ingeniero industrial (35%), ingeniero bioquímico (23%), ingeniero electromecánico (21%), ingenieros electrónicos (13%) e ingeniería en sistemas computacionales. En el área administrativa, el 70% de la demanda se concentra en licenciados en administración de empresas (40%) y licenciados en contaduría (30%), comercio exterior (10%), recursos humanos (10%) (Vargas Leyva, 2006, p. 89).

1.3.2. Intensidad tecnológica, según especialización médica y clasificación de los dispositivos médicos

En general, los sectores de alta tecnología se definen como actividades que requieren un alto nivel de conocimiento y de esfuerzo en investigación que permiten crear altos niveles de valor y empleos (Informa D&B, 2013, p. 2). Dentro de la clasificación utilizada, el sector manufacturero se compone de dos ramas: manufacturero de media-alta tecnología y de alta tecnología. El concepto de *sectores de alta tecnología* es empleado desde los años ochenta por la OCDE o Eurostat a nivel internacional. Dentro de los sectores

manufactureros de alta tecnología se ubican: fabricación de productos farmacéuticos; fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos; fabricación de otro material de transporte, entre otros. Mientras que los sectores manufactureros de media-alta tecnología contemplan: industria química, fabricación de material y equipo eléctrico; fabricación de maquinaria y equipo; fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques; fabricación de armas y municiones; y fabricación de instrumentos y suministros médicos y odontológicos, entre otros.

De manera particular, la industria de los dispositivos médicos se puede dividir en dos segmentos principales, el primero de ellos corresponde al mercado de productos convencionales (incluyendo consumibles), los cuales requieren de un bajo grado de innovación por los procesos simples que involucran, pero asociado directamente con bajos márgenes de utilidad y grandes volúmenes de ventas; a su vez estos se dividen en diferentes segmentos o especialidades como: cardiovascular, ortopedia, cirugía general, neurocirugía, diagnóstico in-vivo e imagen, entre otros. Por otro lado, se encuentra el segmento de productos de alta tecnología, el cual está compuesto por dispositivos sofisticados caracterizados por una continua innovación debido a que los equipos que se manejan son sofisticados y su diseño generalmente está basado en la mecánica, eléctrica, biomateriales, así como la biotecnología, y se encuentran enfocados en tratamientos de diagnóstico y terapéuticos. Estos están asociados con actividades de alto costo y riesgo. Los productos de este segmento tienen un gran potencial de crecimiento, así como un alto riesgo de volverse obsoletos (Escandón, 2014; FUMEC, 2009, p.2; Secretaría de Economía, 2011, p. 14).

La mayor parte de las principales empresas producen varios dispositivos, por lo menos tres o cuatro familias de productos (Aragon *et al.*, 2009, p. 41). Esto significa que una empresa debe tener una amplia variedad de procesos de producción. Con el fin de reducir los costos, los consorcios de equipos médicos están organizados en divisiones de acuerdo a sus productos. Tales grupos se distribuyen en diferentes países, donde la reducción de costos debe ser el principal criterio para la asignación.

Según la definición del Global Harmonization Task Force (GHTF o Grupo de trabajo internacional para la armonización, 2005), los dispositivos médicos varían en cuanto a su tamaño, complejidad, presentación y uso. La durabilidad de los dispositivos médicos es muy variable: de unos pocos minutos, en el caso de los dispositivos desechables, hasta varias décadas, en algunos dispositivos implantables y equipos médicos. Mientras que el grado de supervisión reglamentaria de los dispositivos médicos depende de la clase de riesgo que implique su uso. En tanto, la evaluación de la seguridad y la eficacia de los dispositivos médicos de bajo riesgo puede realizarla el fabricante. En el caso de los dispositivos médicos de alto riesgo, es necesario presentar a las autoridades competentes estudios científicos publicados que demuestren su seguridad y eficacia (OMC, 2012, p.13).

Si bien la industria manufacturera de dispositivos médicos se clasifica dentro del sector de media-alta tecnología, al interior del mismo sector prevalecen diferencias en cuanto a la complejidad de los mismos y uso de tecnología más avanzada. Así, en la industria de los dispositivos médicos existen tanto los productos convencionales, los cuales requieren de un bajo grado de innovación pero contemplan grandes volúmenes de ventas; así como los productos de alta tecnología, los cuales se caracterizan por una continua innovación debido a que los equipos que se manejan son sofisticados y su diseño generalmente está basado en la mecánica, eléctrica, biomateriales, así como la biotecnología.

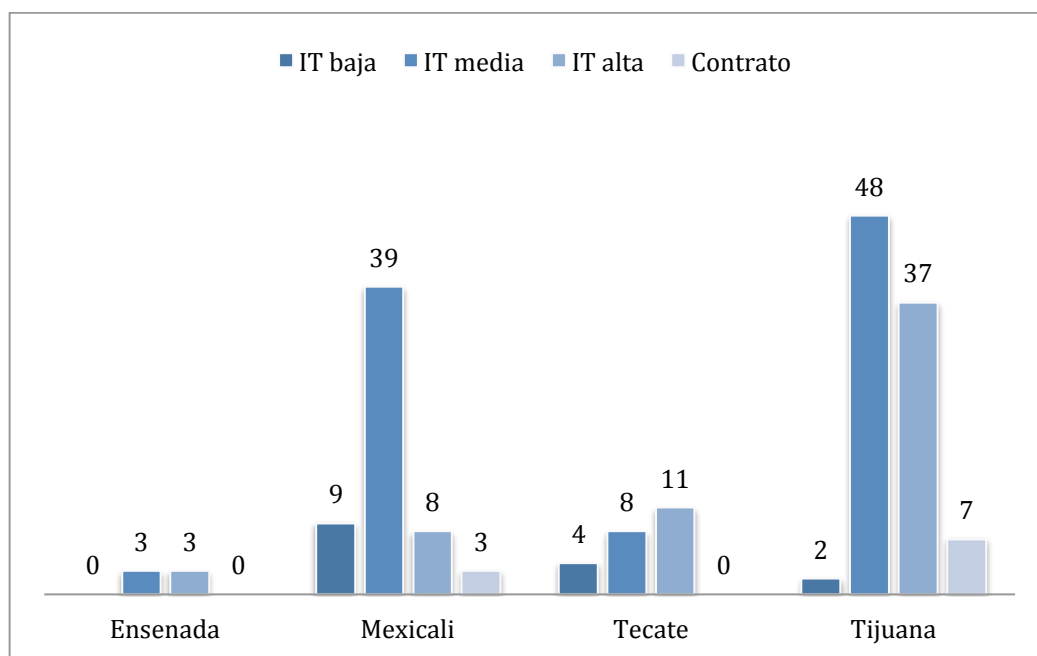
A partir de la ponderación de las dos principales clasificaciones de equipo y dispositivos médicos (función y uso,⁸ y riesgo⁹), se realizó una escala para medir la intensidad tecnológica de los productos manufacturados en Baja California. Para los fines de este trabajo, esta escala contempla: intensidad baja, media y alta (ver *gráfica 1.7*) .

⁸ En México, la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM, 2009) divide los dispositivos médicos en seis grandes categorías o grupos con base a su función y finalidad de uso: I. Equipo médico; II. Prótesis, órtesis y ayudas funcionales; III. Agentes de diagnóstico; IV. Insumos de uso odontológico; V. Materiales quirúrgicos y de curación; y VI. Productos higiénicos.

⁹ Los dispositivos médicos para efectos de registro de acuerdo con el riesgo sanitario que implica su uso y tiempo de permanencia en el organismo, se clasifica de la manera siguiente: *Clase I*: Aquellos insumos que su práctica, seguridad y eficacia médica están comprobadas y que, generalmente, no se introducen en el organismo; *Clase II*: Aquellos insumos que, generalmente, se introducen al organismo permaneciendo menos de treinta días; y *Clase III*: Aquellos insumos nuevos o recientemente aceptados en la práctica médica, o bien que se introducen al organismo y permanecen en él, por más de 30 días.

Dentro de la intensidad baja, se encuentran productos desechables e higiénicos, materiales quirúrgicos y de curación, los cuales no se introducen en el cuerpo. En tanto, en la media, se ubican los insumos de uso odontológico y agentes de diagnóstico que permanecen en el organismo menos de 30 días. Mientras que en los de alta intensidad se ubican el equipo médico, ayudas funcionales y aparatos de diagnóstico, cuya permanencia dentro del cuerpo es de más de 30 días. Así, cerca del 9% de los productos manufacturados en Baja California se ubican en baja intensidad tecnológica; el 52% en intensidad tecnológica media y el 35% en intensidad alta. Por contrato, hay cerca de 4% de los productos. Como era de esperarse, Tijuana (48%) y Mexicali (39%) concentran la mayor parte de los productos ubicados en intensidad tecnológica media. Mientras que Tijuana destaca como el principal productor de dispositivos médicos de alta tecnología (37%).

Gráfica 1.7. Intensidad tecnológica de la cartera de los principales productos de equipo y dispositivos médicos manufacturados en BC



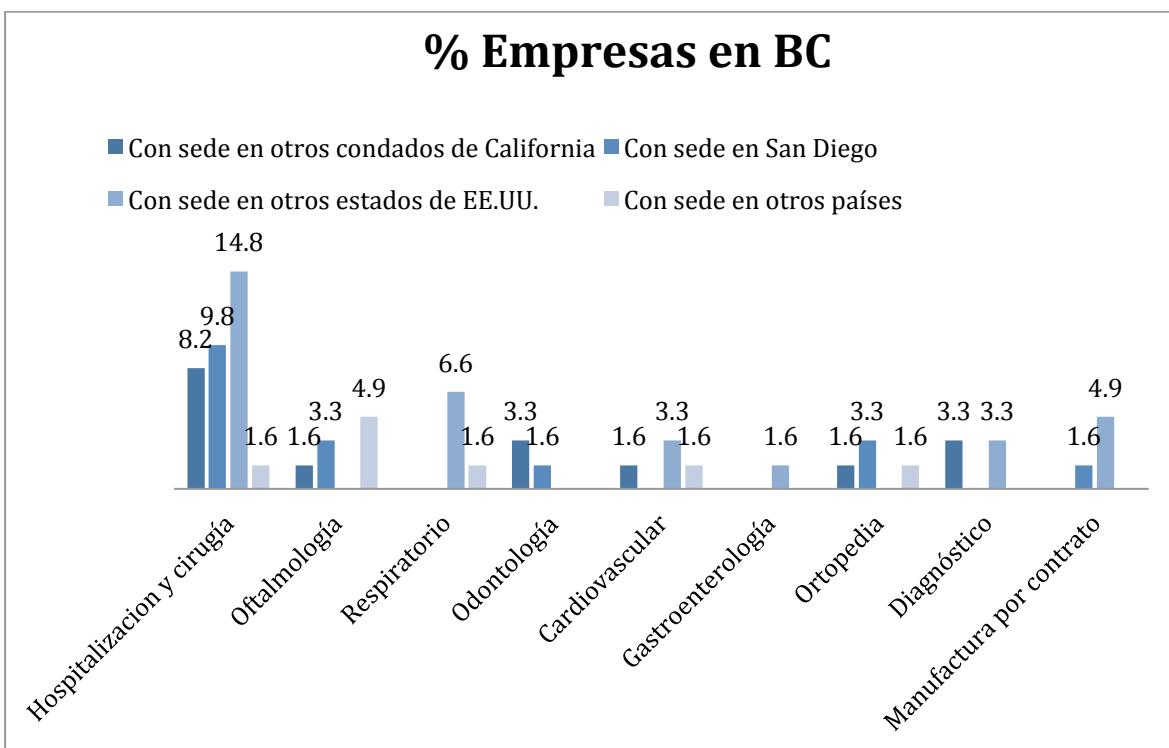
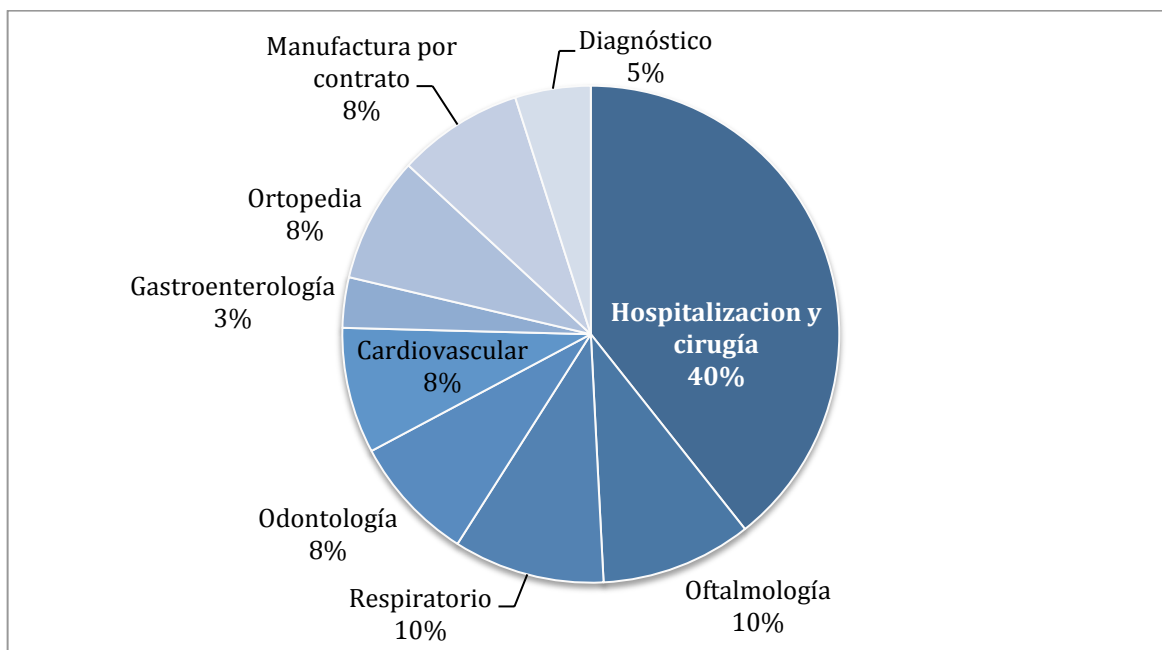
Fuente: Elaboración propia. La escala de intensidad tecnológica se construyó a partir de la clasificación de los tres a cinco principales productos de las empresas, según: a) finalidad y uso, y b) riesgo, a los cuales se les asignó un número ordinal. De esta forma, $IT=a+b$. Baja=3,4; Media=5,6,7; Alta=8,9. En total, se contabilizaron 169 principales productos, de 61 empresas. Cabe señalar que las empresas que no manufacturan de manera particular algún producto, sino que lo hacen por pedido o contrato, se contabilizaron como 0.

Para el caso de Baja California, si bien buena parte de los dispositivos elaborados por el sector se ubican dentro de los de baja complejidad por su bajo contenido de innovación y sofisticación, también hay casos que destacan por su alto contenido tecnológico. Por ejemplo, Medtronic fabrica válvulas complejas como Core valve y solamente hay dos fábricas en el mundo que lo hacen y Medtronic lo hace en Tijuana. En el caso de Greatbatch, cerca del 95% de cualquier marcapasos o desfibrilador utilizado en cualquier hospital tiene componentes que se fabricaron en esa planta. Por su parte, Nellcore Puritan Bennett fabrica un bisturí específico para la cirugía de corazón y válvulas; se trata de un kit de cirugía, que es muy especializado, el cual puede ser utilizado en corazón, riñón o en otro tipo de la cirugía.

En términos de especialidad médica, los dispositivos médicos relacionados con la hospitalización y cirugía son los que mayor presencia tienen en la cartera de productos de las empresas, 40% (herramientas de cirugía, curación, jeringas, sets de anestesia, guantes, kits de primeros auxilios). Le siguen los productos destinados a la atención respiratoria (mascarillas de oxígeno, válvulas de tráquea, monitores), así como los dedicados a la oftalmología (lentes, micas con diferentes tratamientos), ambos con 10%. También están los designados a la atención cardiovascular (desfibriladores, válvulas artificiales del corazón, sistemas desechables de hemodiálisis, catéteres), ortopedia (rodilleras, coderas, muñequeras, sillas de ruedas, aparatos de rehabilitación) y odontología, con 8%.

Por otra parte, llama la atención que las empresas de Baja California, cuyas sedes se encuentran en California y San Diego, sobresalen por su especialización en artículos de hospitalización y cirugía (15%), oftalmología, ortopedia y odontología (5%). Mientras que si bien las empresas cuya sede está en otro estado de Estados Unidos destacan por su especialización en hospitalización y cirugía (14.9%), también lo son en áreas de mayor complejidad como el respiratorio (6.6%), cardiovascular y aparatos de diagnóstico (3.3%). En tanto, las empresas con sede en otros países se especializan principalmente en oftalmología (4.9%).

Gráficas 1.8 y 1.9. Clasificación de dispositivos manufacturados en BC, según especialidad y por sede de la matriz

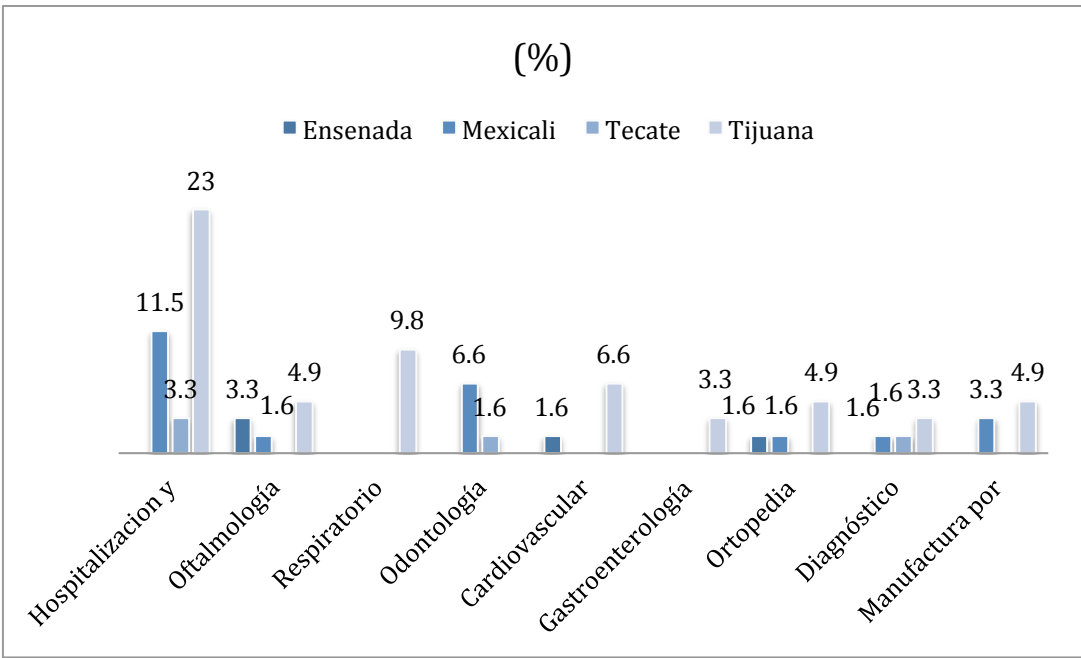


Fuente: Elaboración a partir de base de datos propia.

Asimismo, también se observa una cierta especialización del sector en los municipios de

Baja California. Definitivamente, Tijuana destaca por la manufactura de aparatos y dispositivos de hospitalización y cirugía (23%), respiratorio (9.8%) y cardiovascular (6.6%), aunque prácticamente están presentes la mayoría de las especializaciones (oftalmología y ortopedia, 4.9% respectivamente). Mientras que los dispositivos destinados a la odontología tienen mayor presencia en Mexicali. Por su parte, Ensenada sobresale en el área de oftalmología (3.3%) y Tecate en hospitalización y cirugía (3.3%).

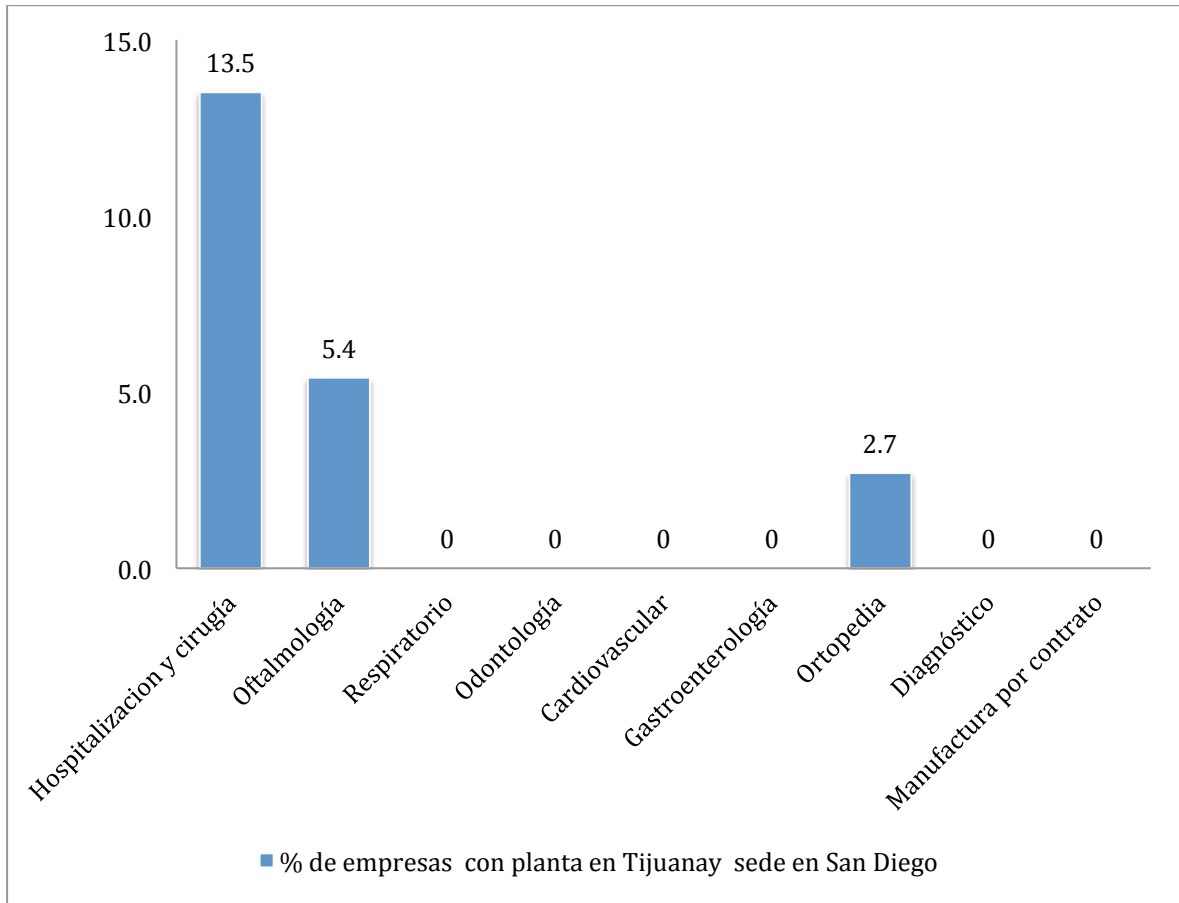
Gráfica 1.10. Clasificación de dispositivos manufacturados por municipio, según especialidad



Fuente: Elaboración a partir de base de datos propia.

De las 37 empresas del sector que están ubicadas en el municipio de Tijuana, cerca de 66.6% (12) tienen su matriz en San Diego. Así, las plantas de Tijuana con sede en San Diego concentran 13.5% de los productos destinados a la hospitalización y cirugía; 5% en oftalmología y ortopedia, 2.7% (gráfica 1.11).

Gráfica 1.11. Clasificación de dispositivos manufacturados por empresas con sede en San Diego y ubicadas en Tijuana, según especialidad



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 2. CONCEPTUALIZANDO LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA INTERNACIONAL. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Aunque la transferencia tecnológica (TT) es un tema ampliamente debatido en el contexto internacional y académico, su definición e indicadores difieren por las diferentes perspectivas y datos confiables para su medición. Algunos autores como Vaitos (1975) cuestionan el término mismo de “transferencia”, ya que éste denota el libre acceso, más bien, señalan, se trata de una transacción mercantil (comercialización) en un mercado ineficiente e inequitativo; esto es, conlleva un movimiento comercial de la posesión de “algo” de un lugar a otro. Al respecto Domínguez y Brown (2004, p.2) señala que la transferencia constituye un flujo de valor contractualmente unidireccional, no necesariamente correspondido, cruza las fronteras, mientras que la transacción denota un intercambio contractual de valor equivalente entre dos partes, es decir, *quid pro quo* (una cosa por otra), lo cual corresponde más a la realidad del mercado de tecnología. Pero más allá de esta discusión conceptual, existe una coincidencia sobre la trascendencia económica y social de la TT, como se discutirá más adelante.

En cuanto a la medición de la TT referente a las adquisiciones de tecnología, existen diversas variables, entre las que se incluyen: los pagos en concepto de regalías, el comercio de servicios de I+D, el comercio de mercancías intensivas en tecnología, la proporción del empleo total correspondiente a empresas de propiedad extranjera y la inversión extranjera directa. En cada caso, se pone a disposición del país importador una determinada tecnología a cambio de un pago, es decir, un derecho de licencia, un salario o el precio de la mercancía. En esta medición se da por sentado implícitamente que la tecnología incorporada en estas importaciones no está a disposición de los productores nacionales permanentemente. Si, por algún motivo, se deja de importar la mercancía o el servicio, o expira la licencia, también se supone que desaparecen las ganancias de productividad, ya que el país importador no puede producir por sí solo el conocimiento incorporado en la mercancía, servicio o licencia (Organización Mundial del Comercio, 2013, p. 153). La producción de las subsidiarias respecto al valor o proporción de las exportaciones es una medida de TT muy frecuente en un país o industria (Reddy y Zhao, 1990, p. 287). Algunos indicadores que manejan varios autores sobre de ciencia y tecnología, incluyen una

categoría de transferencia de tecnología en la que se encuentra: exportación de bienes con tecnología incorporada y establecimiento o expansión de subsidiarias, a través de la inversión extranjera (Albornoz, 1994). En un trabajo reciente, Goldberg, Branstetter, Goddard y Kuriakose (2008, pp. 37 y 43), mediante un modelo de regresión, miden los alcances de la TT intrafirma en empresas de Asia, en función de la presencia de nuevos productos y procesos, productos nuevos de tecnología, mejora de los productos existentes o procesos, el logro de nuevas certificaciones de calidad y la adquisición de los acuerdos de licencia de tecnología de otras empresas.

El desarrollo teórico relacionado con la transferencia tecnológica plantea múltiples caras siendo, en ocasiones, difícil tener una visión única e, incluso, articulada de este concepto. En primer lugar, el concepto de transferencia se utiliza y se basa en una serie de conceptos relacionados que ayudan a configurarlo, tales como difusión tecnológica, aprendizaje tecnológico, capacidades de absorción tecnológica y capacidades tecnológicas. Segundo, la transferencia tecnológica puede ser estudiada desde el mercado, desde la teoría de la firma, derechos de propiedad intelectual,¹⁰ la innovación, entre otras muchas perspectivas y disciplinas. Tercero, la transferencia tecnológica ocurre y se estudia en diversos niveles: internacional (entre comunidades, países, regiones, entre países desarrollados y en desarrollo), entre sectores, entre empresas, dentro de la propia empresa.

Ante ello, resulta muy oportuna la propuesta de Reddy y Zhao (1990) para clasificar la vasta literatura sobre TT, a partir de separar sus elementos centrales: 1) *el país, industria o empresa de origen o proveedor* cuya dimensión está dentro de la política internacional (evalúa temas relacionados con la cooperación y la confrontación entre países o empresas transnacionales), 2) *la transacción misma*, la cual enfatiza en la actividad de las firmas y 3) *el país, industria o empresa receptora*, la cual se refiere a cuestiones operacionales, principalmente la contribución de la tecnología al desarrollo social y económico a ese país,

¹⁰ Las principales conclusiones de la evidencia empírica sobre la transferencia de tecnología y la propiedad intelectual son las siguientes: en primer lugar, la fuerza de protección IP parece facilitar la transferencia de tecnología a los países de ingresos medios que ya tienen la capacidad de innovación o son capaces de imitación. Estos países son más propensos a recibir la tecnología si la empresa extranjera de la que procede siente que sus derechos de propiedad serán protegidos (Hall y Helmers, 2010, p. 12).

industria o empresa. Dentro del primer elemento, se ubican temas como el impacto de la TT en el país de origen, las multinacionales y la adaptación de tecnología y sus determinantes, la elección de la tecnología a transferir, inversión en investigación y desarrollo (I+D), entre otros. En el tema de la transacción, se encuentra el rol y la naturaleza de la TT, negociación, costos y pagos, modos de TT, medición de la efectiva transferencia y los factores que la determinan, así como el precio de la tecnología. Finalmente, en el apartado de país o empresa receptora, predominan temas sobre el impacto de la TT para el país, industria o la empresa, las capacidades tecnológicas y apropiación de tecnología, la adquisición de tecnología y adaptación de la tecnología (Reddy y Zhao, 1990, p. 285-288).

2.1. Aproximaciones para una definición de TT

Un primer acercamiento al término son aquellas consideraciones que incorporan la transferencia de tecnología como un *proceso* que involucra determinados agentes (un proveedor-receptor en diferentes niveles y en general cualquier institución capaz de generar conocimiento) y asume diversas formas y canales (tanto tradicionales, de bienes tangibles como los más complejos, de bienes desincorporados e intangibles), con un propósito fundamental, según la perspectiva (desde la simple fabricación de un producto, la aplicación de un proceso o la prestación de un servicio hasta la asimilación, adaptación y dominio de la tecnología y procesos (saber hacer), creación de capacidades tecnológicas o la búsqueda de la innovación). Como proceso, la TT no es un hecho aislado, conlleva una serie de pasos, acciones y actividades para llegar a determinado fin, los cuales se verán más adelante.

Para Powell (1990, p. 325), la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 1985) y Pellissier (2008, p. 70), la transferencia de tecnología es el proceso de transferencia de conocimientos necesarios de una entidad a otra para la fabricación de un producto, la gestación de un proceso o la prestación de un servicio mediante el cual se transmite el conocimiento. En este mismo tenor, López, Mejía y Schmal (2006, p. 71) señalan que la transferencia tecnológica es entendida como “el proceso mediante el cual el sector privado obtiene el acceso a los avances tecnológicos

desarrollados por los científicos, a través del traslado de dichos desarrollos a las empresas productivas para su transformación en bienes, procesos y servicios útiles, aprovechables comercialmente”. Es decir, la aplicación de la tecnología para un nuevo uso o un nuevo usuario (Gee, 1981, p.18). Friedman y Silberman (2003, p. 18) se refieren a la TT como el proceso por el cual la invención o propiedad intelectual de la investigación científica es licenciada o convenida a través del uso de derechos de una entidad con fines de lucro y eventualmente comercializada. Esto es, el movimiento comercial y difusión de una tecnología o producto desde el contexto de su invención original a un contexto económico y social diferente, es decir, de un proveedor (universidad, organismo de investigación, centro tecnológico, empresa), a un receptor (generalmente empresa) (Becerra, 2004; González Sabater, 2011, p. 21) .

La transferencia tecnológica es el paso de una técnica o conocimiento desarrollado por una institución u organización a otra en la cual debe ser adoptada y usada. Es un proceso que termina cuando el receptor asimila y domina la tecnología de acuerdo con los indicadores de desempeño acordados, incluyendo propósitos de innovación (Rodríguez Maya, 2008, p. 223; González Sabater, 2009, p. 25). La transferencia de tecnología no es un hecho aislado ni definido solamente por la firma de un contrato. Para Villavicencio y Arvanitis (1994, p. 263), no se puede desarrollar tecnología (tradicional o nueva) sin que se efectúe un gran número de actividades económicas alrededor de la tecnología, esto es, un proceso. Pellissier (2008, p. 70) señala que este proceso consiste en la difusión de la documentación que describe la tecnología, la capacitación para transmitir el conocimiento (llamado *software*) y la transferencia de los equipos, componentes o materias primas (llamada de *hardware*). Por lo tanto, la transferencia de tecnología vincula la base vigente de la tecnología y el proceso de innovación a fin de aumentar productividad.

Como proceso, la transferencia de tecnología comprende ciertas etapas ampliamente reconocidas por la literatura. Las etapas son los diferentes pasos o fases que siguen las partes para iniciar, desarrollar y culminar el proceso de transferencia de tecnología. Según González Sabater (2011, p. 34), las actividades que la empresa desarrolla en este proceso se pueden identificar y resumir así:

- Búsqueda de información especializada sobre alternativas tecnológicas y selección: esta actividad supone, en términos generales, que una empresa está en estado de alerta respecto a los múltiples oferentes de soluciones tecnológicas. Esta actividad incluye visitas a plantas, participación en ferias y congresos, suscripción a bases de datos, etc. Se trata de una actividad crítica en la medida en que de ella se derivan las posibilidades de modificar profundamente los productos y procesos de la empresa, así como sus proveedores.
- *Negociación de tecnología*: la realización de ésta toma un sentido muy diferente según las empresas. Puede ser la simple negociación de cláusulas de un contrato, o bien la negociación inteligente que llega a "desempaquetar" una oferta de tecnología.
- *Adaptación o modificación de equipos, partes y piezas*: la consideración de estas actividades es clave para entender las estrategias de las empresas en materia tecnológica. Según la literatura, la adaptación es la principal actividad de las empresas en países en desarrollo y la principal actividad a través de la que se induce el aprendizaje suscitando nuevos diseños.
- *La implementación*: la incorporación de una innovación en la práctica habitual. La implementación idealmente incluye una gama de estrategias diseñadas para hacer frente de manera individual, organizacional y características sistémicas (por ejemplo, la formación profesional, los cambios, y de políticas administrativas). La aplicación es el uso real de la innovación, en lugar de la etapa anterior de difusión que implica el aprendizaje sobre una innovación (Network Technology Transfer Workgroup, p. 4; Solleiro Rebolledo y Castañón Ibarra, 2008).

Sin embargo, la TT como proceso tiene varias características inherentes que son útiles para comprender su naturaleza: es intencional (no surge por el azar, hay esfuerzos centrados), es dinámico (involucra diferentes actividades y diferentes agentes) y estratégico para la

empresas. La transferencia de tecnología es considerada como un proceso continuo, frecuente, estratégico y basado en una colaboración interinstitucional (Solleiro Rebolledo y Castañón Ibarra, 2012, p. 157; Solleiro Rebolledo y Castañón Ibarra, 2008, p.15; Villavicencio y Arvanitis, 1994, p. 260). El Centro de TT en Estados Unidos señala que, ante todo, se trata de un proceso que incorpora un conjunto de estrategias focalizadas, multidimensionales diseñadas para promover intencionalmente y acelerar la movimiento de las innovaciones a través de la serie continua. La transferencia de tecnología es un proceso dinámico e iterativo que abarca las etapas de desarrollo posterior, la difusión y la implementación temprana (Network Technology Transfer Workgroup, p.3). Desde la perspectiva de la empresa, la transferencia de tecnología es considerada como una estrategia para la reproducción y el crecimiento de la empresa (ya sea en tamaño y otros beneficios) (Kogut y Zander, 1992, p. 384).

Otro elemento presente en la literatura es la que distingue la TT más allá de las meras transacciones de productos tangibles, cuyo acceso se da por medio de los mecanismos de mercado. Más bien se trata de la transmisión del saber cómo hacer las cosas (*know-how*), del conocimiento técnico. La sola transferencia no garantiza por sí misma el éxito tecnológico. Desde esta perspectiva se trata de un componente tácito en el proceso de TT, inherente al proceso mismo: cuando el conocimiento técnico está incorporado en un producto, también viaja con él. La transferencia de tecnología es vista más en términos específicos como la transferencia del *know-how*¹¹ especializado, que puede ser patentado o no patentado, de una empresa a otra. Así, la transferencia de tecnología implica la transferencia al destinatario de los conocimientos técnicos necesarios para su transformación en bienes, procesos y servicios útiles. Una de las definiciones más ampliamente reconocidas es la que elabora la UNCTAD. En este sentido, la transferencia tecnológica es la transferencia de conocimiento sistemático para la fabricación de un producto, para la aplicación de un proceso o para la prestación de un servicio y no se

¹¹ El *know-how* es la habilidad o la experiencia práctica acumulada que permite hacer algo sin problemas y eficientemente "(Kogut y Zander, 1992, p. 386). La palabra clave de esta definición es la "acumulación", lo que implica que los conocimientos técnicos deben ser aprendidos y adquiridos. Es una descripción de saber cómo hacer algo.

extiende a las transacciones relacionadas con la mera venta o arrendamiento de bienes (UNCTAD, 1985).

Diversos investigadores (Teece, 1970; Baranson, 1970; Marton, 1986) definen la transferencia de tecnología como la transferencia de saber cómo (*know-how*); es decir, la transmisión de tal conocimiento que permite a la empresa receptora la fabricación de un producto en particular o proporcionar un servicio específico. En este mismo tenor, Chesnais (1986) distingue entre la venta de maquinaria y el equipo que incorpora la tecnología y la transferencia de tecnología propiamente. Estrada y Heijs (2003, p.16) señalan la TT como la adquisición externa, vía mercado o mediante un acuerdo interempresas, de conocimientos productivos. La vía en que se adquiere la tecnología se da mediante conocimientos incorporados en la maquinaria y equipos o desincorporados en patentes, diseños y asistencia técnica. La tecnología implica ante todo transmisión de conocimiento entre distintos agentes (Domínguez y Brown, 2004).

Agmon y Von Glinow (1991) y Ul Haque (1997) advertían que la transferencia nunca ocurre sin algún tipo de marco organizacional. Por lo tanto, la transferencia incluye factores incorporados de las organizaciones y el proceso de negocios internacionales son inseparables (Agmon y Von Glinow, 1991, p. 1). Los bienes de capital en sí mismos no pueden constituir la tecnología, ya que mientras tanto la tecnología está incorporada en maquinaria y equipos, las tecnologías también abarcan las relaciones complejas que involucran equipos, las características del proceso, especificaciones del producto y la organización del trabajo (Ul Haque, 1997, p. 51).

Para Marton (1986, p. 411), la TT exige una relación sostenida entre dos empresas durante un periodo de tiempo, por lo que la empresa receptora puede reproducir el producto con el nivel deseado de normas de calidad y eficiencia de costos. Bittencourt y Giglio (2013, p. 261) señalan que se trata de un proceso en el que por lo menos dos actores identificables (vendedor-comprador, proveedor-adquiriente, o constructor-usuario) establecen una relación dinámica para satisfacer objetivos particulares.

En un sentido amplio, la TT busca apoyarse en las redes de colaboración y cooperación tecnológica, que suponen un instrumento singular para la gestión del conocimiento, pues la red aporta medios técnicos, infraestructura y normas, que facilitan la gestión del valor añadido que se genera en las relaciones entre las empresas. Las empresas capturan el conocimiento a través del capital social, a partir de todas las redes de vínculos diversos que se mantiene con otras organizaciones (Powell, 1990, p. 325).

Al respecto, Villavicencio y Arvanitis (1994) precisan que para que haya transferencia tecnológica el proceso se debe apoyar en un mecanismo social poderoso de intercambio y de relaciones sociales por las actividades implicadas. Así, los vínculos formales con empresas proveedoras de tecnología, nacionales e internacionales, y los nexos con centros de investigación para desarrollar nuevos productos, nuevos procesos, fabricar partes y equipos, así como los vínculos de asistencia técnica, toman una singular importancia. En tanto, Martínez (2013, p. 190) destaca el papel de la interacción y redes sociales de las empresas con otros agentes que integran el contexto socioeconómico: otras organizaciones, consumidores, proveedores, institutos de investigación y centros educativos. Esto significa que a través de las redes es posible adquirir o adquirir distintos tipos de recursos y conocimientos, pero también realizar distintos tipos de transacciones.

Sin duda uno de los capítulos más importantes de la TT es aquel que analiza sus alcances y fines, principalmente el relacionado con el aprendizaje y desarrollo de capacidades tecnológicas de los países, industrias o empresa receptoras. Ya desde 1986 Chesnais advertía que la transferencia de tecnología se refiere a la transferencia de la capacidad de fabricación de un producto o proceso de las empresas de un país a empresas de otro país, aunque más tarde autores como Lall (1992) y Bell y Pavitt (1995) hablarían propiamente de capacidades tecnológicas (entre las que se incluyen las capacidades: producción, inversión y vinculación). La adquisición de tecnología también está relacionada con el proceso de construcción y consolidación de las capacidades de innovación (Nelson, 1993; Villavicencio y Arvanitis, 1994; Ul Haque, 1997; Martínez, 2006; UNIDO, 2008, p. 45). Cada vez se está dando más importancia a la capacidad de absorción tecnológica del "receptor", es decir, su capacidad para integrar, manejar, desarrollar y dominar la

tecnología adquirida que al hecho de examinar los aspectos formales y legales entre proveedores y compradores de tecnología (Villavicencio y Arvanitis, 1994, p. 257). Sin duda, la tecnología importada, nuevos equipos y técnicas puede complementarse con esfuerzos intensivos para acumular localmente las capacidades para la adaptación, mejoramiento de la tecnología adquirida y la generación de nuevos componentes, (Ul Haque, 1997, p. 51).

La transferencia tecnológica es más que colaboración científica y tecnológica, pues este término es usado para incluir todas las formas de intercambio tecnológico que conduzcan a la construcción de las capacidades tecnológicas del usuario/beneficiario. Es más crucial que se construyan capacidades a través del desarrollo de habilidades y la transferencia de operación y mantenimiento del *know-how*, con lo cual se promueve el progreso tecnológico (UNCTAD, 2012, pp. 15 y 88, UNCTAD, 1985). En palabras de Villavicencio y Arvanitis (1994, p. 260), la TT es ciertamente “un problema de adquisición y, ante todo, de aprendizaje y apropiación de la tecnología”.

De alguna forma, los efectos de la TT crea los incentivos positivos para utilizar nuevas tecnologías, acumular, imitar e innovar, a partir del crecimiento de la productividad, del impacto en el comercio exterior y la inversión, y de la acumulación de capital físico y humano a través de las fronteras nacionales (Goldberg, Branstetter, Goddard y Kuriakose, 2008, p. 23).

Para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), la transferencia de tecnología es un proceso prolongado y costoso que no se limita al acto de establecer en un país en desarrollo una planta con la tecnología más moderna. Los trabajadores e ingenieros locales deben tener una comprensión suficiente de la tecnología para poder resolver todas las dificultades que puedan presentarse en materia de producción y mantenimiento. Los conocimientos teóricos básicos usados en los procesos de la planta deben ser asimilados por completo e incorporados en cursos universitarios de ingeniería para poder reproducirse a nivel local. Para completar la transferencia de tecnología, un país debe hacer los cambios necesarios en su infraestructura e instituciones a lo largo de un

periodo prolongado de tiempo, para permitir un proceso intenso y productivo de aprendizaje. Los países en desarrollo deben realizar inversiones infraestructurales en educación, capacitación, I+D y otras actividades científicas y técnicas; es decir, deben aumentar la capacidad local en materia de ciencia y tecnología para poder obtener todos los beneficios de la adquisición de tecnologías importadas (UNTACD, 1993, p. 13).

Sobre los factores que facilitan la TT, autores como Barason (1970), Solleiro Rebolledo y Castañón Ibarra (2012) y Domínguez y Brown (2004) señalan que dependerá tanto de la voluntad (esfuerzo) y capacidad para transferir conocimientos técnicos y habilidades como de las capacidades de absorción de los destinatarios. En el caso de los socios menos sofisticados, el éxito de las transferencias generalmente requieren una relación sostenida entre donantes y receptores. Baranson (1970, p. 435) precisa que también depende del trasplante de la gestión de sistemas de normas de calidad de control y de estándares de materiales, programación de producción, manejo de materiales, compras y la productividad del trabajo, esto es, de la capacidad de producción.

Baranson (1970) distingue que el costo relativo y la viabilidad de la transferencia de tecnología depende de cuatro conjuntos de factores interrelacionados: 1) la complejidad del producto y técnicas de producción que se transfieren, 2) el entorno de la transferencia del país del donante y del receptor, 3) las capacidades de absorción de la empresa beneficiaria, y 4) la capacidad de transferencia y la estrategia de la firma de los donantes que maximiza el beneficio. Las decisiones de las empresas internacionales que favorecen bien licencias o inversiones directas están fuertemente influenciadas por una combinación de estos factores (Baranson, 1970, p. 425; Petronia, Verbano y Venturini, 2015, p. 54; Teece, 1976).

Dentro de este marco, resulta indispensable entender qué se entiende por tecnología, ya que es el objeto de la TT, así como los tipos de tecnología a transferir y sus niveles.

2.2. Definición de tecnología

Los estudios existentes de transferencia de tecnología o la transferencia de tecnología internacional definen el término "tecnología" desde diferentes perspectivas. Generalmente, la tecnología se concibe como la información necesaria para diseñar y producir un determinado bien por cualquier número de métodos alternativos. Este concepto de tecnología como información sostiene que la tecnología es aplicable en general y fácil de reproducir y reutilizar, y que las empresas pueden producir y utilizar innovaciones principalmente por la libre inmersión en un conjunto de conocimientos tecnológicos (Arrow, 1962; Johnson, 1970). La tecnología comprende un conjunto de conocimientos técnicos (saber qué) y de prácticas (saber cómo), los cuales se plasman en fórmulas, especificaciones, modelos, dibujos, diagramas y procesos para la satisfacción de necesidades humanas, tales conocimientos y prácticas conforman bienes y servicios, que son objeto de transacciones nacionales e internacionales. Asimismo, comprende lo que se conoce como experiencias de fabricación, conocidas como *know how* técnico o industrial (Patel, 1972, p. 11).

Para Pavitt (1985), la tecnología se diferencia del conocimiento principalmente por su aplicación específica, tácita y a menudo no codificada, y en gran parte acumulada dentro de las empresas. Esto es, la tecnología está incluida dentro de los intangibles de la firma o activos "específicos de la empresa", que forman la base de la competitividad de una empresa y que por lo general dará a conocer sólo bajo condiciones especiales (Caves, 1982).

Dossi (1982, pp. 152-153) señala que la teoría económica tradicional representa a la tecnología como la combinación de una serie de factores dados, definida (cuantitativamente y cualitativamente) en relación a ciertos *outputs* (salidas). Este autor define la tecnología como una serie de piezas de conocimiento, una directamente "práctica" (relacionada a problemas concretos y el equipo y dispositivos físicos) y otra teórica (prácticamente aplicable aunque no necesariamente aplicado), el *know-how*, métodos, procedimientos, experiencias de éxito y fracasos y también. Los dispositivos físicos existentes encarnan los logros en el desarrollo de la tecnología en una definida actividad de solución de problemas. Pero al mismo tiempo, una parte de la tecnología consiste en una

particular pericia, experiencia pasada de intentos o logros y soluciones tecnológicas pasadas, junto con el conocimiento y la recopilación de un estado del arte.

La UNCTAD (2004, p. 157) señala que la tecnología puede definirse como “conocimiento sistemático para la elaboración de un producto, la aplicación de un proceso o la prestación de un servicio” y abarca tanto los conocimientos técnicos en que se basa el producto final como la capacidad operacional para convertir los insumos productivos correspondientes en un producto o servicio elaborado (UNCTAD, 2004; Pérez Miranda y Serrano Migallón, 1983, p. 11).

Para Solleiro y Castañón, la tecnología se puede definir como el conjunto de conocimientos, máquinas, herramientas, métodos y relaciones económicas y sociales del medio orientados a la satisfacción de necesidades a través de la producción de productos, servicios o procesos. Incluye conocimiento y experiencia, equipamiento e instalaciones, *software* y *hardware*, además de servicios, sistemas, productos y procesos (Solleiro Rebolledo y Castañón Ibarra, 2008, Cap. I).

Perrin (1983, p. 71) sostiene que buena parte de la tecnología está constituida por información, pero además es necesario tomar en cuenta los mecanismos y canales por los cuales fluye. “La transmisión de los modos operatorios no es suficiente para asegurar una transferencia de tecnología”. Así, los conocimientos relativos a las técnicas y la gestión de la producción que la casa matriz no incluye en los paquetes tecnológicos son tan importantes como los modos de operación de los procesos de trabajo.

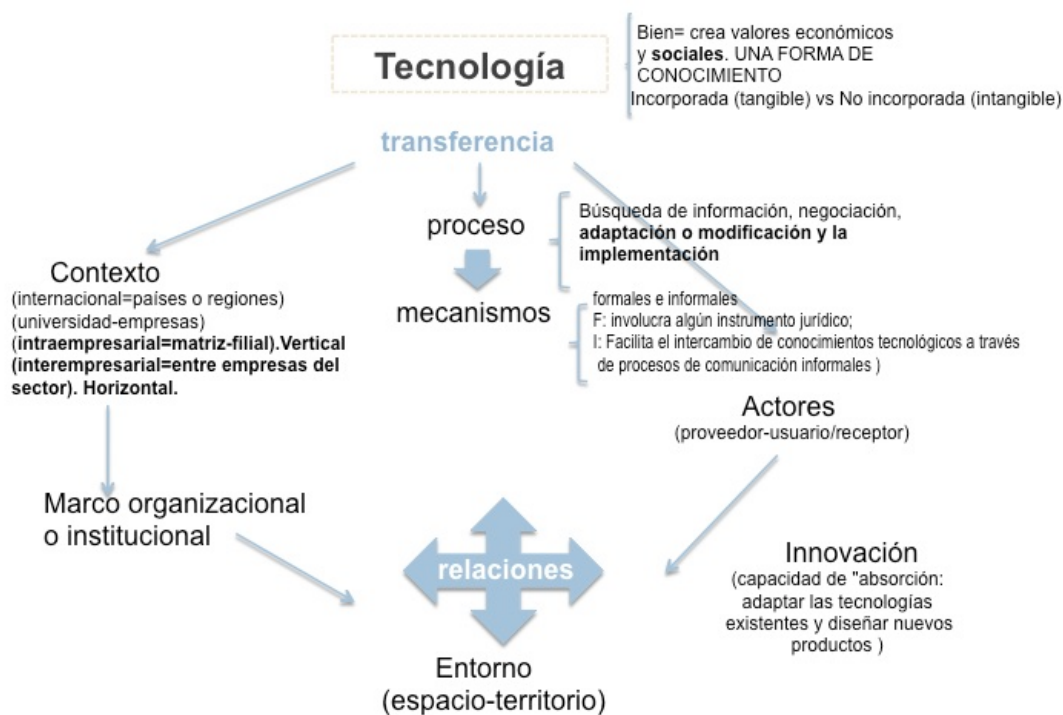
Esta idea es complementada por otros autores, quienes señalan que además de información, la tecnología contiene habilidades, experiencias, saberes y conocimientos que sólo detentan los actores involucrados tanto en la concepción de los "objetos" tecnológicos, como en la ejecución de los procesos productivos (Villavicencio, 1990).

Para Arvanitis y Villavicencio (1995, p. 207), la tecnología es más que los objetos y las técnicas; es simultáneamente información y conocimientos codificables acumulados en los

procesos de desarrollo de la ciencia y la técnica, así como información y conocimientos no codificables acumulados en experiencias de aprendizaje individuales y colectivas. La tecnología se desarrolla articulando los aspectos técnicos con los aspectos humanos, de organización y, más generalmente, sociales.

Así, la tecnología permite articular hombres y máquinas, actores internos a procesos y a actores externos, de modo que se crean extensas redes técnicas, comunidades tecnológicas mucho más amplias que aquellas que constituyen las unidades productivas, relaciones socio-técnicas que unen a la empresa con su entorno (Villavicencio y Arvanitis, 1994, p. 261). En el *esquema 2.1*, se resume el conjunto de elementos involucrados en la TT, así como sus relaciones.

Esquema 2.1. Dinámica de TT



Fuente: Elaboración propia.

2.2.1. Taxonomía de la tecnología

En un primer momento, Hall and Johnson (1970) establecieron la distinción entre tecnología incorporada de producto, tecnología incorporada de proceso y tecnología incorporada de personas para separar lo relacionado al diseño y técnicas de producción con las funciones de gerencia y administración, y de las de capacitación y capacidades de la mano de obra. Más tarde, Mansfield (1975) provee una clasificación útil sobre la tecnología, para lo cual emplea el término de incorporada (*embodied*) versus desincorporada (*disembodied*). Así, la tecnología asume dos formas principales: conocimiento codificado (o tecnología no incorporada) y bienes de capital (tecnología incorporada). Lo esencial características de estas formas de tecnología son que la tecnología es transferible entre las organizaciones y los lugares, y que las transferencias pueden realizarse a través de los diferentes mecanismos (Ul Haque, 1997, p. 51). En tanto, Teece (1977) separa los elementos físicos transferir y la transferencia de información propiamente.

De acuerdo con Sztulwark y Lavarello (2009, pp. 447-448), el objeto de cualquier transacción puede clasificarse de la siguiente manera: bienes tangibles e bienes intangibles. La primera alude a los objetos físicos. La segunda hace referencia a los bienes intangibles, esto es, básicamente, se trata de la separación de la tecnología de su soporte material. Sin embargo, cada vez son más frecuentes los intercambios de paquetes tecnológicos (varios tipos de objetos tecnológicos) y no de objetos simples. De este modo, las características del intercambio dependen del tipo de objeto de la transacción:

- bienes tangibles: el intercambio implica la transferencia de la propiedad del bien, en tanto hay rivalidad en el uso y la capacidad de exclusión.
- bienes intangibles: el carácter indivisible de este tipo de bienes hace que no haya rivalidad en el uso y que su intercambio esté asociado con el pago por el derecho de uso más que con la cesión de su propiedad.
- servicios: su intercambio implica un vínculo explícito entre el proveedor y el usuario.

2.2.2. Niveles de la transferencia tecnológica

Lake (1979) ha identificado tres niveles de transferencia de tecnología: el nivel de mercado, el nivel de producción y el nivel de desarrollo y de investigación. Por su parte, Baranson y Roark (1985) plantearon una distinción entre transferencia de tecnología que es útil en las capacidades operativas (producción), las capacidades de imitación y capacidades de innovación.

A partir de los fines que persigue la transferencia tecnológica, pueden distinguirse tres etapas: de producción, de adaptación y de innovación. La primera, es la transferencia material, la cual consiste en la transferencia de materiales, productos finales, componentes, equipos y el inicio de plantas de producción. Generalmente, el principal objetivo es la capacidad física para producir o los productos deseados por ellos mismos. El segundo, es el diseño de transferencia, el cual básicamente envuelve los movimientos de diseño, planos y el *know-how* de la manufactura previamente al diseño de los productos o equipos. El mayor objetivo es proveer al información básica, los datos y una orientación para crear la capacidad deseada. El tercero es la capacidad de transferir, la cual incluye la provisión del *know-how* y el *software*, no sólo la manufactura de productos, sino lo más importante es la innovación y adaptar las tecnologías existentes y diseñar nuevos productos. La innovación como el desarrollo de capacidades es la más difícil de las tres (Simon, 1991, p.7-8). De acuerdo con Dahlman y Westphal (Loaiza, 2004), se distinguen tres niveles de transferencia de tecnología: la capacidad requerida para operar una tecnología, la capacidad de inversión requerida para crear una nueva capacidad productiva y finalmente la capacidad que conlleva la habilidad para modificar o mejorar métodos y productos, mismos que para ser alcanzados requieren de diferentes tipos y grados de destreza, así como distintas instituciones de apoyo.

Por su parte, Cimoli y Dosi (1994, p. 680) señala que la capacidad de producción se nutre de recursos, de la especificidad de las tecnologías incorporadas en los bienes de capital, de la habilidad de la mano de obra, de la especificación de productos e insumos y de las rutinas organizacionales en uso. En este mismo sentido, Teece (1977, p. 242) identifica el primer paso de la transferencia tecnológica como la facilidad o dificultad de transferir

conocimientos (*know-how*) técnicos de las plantas de manufactura en un país a las plantas de fabricación en otro, esto es, la capacidad de producción. Al respecto, Ul Haque (1997, p.77) señala que las capacidades adquiridas inicialmente se relacionan con el montaje o procesamiento simple, y hay un alto nivel de dependencia de fuentes extranjeras de básica tecnología, así como por su experiencia en la mayoría de las tareas de ingeniería y adaptación complejas. Al progresar la industrialización, las capacidades locales deben profundizar para incluir tareas de fabricación más difíciles, la adaptación y mejora de las tecnologías, y, finalmente, la realización de procesos y productos de diseño y desarrollo. Tal profundización puede conducir a la importación y la absorción de más tecnologías complejas, reducciones en el costo de la utilización de las tecnologías, una mejor difusión de las tecnologías a nivel local, una base más diversificada de las ventajas competitivas y la captura de algunos de los factores externos que resultan del progreso técnico.

Al respecto, resulta oportuna la distinción que hace Teece (1976, p. 7), entre la transferencia vertical y horizontal. La transferencia vertical se refiere a tecnología que se transfiere de la investigación al desarrollo de la producción. Por lo tanto, sigue las etapas progresivas de la invención, la innovación y el desarrollo, con la tecnología empezando a ser más comercializada a medida que avanza en cada etapa. La transferencia vertical puede estar dentro de una organización o una transacción entre, por ejemplo, un instituto de investigación y una empresa de fabricación. En tanto, la transferencia horizontal se refiere a una tecnología establecida de un ambiente operativo a otro. La tecnología ya se comercializa y el propósito es difundir la tecnología y extender su aplicación en otros contextos. Este tipo de transferencia es utilizado por empresas que desean maximizar el retorno de su tecnología, pero son incapaces de hacer esto mediante la venta directa de productos finales en un mercado. La transferencia horizontal es más común cuando la tecnología está siendo transferida de países industrializados a países en vías de desarrollo. Ahí por lo general no hay mejora o cambio a la tecnología, a menos que necesite ser modificada para adecuarse a las circunstancias locales o a la regulación ambiental (Bennett, 2002, p. 6).

CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Delimitación del objeto de estudio

En América del Norte, bajo la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), los subsectores de dispositivos médicos pueden ser clasificados en tres sectores: manufactura avanzada (SCIAN 33.911 hasta 339.116), laboratorios médicos y de irradiación (SCIAN 621511, 621512) y soporte de biotecnología (NAICS 327215, 334510, 334516, 33517).¹² Sin embargo, para fines de este trabajo, sólo se incluirán tanto para el análisis de la información de Baja California como de California el SCIAN 3391 correspondiente a la fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos, la cual se divide: 339111-Fabricación de equipo no electrónico para uso médico, dental y para laboratorio; 339112-Fabricación de material desechable de uso médico, y 339113-Fabricación de artículos oftálmicos (INEGI 2013, p. 242).

A partir de las diferentes bases de datos disponibles sobre el sector de equipo y dispositivos médicos de Baja California, se estableció un universo de 61 empresas. Para la conformación de la base de datos de la presente investigación, se retomó la información de tres fuentes:¹³ del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), del INEGI, sobre la Industria manufacturera de fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio y artículos oftálmicos en Baja California; del Medical Device and Manufacturing Directory, del área de Desarrollo de Negocios, de la Secretaría de Desarrollo Económico del estado; y del Directorio del Clúster de Dispositivos Médicos de Baja California.

¹² Disponible en: http://www.qrasupport.com/FDA_MED_DEVICE.html.

¹³ Consultar “High Quality Medical Devices. All made in the Mega Region”. (2014, noviembre), Edición Especial Productos Médicos, *Business Conexión* y Medical Device and Manufacturing Directory, del área de Desarrollo de Negocios, de la Sedeco.

La base de datos del DENU-INEGI¹⁴ incluye 176 unidades económicas en la entidad bajo la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN). Sin embargo, no se consideraron 123 unidades económicas, debido a que se trata de laboratorios dentales, ópticos, ortopédicos y farmacéuticos, la mayoría de 0 a 5 personas. En tanto, la base de datos del Clúster contempla 67 unidades económicas. Sin embargo, se descartaron 13 empresas por pertenecer a la industria farmacéutica o bien ser proveedores.

Para fines metodológicos de este trabajo, el universo de estudio del presente trabajo contempla 61 empresas de manufactura y ensamble con capacidad de exportación. Debido a la falta de disponibilidad de algunos datos desagregados por empresas, se retomarán los datos del sector del INEGI, cuya base incluye las 176 unidades económicas, en 2015.

Para la obtención de la información, se consultaron tanto fuentes de información directas (documentos corporativos, informes anuales de actividades, presentaciones públicas de funcionarios de las mismas y páginas web de las compañías, tales como la Organización Mundial del Comercio, Global Health Care Equipment & Supplies, Secretaría de Economía de México, gobierno estatal, Cámara de Comercio local, Canacintra Tijuana, etc.) como indirectas o secundarias (*papers*, trabajos de investigación de terceros, reportes de organismos internacionales o universidades, calificadoras de riesgo, revistas especializadas en ciencia y tecnología, periódicos, etc.).

Durante una primera etapa, con carácter exploratorio, se realizaron entrevistas, bajo la modalidad semi-estructuradas o semi-abiertas, a encargados de recursos humanos, compras y adquisiciones, así como de mantenimiento de la planta, con la finalidad de conocer las experiencias de las empresas en procesos transferencia tecnológica y su adaptación, así como su vinculación con universidades y centros de investigación. Debido a la falta de accesibilidad de las fuentes, sólo fue posible realizar cuatro entrevistas: Ilse Esparza, coordinadora del Clúster de Productos Médicos las Californias; a Orlando Zamarripa,

¹⁴ La base del INEGI está disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/descarga/?c=200> (consultado el 26 de abril de 2015).

programador maestro de producción de Flextronics; a Mónica Jaque, subdirectora de Recursos Humanos de Geatbatch; a Andrea Torres, encargada de ingeniería en manufactura de Nypro, a Jabil Company.

3.2. Marco de análisis: Modelo de contingencia efectiva de la transferencia de tecnología, de Bozeman

A la luz de la revisión de la literatura, este trabajo emplea el modelo de contingencia efectiva de la transferencia de tecnología de Bozeman (2000; Bozeman *et al.* 2014) para explicar los procesos de transferencia tecnológica que tienen lugar en la industria de Baja California, ya que permite aglutinar los elementos principales de la TT a partir de sus agentes, las dinámicas y medios-mecanismos de la transferencia. El modelo plantea que los impactos de la transferencia de tecnología pueden ser entendidos en términos de quién está haciendo la transferencia, la forma en que lo están haciendo, lo que está siendo transferido y hacia quién (Bozeman, 2000, p. 637).

El modelo de Bozeman (2000; Bozeman *et al.*, 2014) resulta conocido y aceptado en los estudios de transferencia pues facilita una aproximación al estudio de los procesos de transferencia en diversas ramas de la ciencia. Este modelo se ha utilizado para investigaciones innumerables sobre el tema y también en la aplicación de la TT en alguna rama o como marco conceptual en una amplia variedad de artículos (Ramakrishnan, 2004; Sebastián, 2008; Albors *et al.*, 2009; Mohammed *et al.*, 2010; Hendriks, 2012; Kitagawa y Lighttower, 2001).

El modelo de contingencia efectiva es representativo del fenómeno socioeconómico de la TT, y puede, mediante una escala de abstracción adecuada, representar todo tipo de actividades de TT y resultados potenciales. El modelo considera la transferencia tecnológica desde el punto de vista de las dimensiones que determinan su impacto y para explicar la trayectoria tecnológica y actitud innovadora de las empresas.

Para este modelo, la TT se desencadena cuando los actores con ciertas características comienzan a mantener relaciones y actividades de interacción para dejar fluir un objeto

específico de tecnología, como el conocimiento. De tal forma que las relaciones entre las diferentes dimensiones pueden ser más fuertes o débiles (Bozeman *et al.*, 2014, p.3). A su vez, Estas operaciones se activan gracias a un conjunto de mecanismos internos que conducen y apoyan a la actividad de transferencia. Todos los elementos indicados distinguen un fenómeno particular de TT complementado por las características del entorno externo en el que se enmarca. El resultado de la dinámica del conjunto de elementos son los resultados o impactos del fenómeno de la TT específica, y su grado de éxito es particularmente afectada debido a la interacción de los múltiples factores que componen cada elemento, lo que denota que la TT es un fenómeno complejo y multifactorial.

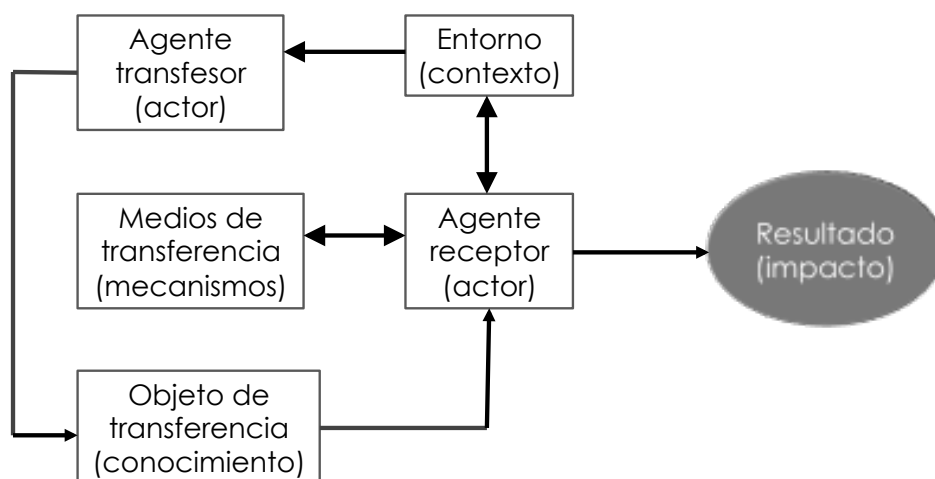
Estos factores, cuya caracterización tiene cierto grado de influencia en la celebración de la TT y por consiguiente un impacto en los resultados finales obtenidos, son: 1) los atributos del contexto externo, o características afuera del marco interno; 2) atributos del objeto de conocimiento, o características de complejidad del objeto base de conocimientos que se somete en el proceso de TT u operación; 3) los atributos de los actores involucrados en la TT, o remitentes y receptores del objeto de conocimiento, que tienen cierta organización y características estructurales como colectivos; 4) los atributos de la relación entre los actores, o características de las interacciones y relaciones que todos los actores juegan durante una la operación o evento de la TT; 5) mecanismos como medios, ya que esas herramientas e instrumentos de todo tipo para llevar, apoyar, habilitar y materializar la operación de un evento de TT; 6) impacto, ya que cada evento TT conduce a una serie de resultados y consecuencias (Benito-Bilbao, Sánchez-Fuente, & Otegi-Olaso, 2015, p. 636).

En un modelo estadístico para una muestra de 1, 226 transferencias de tecnología, Davidson y Mcfetridg (1985, p. 14) encontraron algunas coincidencias con este modelo: una estrecha relación entre el modo de transferencia de tecnología y las características de la tecnología, de las empresas matrices y ciertas características demográficas y geográficas de los países receptores.

Entre la evidencia de los impactos de la TT, se encuentran la creciente competitividad de la institución/empresa; el creciente rendimiento global del negocio global de la empresa, el aumento de la creación de valor para el mercado; el aumento interno de la eficiencia del

proceso; el aumento de la colaboración y de cooperación con otros actores; el aumento de la innovación; la creciente capacidad de organización; el aumento individual y colectivo de capacidades de los actores; el aumento de las capacidades de la organización, entre otros impactos.

Esquema 3.1. Modelo de contingencia efectiva de la transferencia de tecnología de Bozeman



Fuente: Tomado de Benito-Bilbao *et al.* (2015, p. 53) .

3.3. Variables de estudio

A partir del objetivo mismo de la investigación y del modelo de Bozeman, el presente trabajo contempla cinco variables de análisis: 1) el contexto externo; 2) las características de los actores involucrados en la TT, tanto de los remitentes o transferidores como de los receptores del objeto de conocimiento, los cuales tienen cierta organización y características estructurales como colectivos; 3) las características de la relación entre los

actores, o características de las interacciones y relaciones que todos los actores desempeñan en la TT; 4) los mecanismos para llevar la TT; 5) el impacto por medio de los resultados y otras externalidades indirectas de la TT. A continuación se explica cada una de las variables y su operacionalización:

1) El entorno externo. En el caso de la industria de equipo y dispositivos en Baja California, se consideran dos dimensiones territoriales: una, eminentemente transfronteriza por el origen del capital de sus empresas y la consecuente relación con sus sedes corporativas en San Diego y California, y otra, la estatal, la cual contempla la política de desarrollo empresarial y las leyes de la entidad que promueven la inversión en actividades de desarrollo tecnológico y capacidades tecnológicas.

2) Características de los agentes involucrados en su calidad de transfresores o emisores y receptores de la TT. Respecto a los transfresores, se analiza la procedencia del capital y el contexto del sector y de la innovación (San Diego-California). Para los agentes receptores, en esta variable se consideraron el tamaño, el origen o procedencia del capital, la antigüedad en la operación de las plantas, la localización geográfica, el empleo y salarios, la especialización médica e intensidad tecnológica de las empresas de manufactura del sector de equipo y dispositivos médicos en Baja California.

3) Características de la relación o interacción entre los agentes. Para esta variable, existen varios indicadores, tales como la relación entre la empresa matriz-filial, las relaciones establecidas con el entorno (universidades y gobierno).

4) Los mecanismos de la TT. Esta variable busca medir el sentido de transferencia tecnológica dentro del sector. En particular, en este trabajo se analizarán la inversión extranjera directa (IED), la adquisición de tecnología incorporada, la capacitación laboral (*training*), la movilidad laboral, los pagos de regalías, y asesorías y consultorías. No se contemplaron otros mecanismos porque no son frecuentes o bien no es posible acceder a los datos del sector de manufactura de la entidad (tales como *joint venture*, departamentos de I+D, alianzas estratégicas, publicaciones).

5) Los resultados o externalidades de la TT. Para esta variable, se contemplan la productividad, los procesos de producción, introducción de nuevas líneas de productos y certificaciones. En cuanto a otras externalidades indirectas de la TT, se analiza la vinculación con los agentes de la cadena de valor, proveedores locales, la vinculación con instituciones de educación superior (IES) y centros de investigación, y la participación en programas de estímulos a la investigación y desarrollo tecnológico e innovación.

3.3.1. El entorno de la TT

La naturaleza del entorno está en función de las políticas gubernamentales, las condiciones económicas y políticas y las características culturales de las naciones en las que la transacción de TT toma parte (Davidson y McFetridge, 1985, pp. 7-8). Agmon y Von Glinow (1991, p. 3) también distinguen entre los macrovínculos de la transferencia tecnológica y los canales microorganizacionales para la transferencia. Los macrovehículos son factores más relacionados con los temas del entorno, tales como el sistema educativo, o más específicamente con el ambiente en que se desarrolla la organización tecnológica, y representa la infraestructura para que pueda ocurrir la efectiva transferencia. Mientras que los canales microorganizacionales se refieren a los efectos de la transferencia en una organización específica o el número de organizaciones.

Cimoli y Dosi (1994, p. 673) señalan que la estructura institucional de la economía y política determinan un patrón distinto de vínculos e incentivos que define los intereses de los participantes y a la vez da forma a sus comportamientos y los canaliza. A su vez, las empresas están incluidas en redes que se relacionan entre sí y con otras entidades institucionales, desde instituciones gubernamentales hasta universidades.

Baranson (1970, p.436) distingue que el costo relativo y la viabilidad de la transferencia de tecnología depende de cuatro conjuntos de factores interrelacionados, entre ellos el entorno de la transferencia del país del donante y del receptor. La variedad de restricciones legales, tanto en el donante como los países receptores, afectan la decisión de qué tipo de

transferencia realizar. Por ejemplo, las leyes que controlan la inversión extranjera, la defensa de los derechos de propiedad, y los incentivos como impuestos.

En tanto, Martínez (2013, p. 190) destaca el papel de la interacción y redes sociales de las empresas con otros agentes que integran el contexto socioeconómico: otras organizaciones, consumidores, proveedores, institutos de investigación y centros educativos. Esto significa que a través de las redes es posible adquirir o adquirir distintos tipos de recursos y conocimientos, pero también realizar distintos tipos de transacciones.

En términos generales, los procesos de TT dependen de un conjunto complejo de condiciones, incluyendo los sectores en los que las empresas transnacionales operan, la forma en que se integran en la economía nacional, la capacidad de absorción de las empresas locales y el grado en que el conjunto de actores, instituciones, relaciones y entorno propicio (incluyendo explícita e implícita políticas) que constituyen el sistema de innovación del país anfitrión, son el apoyo para el flujo del conocimiento (UNCTAD, 2012, p. 8).

3.3.2. Agentes de la TT: Multinacionales y universidades

Uno de los agentes primarios de los países de origen de la transferencia tecnológica es la corporación multinacional (Davidson, 1980; Wilkins, 1974; Mansfield, Edwin y Anthony Romeo, 1980; Lake, 1979; Glass y Saggi, 2002; UNCTAD, 1993, 2001, 2005, 2012; UNIDO, 2008; Pellissier, 2008; Goldberg, Branstetter, Goddard y Kuriakose, 2008; Williams y Gibson, 1990). Esto se explica en parte porque a partir de la década de 1960, el establecimiento de la propiedad de la filial extranjera o una dueña mayoritaria de la filial extranjera fue el método predominante de la expansión en el extranjero por parte de las empresas multinacionales y principal fuente de transferencia de tecnología (Marton, 1986, p. 411).

Si bien las empresas multinacionales no son las principales creadoras de nuevas y avanzadas tecnologías, se puede decir que sí lo son de manera en especial en las actividades de alta tecnología, en la prestación de todo un conjunto de conocimientos y en la

investigación y el desarrollo (I+D), es decir, la tecnología junto con la gestión de conocimiento. Estas empresas tienen la capacidad de transferir y difundir tecnologías de muchas formas, incluyendo una amplia gama de elementos duros y blandos –por ejemplo, tecnologías incorporadas en el capital de bienes y la producción, de organización, de gestión y otras habilidades–. Lo hacen a través de la inversión extranjera directa (IED) y diversas formas de operación en el extranjero. La mayor parte de la difusión de tecnología todavía se lleva a cabo a través de canales internalizados dentro de las redes de las empresas transnacionales. Además, las filiales extranjeras pueden difundir la tecnología y las habilidades hacia las empresas locales, en particular a través de los eslabonamientos hacia atrás (UNTACD, 2010, pp. 1-2).

Las empresas transnacionales desempeñan un papel importante en la innovación mundial: realizan aproximadamente la mitad de los gastos de I+D total del mundo y más de dos tercios de la I+D del mundo empresarial (UNCTAD, 2005). Los más grandes inversores en I+D del mundo se concentran en unas pocas industrias, especialmente el *hardware* de tecnologías de la información, la industria del automóvil, productos farmacéuticos y biotecnología (UNTACD, 2010, p. 6). En 2009, el gasto en I+D de algunas grandes empresas transnacionales fue más alta que la de muchos los países en desarrollo. Veinte empresas transnacionales –como Toyota, Roche, Microsoft, Volkswagen y Pfizer están entre las cinco primeras– gastaron más de 5 billones de dólares en I+D en 2009. En comparación, entre las economías en desarrollo, el gasto total en I+D que ha superado los 5 billones de dólares se encuentra en orden descendiente: China, la República de Corea, la Federación de Rusia, Brasil y la provincia china de Taiwán. Había cinco empresas de países en desarrollo que figuran en la lista de las 100 empresas más grandes con inversión en I+D: República de Corea con tres empresas transnacionales –Samsung Electronics (la 10º más grande), LG (66º), Hyundai Motor (69º)– y dos chinas –Huawei Technologies (79º) y PetroChina (80º) (UNTACD, 2010, p. 7).

En efecto, una serie de economías que lograron un aumento en la construcción doméstica de capacidades tecnológicas –como la República de Corea y Taiwán– lo hicieron apoyándose principalmente en los canales externalizados de la transferencia de tecnología.

De acuerdo con Ul Haque (1997, p. 119), Corea y Taiwán, China, han respondido mediante restricciones a la compra de tecnología extranjera y la inversión extranjera directa. Sin embargo, estos flujos de tecnología se han complementado con la tecnología de origen local, que surgió después de intensos esfuerzos para mejorar la que se adquirió inicialmente. En otras palabras, las empresas no eligieron entre los productos importados y la tecnología locales como fuentes de cambio tecnológico: en cambio, optó por ambos. También han elevado sustancialmente sus gastos en I+D (Corea gastó cerca de 3% del PIB en I+D). Este tipo de respuesta tiene varias ventajas. En primer lugar, ayuda a aumentar el poder de negociación en los acuerdos de transferencia de tecnología, como muestra el éxito de la transferencia de tecnología de video a Corea. Proveedores de tecnología japonesa estaban dispuestos a licenciar algunos elementos de la tecnología VCR bajo la condición de que un instituto de I+D de Corea realizara una investigación en el campo correspondiente. A pesar de la disyuntiva de perder las regalías si estos esfuerzos locales no tuvieran éxito, los productores japoneses acordaron una transferencia de tecnología (Ul Haque, 1997, p. 119).

La interacción entre las empresas transnacionales y las empresas nacionales en los países en desarrollo puede resultar en tasas más altas de conocimiento y difusión de tecnología, gracias a una serie de mecanismos, tales como la imitación, el aumento de la competencia, encadenamientos productivos hacia adelante y atrás, la formación y la movilidad de los recursos humanos (UNCTAD, 2012, p. 8).

En la mayor parte de países en vías de desarrollo, la proporción predominante de entrada de tecnología extranjera ocurre por inversiones extranjeras directas de las empresas multinacionales, las cuales influirán en la naturaleza y el modelo de los futuros flujos de tecnologías extranjeras. Incluso aunque los gobiernos de los países receptores puedan influir y promover la tecnología, hasta cierto punto, los determinantes principales para los inversionistas extranjeros seguirán estando en el tamaño del mercado interior, el acceso a materias primas y ventajas para la producción orientada a la exportación, juntos con la estabilidad política y económica (Marton, 1986, p. 424; UNCTAD, 2012, p. 8).

Además, otras nuevas formas de interfaz entre las empresas multinacionales y los países en desarrollo están surgiendo y difundiéndose: acuerdos de producción compartida, gestión y comercialización de contratos, acuerdos de servicios, contratos de licencia de tecnología y numerosas otras formas de interacción no equitativas.

La transferencia de tecnología y su difusión consiste en los flujos transfronterizos de los bienes tanto físicos como del conocimiento, ya sea formal o tácito. Este último es cada vez más importante e involucra la adquisición de nuevas habilidades y conocimientos de gestión. En el corto plazo, los destinatarios de las tecnologías nuevas y avanzadas pueden beneficiarse de una mayor productividad, nuevos productos y/o menores costos. Mientras que en el largo plazo, los beneficios dependen de que tanto los receptores sean capaces de profundizar y desarrollar sus propias capacidades.

Los beneficios de la transferencia tecnológica de las multinacionales para los países receptores incluye la generación de exportaciones e intercambio extranjero, los ingresos fiscales y el empleo, acumulación de capital, habilidades de espíritu empresarial, la reducción de los costos de los productos o procesos y en los insumos usados para producir un producto o proceso (Mansfield y Romeo, 1979).

Shaohua, Gnyawali y Hatfield (2007, p.79), en un trabajo empírico sobre Estados Unidos, destacan el papel de las empresas matrices como uno de los factores que influyen en la innovación de las subsidiarias extranjeras a partir del aprendizaje y el entorno. En un trabajo similar, pero en México, Martínez *et al.* (2013, p. 189) señalan que las empresas multinacionales que se localizan en el país propician el aprendizaje tecnológico a partir de la estrategia corporativa utilizada, el uso de recursos locales, la visión, negociación y el esfuerzo gerencial, así como la relación entre el gobierno, la sociedad civil y las empresas.

Para Lake, las actividades de las multinacionales afectan positivamente la estructura de la industria del país receptor o el desempeño de las firmas del país receptor con respecto a la tecnología transferida en por lo menos tres niveles de operación: mercado, producción e investigación y desarrollo. Por su parte, el desempeño de la I+D de las multinacionales

desempeña un rol importante en la adaptación de la tecnología en los mercados domésticos y contribuyen a la actividad tecnológica doméstica (Lake, 1979, p.137).

En un mundo en que las empresas producen productos finales mediante el montaje de una gama de productos intermedios, la tecnología también es un importante factor determinante de que un insumo o tarea determinados se produzcan a nivel interno y se exporten o se deslocalicen. En general, los modelos comerciales de las empresas integradas verticalmente suponen que la tecnología puede transferirse de la empresa matriz a la filial (en particular, los modelos recientes del comercio de tareas, comercio que se desarrolla en función de la ventaja comparativa de los factores de producción). Sin embargo, cuando la transferencia de tecnología es costosa en un mercado concreto, los insumos tecnológicamente complejos se producirán en el país y se exportarán, y sólo se producirán en el extranjero los insumos más normalizados. Ello se debe a que en el caso de los insumos más complejos los costos de transferir la información necesaria para la producción deslocalizada pueden ser más elevados (Organización Mundial del Comercio, 2013, p. 161). Para Pellissier (2008, p. 54), las inversiones necesarias para la adaptación de la tecnología a la necesidades de las unidades individuales (filiales) son por lo general menos costosas en el nivel intrafirma que en el nivel entre empresas porque en el interno la difusión de las nuevas tecnologías se puede ejecutar en beneficio de las economías de escala y sin cambios radicales en el proceso de producción y la distribución de productos. Si el origen de la transferencia es interno, existe un conocimiento más empírico de la tecnología y menor riesgo, así como la implicación de una alta dirección, una anticipada ventaja competitiva considerable y el profesionalismo del personal de I+D de la matriz. Si el origen de la TT es externa, la tendencia es menos conocimiento empírico de la tecnología y mayor riesgo (Pellissier, 2008, p. 66).

Además, si la tecnología que se utiliza en la producción de productos intermedios sólo se puede transferir mediante la comunicación directa, los insumos que importe una filial de su empresa matriz serán tecnológicamente más complejos cuanto mayor sea la distancia entre la matriz y la filial. La fragmentación internacional del proceso de producción incrementa

las interacciones transfronterizas, lo que a su vez aumenta los efectos de difusión de la tecnología (Organización Mundial del Comercio, 2013, p. 161).

Sin duda, el crecimiento de la multinacionalización de las empresas ha ido acompañada del flujo de tecnología de las empresas matrices a sus filiales y afiliadas extranjeras. La relación cercana entre la inversión y flujos de tecnología se muestra por los altos ingresos de tecnología provenientes de las empresas afiliadas como pagos totales recibidos por la tecnología y servicios técnicos (Marton ,1986, p. 412). Al alentar a las multinacionales a establecer sus instalaciones de producción, los países en desarrollo esperan generar transferencia tecnológica a las empresas locales: la presencia de multinacionales puede facilitar la imitación o tener de manera general efectos de contagio (Glass y Saggi, 2002, p. 495).

Las empresas multinacionales potencialmente tienen mucho que ofrecer en el desarrollo de capacidades tecnológicas locales. Sin embargo, en muchos casos no tienen un interés en la transferencia de conocimiento y de apoyo a la innovación en las filiales extranjeras más allá de lo que se necesita para su producción proceso o producto (UNTACD, 2010).

La universidad como agente de TT

El proceso de transferencia a nivel mundial se caracteriza por la similitud de su evolución en diferentes regiones, siendo la interacción academia-empresa-Estado su principal motor. González Sabater identifica como proveedor de la tecnología o conocimiento a la universidad y los centros de investigación (O' Shea, Allen, Chevalier y Roche, 2005, p. 995; González Sabater, 2011).

Hoy en día las universidades y las empresas trabajan ahora más cerca que en el pasado, y la transferencia de conocimiento ocurre en ambas direcciones. Algunas universidades tienen acuerdos de investigación a largo plazo con empresas, y miembros del personal también pueden estar involucrados en la creación de nuevas empresas. Otra actividad relativamente reciente es el espacio incubador de creación de nuevas empresas dentro de las universidades (Ham, 2010, p. 9). Según González Sabater (2011), la transferencia

tecnológica se entiende desde dos aspectos, una es la transferencia entre empresas, y la segunda la transferencia entre los agentes generadores de conocimiento (universidades) hacia las empresas.

Para López *et al.* (2006), si bien a las universidades y a los centros de investigación se les ha asignado la misión casi exclusiva de producción de conocimiento, en la actualidad esta encomienda se extiende a la solución de problemas y demandas del sector empresarial, y de la sociedad en general. Esta ampliación, a su vez, ha exigido a las universidades una reconceptualización y reordenamiento organizativo para realizar los procesos de producción, almacenamiento y transferencia del conocimiento, siendo permeadas por la lógica del mercado e incorporándole al conocimiento características propias de los productos transables (López *et al.*, 2006).

Una de las vías de transferencia que más impulso ha tenido en la última década en las universidades a nivel internacional y nacional ha sido la creación de *spin-offs* académicas. Esta realidad ha estimulado el debate académico y político sobre la asociación entre este fenómeno y los mecanismos de contribución a la creación de riqueza. Estas empresas basadas en nuevos conocimientos y tecnología, y concretamente las empresas *spin-offs* académicas, suelen ser también el principal mecanismo del crecimiento acelerado de los clúster industriales de alta tecnología. Las altas concentraciones de este tipo de empresas es una característica de estos clústeres (Gómez, Mira, Verdú y Sancho, 2007).

Ahora, las universidades desempeñan un rol más activo en la comercialización del conocimiento y tecnología con una creciente participación en la generación de patentes y licencias, no sin antes proveer de mayores incentivos y condiciones institucionales para la participación de los investigadores en los procesos de transferencia tecnológica, como la instalación de oficinas de transferencia tecnológica (OTT's), encargadas de comercializar los conocimientos y tecnología de las universidades (López *et al.*, 2006, p. 72).

En el caso de las oficinas de transferencia tecnológica de las universidades y centros de investigación son consideradas como un nexo, un puente, un agente que permite aplicar y

aprovechar los avances en el conocimiento generados por los sectores científico-tecnológicos hacia los sectores productivos, actividad relevante frente a las demandas impuestas por la sociedad de innovar productivamente (Malizia, Sánchez-Barrioluengo, Lombera y Castro-Martínez, 2013, p. 104).

3.3.3. Mecanismos formales de la TT

Hay diferentes caminos de acceder a la tecnología y capturar el conocimiento tecnológico, por ejemplo a través de las licencias, el equipo original de manufactura, *joint ventures* y alianza y las participación de las cadenas de valor y las redes de producción global (UNIDO, 2008, p.44). Esto es, existen diversos mecanismos o tipos de acuerdo formales para transferir tecnología y conocimiento. Estos mecanismos de transferencia de tecnología se han centrado en las características de la tecnología que se transfiere y en la estructura organizacional de la empresa designada para recibirla. Algunos autores en particular, han puesto de relieve las características técnicas y organizativas, mientras otros han destacado la importancia de los aspectos sociales, tales como la interacción y la comunicación entre los socios en los procesos de transferencia (Pellissier, 2008, p. 54). En general, los mecanismos de transferencia tecnológica son aquellas herramientas e instrumentos de todo tipo para llevar, apoyar, habilitar y materializar la operación de una actividad de TT (Benito-Bilbao, Sánchez-Fuente, y Otegi-Olaso, 2015, p. 47).

Sin embargo, los mecanismos no son utilizables por todos los generadores o usuarios de tecnología, ni sirven para cualquier circunstancia (González Sabater, 2011, p. 42). En ocasiones se combinan varios de ellos en función de las características particulares de la cooperación. Así, la decisión de la empresa proveedora de transferir su tecnología de manufactura mediante la concesión de licencias o mediante la inversión en una instalación implica una evaluación de los beneficios y costos para la firma. La elección de una o varias de estas formas depende usualmente de la naturaleza de la tecnología que se desea y de las capacidades técnicas ya existentes en el país en desarrollo (Patel, 1972, p. 11).

La teoría describe cómo las tecnologías y métodos de producción se mueven traspasando fronteras y terminan primero en otras naciones desarrolladas y después a naciones en

desarrollo a través de procesos de inversión extranjera o licencias tecnológicas, o ambas. En la mayoría de los casos, las firmas multinacionales son reacios a exportar sus más recientes tecnologías porque les preocupa la competencia y la seguridad de la tecnología, especialmente donde no está bien desarrollado el sistema de patentes (Agmon y Von Glinow, 1991, p. 9).

La transferencia internacional de tecnología normalmente se lleva a cabo a través del comercio, la inversión extranjera directa, *joint ventures* (empresas conjuntas con socios locales), o la simple concesión de licencias de tecnología, aunque en este último caso, un poco de conocimiento tácito, probablemente, también tiene que ser transferido (Hall y Helmers, 2010, p. 7).

La transferencia de tecnología se realiza fundamentalmente mediante la importación de bienes de capital con tecnología incorporada –ya sea en forma de piezas sueltas, de maquinaria y equipo o de fábricas totalmente montadas–, las inversiones extranjeras directas y la transferencia de tecnología no incorporada mediante la concesión de patentes, los acuerdos para la transferencia de conocimientos técnicos, la prestación de servicios técnicos y de asesoramiento, las empresas conjuntas, la migración de mano de obra calificada, etcétera. La cooperación técnica financiada por organismos gubernamentales oficiales y por organizaciones no gubernamentales, así como la información de periódicos, publicaciones especializadas, constituyen una forma de transferencia de tecnología por canales no comerciales (Garay, 2004).

De acuerdo con la Secretaría de la UNCTAD, la tecnología asume cualquiera de las siguientes formas generales: bienes de capital o bienes intermedios (en este caso incorporada a ellos); trabajo humano (mano de obra a veces muy calificada y especializada) e información, generalmente de carácter técnico. Así, las principales formas que adopta la transferencia tecnológica pueden o no estar cubiertas por un contrato legal vinculante, pero en todos los casos implican la comunicación de los conocimientos pertinentes del transfesor al destinatario (UNCTAD, 2004:153-154).

Entre los tipos de mecanismos de transferencia¹⁵ que se pueden utilizar son los siguientes:

- La cesión, venta y otorgamiento de licencia de todas las formas de propiedad industrial, salvo las marcas, marcas de servicio y los nombres comerciales cuando no forman parte de una transacción de transferencia de tecnología. En este tipo de transferencia contractual de tecnología: se incluyen todos los contratos con el objetivo de transferir conocimientos útiles, una de las figuras de transferencia de tecnología más usada es el licenciamiento en donde se definen las responsabilidades, las actividades, los costos, resultados técnicos, ganancias, los contratos adecuados y la propiedad de los resultados (Solleiro Rebolledo y Castañón Ibarra, 2008)
- El suministro y conocimientos técnicos especializados en forma de estudios de viabilidad, planos, diagramas, modelos, instrucciones, guías, fórmulas, diseños técnicos básicos o detallados, especificaciones y equipo de capacitación, servicios prestados por asesores técnicos y personal directivo, y capacitación de personal. Básicamente se trata de asistencia y consultoría técnica: Los consultores ayudan a las empresas a descubrir tecnologías con potencial de mercado dentro de sus laboratorios. Entre las diversas funciones que cumplen se encuentran: evaluaciones tecnológicas sobre el valor de los portafolios tecnológicos, asistencia en decisiones vinculadas a patentes, valoraciones y evaluaciones de mercado, funciones de *marketing*, asistencia en la localización de potenciales licencias, negociación de acuerdos de licencia y transferencia de propiedad intelectual (Solleiro Rebolledo y Castañón Ibarra, 2008).
- El suministro de conocimientos tecnológicos necesarios para la instalación, puesta en marcha y funcionamiento de instalaciones, equipo, y proyectos llave en mano.
- El suministro de conocimientos tecnológicos necesarios para adquirir, instalar, utilizar maquinarias, equipo, bienes intermedios y/o materias primas adquiridos mediante compra, alquiler u otros medios. Generalmente, a la compra de equipo o maquinaria va acompañado la documentación sobre la producción de la misma maquinaria, así como sobre su utilización o contratos de asistencia técnica.

¹⁵ Véase también a Malizia, Sánchez-Barrioluengo, Lombera y Castro-Martínez (2013); Cerecedo (2011).

- La provisión de contenidos tecnológicos de la industria y acuerdos de cooperación técnica. De acuerdo con la UNCTAD, la colaboración tecnológica se utiliza para denotar todas las formas de intercambio tecnológico que se orienta hacia el aprendizaje tecnológico y la creación de capacidad en las empresas receptoras. Incluye actividades que agregan la capacidad de acceder, utilizar y adaptar el conocimiento existente en los niveles de actividad de la firma (UNCTAD, 2012, p. 15).
- La corriente de libros, publicaciones periódicas y otra información publicada. Las publicaciones: Este mecanismo informal considera todas las formas de difundir el conocimiento como son: conferencias, publicaciones técnicas (memorias de patentes, artículos científicos, revistas técnicas), libros y como fuentes mas importantes las bibliotecas y escuelas.
- La inversión extranjera directa y la operación de las corporaciones multinacionales.

Mansfield (1984), en un análisis de I+D e innovación con respecto a la transferencia tecnológica internacional en el macronivel, identifica cuatro razones que posibilitan la más rápida difusión de la tecnologías en el mundo: 1) el general crecimiento de la inversión extranjera directa, el cual tiende a mover la tecnología más rápido que las exportaciones; 2) el incremento de la tendencia entre las firmas de tomar una visión global de sus operaciones; 3) el incremento de la internacionalización de procesos de desarrollo de tecnología, donde más y más componentes del proceso de innovación empiezan a ser localizados fuera de las naciones avanzadas; 4) el incremento de las firmas locales en diversas naciones en desarrollo para desempeñar un rol productivo en la cadena de valor agregado, como parte de la red transnacional o como actores independientes.

Para Davidson y Mcfetridg (1985, p. 14), la elección entre la concesión de licencias y la inversión directa como vehículo para la transferencia internacional de tecnología está relacionado con las características de la tecnología individual, la corporación matriz y el país anfitrión involucrado en la transferencia. Así, la edad de la tecnología, las transferencias anteriores de la tecnología, la relación de la tecnología con la línea principal del transfesor de negocios, la intensidad de I+D del transfesor, la existencia previa de una

filial en el país de acogida, y otra actividad de transferencia del transferente agregada previa son elementos que determinan la transferencia. Más específicamente, la probabilidad de transferencia interna es mayor: *a)* para las nuevas tecnologías ; *b)* para las tecnologías con menos transferencias anteriores; *c)* para las tecnologías en la misma clase de tres dígitos SIC, como el de la línea principal de negocios; *d)* el más intensivo en I+D es el transferente; *e)* si el transferente tenía una filial en el país receptor antes de la transferencia; y *f)* para los proveedores con más transferencias de tecnología anteriores. En la medida en que se refiere a las características del país receptor, los resultados apoyan nuestras expectativas con respecto al impacto de la proximidad geográfica y ciertas características demográficas sobre la probabilidad de transferir. Específicamente, la probabilidad de transferencia interna es mayor: *a)* si los países que reciben la tecnología hacen frontera con Estados Unidos; *b)* si el receptor país es predominantemente de habla inglesa; y *c)* si en el país receptor la religión predominante del país es católico protestante o católico.

Las empresas presentarán un mayor uso de mecanismos de transferencia internos en los países donde se han establecido filiales. La importancia de una filial establecida se reduce cuando la tecnología no está estrechamente relacionada con la línea principal de la empresa filial o la actividad de investigación. También dependerá del entorno más amplio (jurídica, económica y social) donde la transacción se llevará a cabo (Davidson y McFetridge, 1985, pp. 7-8). Algunos estudios, como Mansfield, Romeo y Wagner, muestran que en igualdad de condiciones, las multinacionales prefieren suministrar tecnología para mercados extranjeros, primero exportando los productos allí, después con la creación de filiales locales, y luego participando en empresas conjuntas locales. Sólo después de haber agotado todas estas posibilidades las multinacionales licencian tecnología a terceros (Ul Haque, 1997, p. 119).

En el caso de las empresas multinacionales asiáticas, éstas han sido importadoras masivas de tecnología industrial a través de la inversión extranjera directa (en gran parte empresas como *joint ventures* en algunos países); los acuerdos de subcontratación y de fabricación de equipos originales con clientes extranjeros; y licencias y otros contratos con proveedores no vinculados de *know-how*, diseños, equipos y servicios. Pero estas entradas de la tecnología se han complementado con la tecnología de origen local, que surgió después intensos

esfuerzos para mejorar lo que se adquirió inicialmente. En otras palabras, las empresas asiáticas no eligieron entre los productos importados y la tecnología local como fuentes de cambio tecnológico: en cambio, optó por ambos (Ul Haque, 1997, p. 67).

Para Simon, la tecnología se mueve a través de las fronteras nacionales en diferentes formas. Las más importantes formas que la transferencia tecnológica puede asumir son cinco categorías genéricas: 1) el mercado internacional de tecnología, el cual hace que haya vendedores independientes y proveedores; 2) la transferencia intrafirma, donde la transferencia toma lugar a través de empresas o dueños subsidiarios; 3) acuerdos o intercambios directos del gobierno, donde las contrapartes pueden ser actores públicos o privados; 4) educación, capacitación y conferencias, donde la disseminación de la información produce un consumo público por audiencia en general o especializadas; y 5) piratería o reingeniería (ingeniería de reversa), donde el acceso a la tecnología obtenida es a expensas los derechos de propiedad de los dueños de la tecnología (Simon, 1991, p.7). En el caso particular del presente trabajo, se centrará en la transferencia tecnológica intrafirma, entendida ésta como el proceso que se da dentro de las fronteras de la firma, en oposición a la transferencia entre firmas o empresas. Bajo esta lógica, los procesos de transferencia intrafirma son aquellos que son creados y desarrolladas dentro de la firma (matriz-filial) y los procesos de transferencia interna de la tecnología adquirida externamente. En este sentido, la transferencia intrafirma contempla aquella que es generada por sus propios medios como la I+D, la adquirida externamente (de otras compañías del sector o de los proveedores y clientes), y la transferida entre divisiones o áreas dentro de la empresa (Petronia *et al.*, 2015, p. 53).

Por su parte, Link, Siegel y Bozeman (2007 pp. 641-655) clasifican los mecanismos de transferencia tecnológica en formales e informales. Los primeros son aquellos que dan lugar a algún instrumento jurídico como, por ejemplo, una patente, licencia o acuerdo sobre regalías. Por su parte, los mecanismos de TT informales son mecanismos de facilitación del intercambio de conocimientos tecnológicos a través de procesos de comunicación informales, tales como la asistencia técnica, consultoría, o desarrollo de proyectos de investigación en colaboración.

3.3.3.1. El papel de la Inversión extranjera directa (IED) en la TT

El potencial de la IED vinculado a la transferencia de tecnología en los países emergentes y en los países en desarrollo es ampliamente reconocida en la literatura. Uno de los primeros autores que analizó empíricamente el papel de la inversión extranjera directa (IED) como un canal para la transferencia de tecnología fue Edwin Mansfield en una encuesta de 1991, de aproximadamente 100 empresas multinacionales estadounidenses y sus experiencias con 16 países de todo el mundo. A grandes rasgos, sus conclusiones fueron que la mayoría de las multinacionales estadounidenses evalúan la fuerza de protección de propiedad intelectual en el país de acogida antes de la realización de inversiones en el extranjero. En este sentido, existe amplia literatura que indica una correlación positiva entre la IED y el nivel de aplicación de los derechos de propiedad intelectual. Sin embargo, la literatura también apunta a otros factores importantes en la atracción de IE, como el riesgo del país y la disponibilidad de bajo costo mano de obra altamente calificada (Hall y Helmers, 2010, pp. 10 y 12).

Nestor (2013, p.120) señala que la difusión de la tecnología de las empresas con inversión extranjera puede inducir diversos efectos indirectos a las empresas nacionales, principalmente en forma de derrames horizontales y verticales. Los derrames horizontales se producen dentro de la misma industria y se refieren a los efectos de demostración de tecnología y los métodos de gestión aplicados por las empresas con inversión extranjera e imitados por las empresas nacionales. La IED puede aumentar la transferencia de tecnología al propiciar la interacción entre empresas nacionales y extranjeras. La tecnología también puede ser diseminada por rotación laboral, es decir, la mano de obra entrenada y empleada por las empresas de origen extranjero que se mueve a las empresas del sector doméstico. La producción de la IED también es probable que conduzca a una mayor presión competitiva sobre las empresas nacionales, que se ven forzados a actualizar sus tecnologías con el fin de cumplir con la competencia.

Para Kojima (1975, pp.6-7), el principal rol de la IED está en trasplantar la tecnología de la producción a través de la capacitación para el trabajo, la administración y la comercialización del país industrial avanzado a aquellos países menos avanzados. En este

sentido, son las propias multinacionales las que toman la iniciativa, por cuestiones de costos u otra razón, de determinar que tecnología es apropiada o relevante.

Otra posible vía es el efecto de difusión de la IED horizontal. La proximidad geográfica de las empresas multinacionales puede reducir los costos del aprendizaje o adopción de una nueva tecnología empresarial en la misma rama de producción. Aunque según los estudios más antiguos los efectos de difusión de la tecnología están vinculados a la IED vertical más que a la horizontal, otros trabajos más recientes constatan también importantes efectos de difusión de tecnología de la IED horizontal (Organización Mundial del Comercio, 2013, p. 165).

La inversión extranjera directa (IED) es uno de los canales más importantes a través del cual la tecnología puede ser transferida a lo largo de los países. En un típico año, la transacción entre las firmas matrices y subsidiarias en cuotas de regalías y licencias representan más del 80 por ciento de las transacciones tecnológicas internacionales. Para fomentar que las multinacionales establezcan instalaciones de producción locales, los países en desarrollo esperan generar transferencia de tecnología para las firmas locales: la presencia de multinacionales pueden facilitar la imitación o cualquier efecto de contagio (Glass y Saggi, 2002, p. 496).

Howard (1977) argumentó que son las ventajas monopolistas las que permiten la transferencia de la producción en los mercados extranjeros, no la tecnología o información técnica *per se*. Una cuestión clave en la transferencia de tecnología dentro de la perspectiva de las multinacionales es la naturaleza de la adaptación que el país anfitrión exige, pues éste aprovecha la tecnología transferida para el crecimiento económico. Si las compañías están compitiendo en un mercado extranjero contra las firmas locales que procesan el conocimiento local y las ventajas locales, las multinacionales deben poseer alguna forma casi monopólica de ventaja. En los países en vías de desarrollo en general, la inversión directa en las subsidiarias es preferible al licenciamiento, pues asegura el beneficio asociado con la propiedad del monopolio de las ventajas (Howard, 1977, p. 167).

Davidson y McFetridge (1985) indican que los gobiernos receptores pueden impedir la internalización de las transacciones de tecnología mediante la colocación de restricciones a las participaciones de capital extranjero. La inversión extranjera está sujeta a muy diversos grados de revisión y regulación de un país a otro, y las políticas del país receptor varían según la industria a través del tiempo.

La inversión directa a veces no se prefiere en los países subdesarrollados debido a las incertidumbres y dificultades añadidas en la impartición de la tecnología (Baranson, 1970, p. 436). Las empresas internacionales prefieren la inversión directa a los contratos de licenciamiento cuando: *a)* los recursos financieros y humanos están disponibles, *b)* el control sobre el actual y futuro desarrollo de mercados es deseable, particularmente con productos y técnicas que tienen un ciclo de vida más largo, *c)* la empresa teme las licencias como resultado del obsequio del valioso *know-how* o que amenaza su posición en los mercados establecidos, *d)* la transferencia involucra una amplia línea de productos o es una parte integrada de *marketing* y gestión financiera, *e)* la tecnología es muy compleja o la filial extranjera carece de sofisticación industrial y la transferencia requiere una prolongada y sostenida relación para efectuar la transferencia, o hay una preocupación por la protección de las normas del producto o nombre comercial. También, para las empresas de EE.UU., la transferencia a subsidiarias evita los aspectos de competencia que implica la concesión de licencias a terceros. Davidson y McFetridge (1985) encontraron que la industria con alta I+D, donde los activos de la tecnología desempeñan un papel importante en la competencia, la inversión directa es la estrategia internacional más frecuente.

También se ha argumentado que las corporaciones extranjeras a menudo remiten las ganancias de sus operaciones de manufactura basadas en los recursos domésticos, en una insignificante inversión extranjera destinada a la tecnología y bienes de capital (Baranson, 1970, p. 437). Por ejemplo, Nestor (2013, p. 135) indica que los inversores extranjeros se dedican principalmente a las actividades de fabricación basadas en la abundante oferta de mano de obra de bajo costo, es decir, la producción de mano de obra con contenido tecnológico limitado. Más reciente una encuesta sobre la producción de la IED en Vietnam confirma la escasa utilización de las tecnologías más avanzadas. Por ejemplo, en 2008, una

encuesta a 429 empresas con inversión extranjera ubicadas en Ho Chi Minh City reveló que sólo un puñado de empresas alcanzó un nivel alto tecnología en la producción, mientras que más de la mitad de las empresas encuestadas aplica tecnologías que están por debajo del promedio. Las exportaciones relacionadas con la IED en Vietnam dependen en gran medida de las importaciones de insumos intermedios montados en Vietnam y cuyos productos finales con contenido tecnológico interno limitado son destinados a la exportación (Nestor, 2013).

En los países menos adelantados, la transferencia de tecnología directa de las empresas transnacionales se ha visto restringida por el limitado tamaño de las entradas de IED y su sesgo hacia actividades centradas en los recursos naturales. De hecho, una característica común de las industrias extractivas, sobre todo cuando las empresas transnacionales están involucrados en un país de bajos ingresos, es la relativamente limitada incidencia de los vínculos con los proveedores nacionales, sobre todo en comparación con los sectores manufacturero y de servicios (UNTACD, 2010, p. 12).

3.3.3.2. Adquisición de tecnología incorporada

Los contratos de cesión de tecnología son habitualmente contratos de venta de tecnología. A diferencia de los contratos de licencia, aquí se transfiere no solamente los derechos de explotación sino también la propiedad de la misma (Centro de Comercio Mundial, 2005). Esto es, la tecnología está incorporada en forma de conocimiento y derechos de propiedad y la transferencia se produce con la mera compra o adquisición del activo. El contrato de compra-venta suele incluir (automáticamente) la concesión de las licencias no exclusivas de uso de la tecnología incorporada. Prácticamente se trata de la adquisición de activos tangibles intensivos en capital disponibles comercialmente, tales como la compra-venta de bienes de equipo y la compra-venta de soluciones de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en forma de *software* o *hardware* comercial (González Sabater, 2011, p. 43).

La adquisición de la tecnología ha sido visto en todas las economías como central en el proceso de aumento de la productividad y por otra parte el mejoramiento de la

competitividad (Ul Haque, 1997, pp. 49-51; UNIDO, 2008, p. 42). Como señala Villavicencio y Arvanitis (1994, p. 275), la introducción de una nueva tecnología no representa sólo la adquisición de un activo fijo para la empresa, sino una posibilidad para ella de elaborar nuevas relaciones técnicas, de adquirir nuevas competencias, de manejar nuevos conceptos, en pocas palabras, de extender la red sociotécnica mediante la cual se conecta con su entorno. En particular, la creación de una industria de bienes de capital de apoyo contribuye enormemente a la creación y difusión de nuevos conocimientos técnicos, actuando como un *hub* del progreso técnico (Ul Haque, 1997, p.76).

La adquisición de tecnología importada requiere de un considerable esfuerzo innovador interno: no sólo para operar y adaptar la tecnología importada, sino que también los nuevos equipos y técnicas pueden complementarse con esfuerzos intensivos para acumular localmente las capacidades para mejorar la tecnología adquirida, la generación de nuevos componentes, y la promoción de la independencia tecnológica (Ul Haque, 1997, p. 66). Dentro del proceso evolutivo de capacidades tecnológicas, una primera se relaciona con la capacidad para adquirir tecnologías (bienes de capital, experiencia técnica, etc.) y para absorberlas y adaptarlas a las condiciones locales. Posteriormente, se encuentra la etapa de adaptación o modificación en el ambiente nacional, y la creación de nuevas capacidades innovadoras respecto de productos y procesos (Martínez, García y Santos, 2013, p. 191; Cimoli y Dosi, 1994, pp. 678–679; Bittencourt y Giglio, 2013, p. 186).

Dicho de otra forma, las importaciones de productos tecnológicamente avanzados ofrecen a las empresas acceso a las tecnologías incorporadas en el producto importado. Esas importaciones pueden aumentar la productividad tanto al utilizar el producto en los procesos de producción como al brindar la oportunidad de "retroingeniería", que consiste en aprender cómo se produce un producto importado e imitarlo (Organización Mundial del Comercio, 2013, p. 164).

En un trabajo cuantitativo sobre el costo de la transferencia tecnológica de los corporativos multinacionales en varias regiones del mundo, Teece (1976) analiza los recursos usados para los proyectos de transferencia en las diferentes etapas: la de resultados de

investigación y diseño para elegir la tecnología; la ingeniería y el diseño y la planeación de la tecnología a implantar; la construcción e instalación del equipo; la puesta en marcha del producción. La primera etapa contempla, entre otros indicadores, el monto de la adquisición de maquinaria en función de varias características (la antigüedad de la tecnología, el número de veces previas que han tenido lugar las transferencias); mientras que en las últimas etapas, se incluye la experiencia de la transferencia, tales la supervisión de la planta en la instalación y adaptación de la tecnología para su operación en la planta, el entrenamiento y aprendizaje por parte de los operativos (el tiempo que lleva la transferencia). De acuerdo con Reddy y Zhao (1990, p. 292), en la evaluación de la adquisición de la tecnología, la tarea del gerente es encontrar la tecnología que combina factores de producción, usualmente el capital, la mano de obra y otros factores, para maximizar el rendimiento de los ingresos y minimizar los costos de producción

En un trabajo sobre el costo de la transferencia de las corporaciones multinacionales en el mundo, Teece (1976) contempla los recursos usados para los proyectos de transferencia, entre ellos, los recursos materiales como la adquisición de maquinaria en función de varias características (la antigüedad de la tecnología, el tiempo que lleva la transferencia); el otro apartado es la supervisión de la planta en la instalación y adaptación de la tecnología para su operación en la planta, el entrenamiento y aprendizaje por parte de los operativos.

Ul Haque (1997, pp. 66-67 y 71) precisa las empresas de los países en desarrollo tienden a depender de la tecnología importada en las etapas iniciales o cuando están introduciendo nuevas líneas de producción. Al respecto, señala que “los países seminidustrializados no pueden depender únicamente de una combinación de importación de tecnología y las inversiones, sino que tienen que aumentar sus actividades tecnológicas nacionales”. Si bien los bienes de capital en sí mismos no constituyen un mecanismo de transferencia de tecnología, ya que la adquisición de la tecnología incorporada en maquinaria y equipos no abarca relaciones complejas que involucren equipos, las características del proceso, especificaciones del producto y la organización del trabajo (el *know how*), la introducción de la tecnología incorporada (bienes de capital) han desempeñado un papel importante en la expansión de la capacidad de producción, aunque un rol de menor importancia en la

construcción de capacidades tecnológicas locales (Ul Haque, 1997, pp. 66-67). Generalmente, detrás de la compra de maquinaria y equipo está el imperativo de la empresa aumentar su productividad y niveles de calidad. De manera particular, Kato Vidal (2007, p. 162) establece, mediante un modelo econométrico, que la inversión en modelos recientes de maquinaria y equipo tiende a incrementar la productividad, debido a la superioridad tecnológica en relación con modelos previos.

3.3.3.3. Asistencia técnica y servicios

Se refiere a la prestación de asesoramiento técnico y/o servicios especializados fuera de lo contemplado por derechos de propiedad o secreto industrial. Mientras la asistencia técnica alude al asesoramiento, consultoría, ingeniería, estudios, apoyo tecnológicos, entre otros, los servicios especializados incluye pruebas, análisis, certificaciones, así como la formación en áreas clave (González Sabater, 2011, p. 42).

Estos tipos de contratos no tienen un carácter secreto y pueden constituir una prestación de servicios accesoria a la transferencia de *know-how* o de otros bienes, que tiende a facilitar la explotación o uso de la tecnología (ej. formación de personal, asistencia a la explotación durante un periodo determinado de tiempo, transmisión de documentos (Centro de Comercio Mundial, 2005).

3.3.3.4. Inversión en departamentos de Investigación y Desarrollo

La inversión en investigación y desarrollo (I+D) en el extranjero por parte de las multinacionales representa una transferencia tecnológica importante. La literatura documenta que las multinacionales realizan una menor transferencia de sus capacidades de investigación y desarrollo en el extranjero. En muchos de los casos, las unidades de investigación y desarrollo en el extranjero son establecidas como laboratorios de servicio técnico para ayudar en la transferencia eficiente de tecnología, pero antes el producto o proceso tecnológico ha sido estabilizado (Reddy y Zhao, 1990, p. 289).

Mientras la I+D es uno de los segmentos menos internacionalizadas de la cadena de valor de las transnacionales; la producción, la comercialización y otras funciones se han trasladado al extranjero mucho más rápidamente. Las respuestas a la encuesta Perspectivas de inversiones en el mundo de la UNCTAD confirman que las funciones menos internacionalizadas de la sede son las finanzas y la I+D. Al respecto, los datos de Estados Unidos muestran que sólo 14 por ciento de la I+D llevada a cabo por las empresas estadounidenses se llevaron a cabo por sus filiales en el extranjero en 2008, casi sin cambios desde hace una década (13 por ciento en 1998) (UNCTAD, 2009).

De acuerdo a la Organización Mundial del Comercio, el gasto en I+D está sumamente concentrado, pues cerca de 90% de la inversión en I+D tiene lugar en el sector manufacturero, y dentro de ese sector más del 90% de las inversiones se efectúan en tan sólo cuatro ramas de producción: productos químicos, maquinaria eléctrica y no eléctrica (que comprende las TIC) y material de transporte. Sin embargo, aunque la mayor parte de la I+D se efectúa en el sector manufacturero, es en el sector de servicios donde más ha crecido desde principios del decenio de 1990. En general, los servicios prestados a las empresas de gran intensidad de conocimientos (actividades de información y comunicación y actividades financieras y de seguros) aparecen como elementos impulsores principales de la acumulación de conocimientos y a la larga podrán sustituir al sector manufacturero como motor de la innovación mundial (Organización Mundial del Comercio, 2013, p. 157)

Al respecto, existe literatura que ha tratado de identificar los factores que influyen en la transferencia de la capacidad I+D de las multinacionales. Por ejemplo, Hirschey y Caves (1981, p. 127) encontraron que la proporción de multinacionales estadounidenses globales que gastan en I+D global en el extranjero depende positivamente del grado en que los mercados extranjeros son atendidos por la producción local de sus filiales, la necesidad de adaptar el producto a las condiciones del mercado local y la importancia de la investigación básica; y negativamente a las economías de escala (un efecto frecuente cuando la producción foránea está altamente concentrada). También encontraron que la I+D en el extranjero y las exportaciones de tecnología son complementarias (gran parte de los anteriores servicios de I+D sirve para modificar la tecnología a las necesidades locales),

y que la I+D doméstica produce menos tecnología para la transferencia en el extranjero, donde la investigación básica es importante y donde el producto requiere una amplia adaptación al mercado local (Hirschey y Caves, 1981, p. 128).

3.3.3.5. Contratos del licenciamiento

Bajo esta modalidad se transfieren los derechos de explotación de una tecnología, manteniendo la propiedad de la misma, a cambio de un precio (pagos fijos iniciales y pagos variables, regalías). Es posible limitar el derecho de explotación a determinados usos o aplicaciones de la tecnología, mercados o zonas geográficas y a un determinado periodo de tiempo. Además, el licenciatario puede ser el único autorizado para explotar la tecnología o en concurrencia con otros (Centro de Comercio Mundial, 2005). La concesión de licencias de patentes está más relacionado con el desarrollo de capacidades tecnológicas que cualquier otro mecanismo de TT porque implica que existe el conocimiento y capacidad del capital humano y técnico para apropiarse y adaptar de ese conocimiento a la realidad de la empresa y explotarlo (Goldberg *et al.*, 2008).

Según Baranson (1970), las corporaciones internacionales están a favor de la concesión de licencias sobre la inversión donde: *a)* el mercado es demasiado pequeño para garantizar las inversiones o el ciclo del producto o de propiedad es efímera; *b)* la empresa tiene una tecnología comercializable, pero carece de los recursos o experiencia de participación directa; *c)* la inversión directa queda excluida por restricciones legales o parece implicar alto riesgo y la incertidumbre por una política o de carácter económico; *d)* beneficios recíprocos se pueden obtener a través de licencias cruzadas; o bien *e)* los litigios sobre patentes o la competencia de desarrollo tecnológico puede ser evitados.

Obviamente, en el caso de la tecnología más avanzada, el riesgo de imitación es más alto cuando el país anfitrión tiene la capacidad de adoptar y desarrollar tales tecnologías, lo que implica que el riesgo general es mayor en los países de ingresos medios que en los países de bajos ingresos. Este riesgo se incrementa aún más si las tecnologías requieren la adaptación local con el fin de adaptarse a las necesidades locales y los requisitos

reglamentarios y normas. En el mismo tiempo, si la protección de los derecho de propiedad intelectual es fuerte, las empresas extranjeras pueden preferir para licenciar tecnologías en lugar de elegir ser una presencia local, lo que podría disminuir la cantidad de (tácito) conocimiento transferido. Esta decisión también puede estar influenciada por la capacidad de las empresas extranjeras. Sin duda, la fuerza de protección de la propiedad intelectual parece facilitar la transferencia de tecnología a los países de ingresos medios que ya tienen la capacidad de innovación o son capaz de imitación. Licencias de tecnología, las importaciones y la inversión extranjera directa en estos países responden a los regímenes de propiedad intelectual más fuertes para hacer cumplir los contratos de licenciamiento (Hall y Helmers, 2010, p. 8).

La concesión de licencias de tecnologías para las empresas comerciales es tal vez la forma más directa en que la investigación académica se puede traducir en un crecimiento industrial. Todas las universidades de investigación han creado oficinas de transferencia de tecnología dedicada a promover la comercialización de la nueva innovaciones y proporcionar un amplio soporte a los miembros universitarios de nuevas *start-ups*. Este apoyo incluye capital semilla para seguir trabajando en invenciones, la asistencia en planificación empresarial, introducción a los capitales de riesgo, y la asistencia en la contratación de un equipo de inicio y el espacio de la incubadora (Wu, 2005, p. 19).

De acuerdo con Hall y Helmers (2010), las licencias de tecnología, las importaciones y la inversión extranjera directa en países en desarrollo responden a los regímenes de propiedad intelectual más fuertes. La evidencia existente sugiere también que la capacidad de absorción es importante. La transferencia de tecnología a través de licencias implica la transferencia de tecnología externa más intangible de la compañía multinacional. Estas conclusiones parecen consistentes con la idea de que un determinado nivel de la capacidad de absorción es necesario para hacer uso de y aprender de la tecnología importada, pero si un país tiene la capacidad para hacerlo, son más propensos a recibir la tecnología si la empresa extranjera de la que procede siente que sus derechos de propiedad serán protegidos. Si la capacidad de absorción está presente pero la protección de IP es débil, las

empresas extranjeras será tienden a establecer la distribución en lugar de filiales de fabricación (Hall y Helmers, 2010, p. 12).

En Japón, por ejemplo, hay un esfuerzo intencional para poner la propiedad y el control de la tecnología adquirida en manos japonesas y nutrir la absorción tecnológica local y la capacidad de innovación. Por esta razón, la concesión de licencias es el modo preferido de la transferencia tecnológica de la tecnología importada. El gobierno japonés también revisa las licencias y acuerdos de inversión para asegurar no existan restricciones no razonables sobre su uso futuro para el comercio en el mercado mundial (Baranson, 1970, p. 437).

3.3.3.6. Capital ventura (joint ventures)

Este tipo de operación reduce el requerimiento de capital para cualquier proyecto, provee una medida de identidad local y también da acceso al conocimiento local del socio (Howard, 1977, p. 167). Sin importar la motivación principal de las compañías extranjeras, el objetivo del gobierno ha sido el obtener acceso a la información técnica requerida para la industrialización, en el caso de los acuerdos de licenciamiento y *joint ventures*. Con una mayor regulación de las inversiones extranjeras en varios países, las empresas mixtas (*joint ventures*) se han convertido en la forma más importante de la operación de la multinacional la empresa (Marton, 1986, p. 411)

La opción de empresa conjunta es un pobre sustituto para el intercambio intrafirma. En esos acuerdos los ingresos de los socios dependen de los términos de intercambio entre la empresa extranjera, la filial local y el socio local; como ocurriría en operaciones de mercado abierto. Ambas partes tienen un incentivo similar a la que existe en una transacción de mercado, para aprovechar cualquier oportunidad para alterar los términos de intercambio en su favor. Las empresas mixtas no resuelven los problemas de fondo que llevan a muchas empresas a internalizar la transferencia de la tecnología; es decir, los socios locales pueden no estar dispuestos a realizar un valor adecuado de la tecnología o el pago de una rentabilidad adecuada a la empresa matriz. En segundo lugar, una vez que la firma local tiene acceso a la tecnología que pueden intentar alterar los términos de la transacción a su favor (Davidson y McFetridge, 1985, p. 8).

En el caso de empresas conjuntas u otros acuerdos con empresas extranjeras, la transferencia de conocimiento a las empresas locales y la difusión en la economía local, serían aún más limitado a menos que las empresas locales tengan una larga historia de uso de la tecnología extranjera y la acumulación de este tipo de tecnología a través de acuerdos de licencia u otro uso de la tecnología arreglos (UNTACD, 2010). Para Ul Haque (1997, p. 119), hay pruebas de que los productores locales en algunos países han tenido que demostrar una alta capacidad de absorción de tecnología con el fin de ser seleccionado como socios de empresas conjuntas.

3.3.3.7. Alianzas estratégicas

Las empresas conjuntas consisten en una alianza entre dos empresas separadas las que pueden o no constituir una nueva empresa. En virtud de tal alianza las empresas pueden complementar las capacidades de cada una para llevar adelante una innovación, una puede aportar sus recursos en investigación, la otra la capacidad para desarrollar actividades de I+D, o una puede fabricar y la otra comercializar, etcétera (Centro de Comercio Mundial, 2005).

Se trata de proyectos que implican investigación y que implican un desarrollo conjunto entre un grupo de investigación y una empresa. Mediante este acuerdo, los costos y riesgos se reparten entre ambos agentes, así como los resultados y beneficios partiendo de un acuerdo previo. Suelen aplicarse en los casos cuando las empresas se encuentren ante la falta de recursos, instalaciones o conocimientos técnicos (Centro de Comercio Mundial, 2005).

El desarrollo local de capacidad de I+D también se ha convertido cada vez más importante como una forma no sólo de entrar en áreas en las que es difícil obtener tecnología del extranjero, sino a participar en las alianzas estratégicas que están surgiendo alrededor de la tecnología compartir en algunas áreas de alta tecnología. Hasta el momento, estas alianzas estratégicas tienden a estar entre las empresas en las economías industriales que comparten

un cierto nivel de conocimientos tecnológicos. Alianzas que implican el desarrollo de economías se han limitado a los acuerdos entre empresas de las economías industrializadas que puedan proporcionar a la I+D y experiencia en el diseño y los de las economías en desarrollo puedan llevar a cabo la fabricación sofisticada procesos a bajo costo. Este tipo de alianza ha sido común entre las empresas de los Estados Unidos y las economías recientemente industrializadas, permitiendo a las estadounidenses seguir siendo competitivas en áreas tales como automóviles y aparatos electrónicos que estaban perdiendo mercado compartir con las empresas japonesas (Ul Haque, 1997, p. 119).

3.3.3.8. Capacitación laboral

La educación y la capacitación son reconocidas como importantes elementos de la capacidad de innovar de una región o un país (Lundvall *et al.*, 2002). A nivel de la empresa, la actividad de capacitación debe entenderse como iniciativas de transmisión de conocimientos abstractos de quien posee conocimientos especializados (*know how*) a aquel que, por no haber desarrollado determinada rutina específica, no los posee. No es más que una iniciativa de transmisión de conocimientos tácitos. El beneficio se plasma en el incremento de la capacidad de la empresa para descubrir y solucionar problemas surgidos en las rutinas de producción, dado que un conjunto mayor de individuos estarán aptos para ello. Mediante la cuantificación de ese elemento se observa con frecuencia la importancia atribuida a la existencia de personal calificado dentro de la empresa. Sin embargo, los gastos en capacitación se vinculan mucho más a las necesidades específicas definidas por las empresas. Sobre este punto, Martínez *et al.* (2013, p. 196) incluye en su encuesta aspectos relacionados con las relaciones laborales, empleo, rotación de personal, evaluación y sistemas de incentivos, integración laboral y valores para explicar la innovación

Teece indica que los costos de la transferencia son más altos cuando la tecnología subyacente es mano de obra intensiva en lugar de capital. Agmon y Von Glinow (1991, p. 1) sostienen que la TT no sólo incluye a un producto incorporado, proceso incorporado, sino también a una persona incorporada.

La capacitación del personal en función en la que se formaliza una parte de las actividades vinculadas al aprendizaje tecnológico exterior. La empresa debe tomar en cuenta que la tecnología (sea un equipo particular, una cadena productiva o un modo de organizar el proceso productivo) vive gracias a un proceso permanente donde se movilizan los conocimientos y las experiencias de los trabajadores, técnicos e ingenieros (Villavicencio y Arvanitis, 1994). En este sentido, el capital humano no sólo incluye las habilidades generadas por la educación y la capacitación formales, sino también aquellas que se desarrollan en la práctica, la experiencia, y con las actividades y capacidades acumuladas, que ayudan al desarrollo. Esto es, si el capital físico se acumula sin las actividades, o sin la tecnología necesaria para operarlo de modo idóneo, las capacidades tecnológicas no se desarrollarán de manera idónea (Solleiro Rebolledo y Castañón Ibarra, 2012, p. 157).

Los agentes portadores del conocimiento tácito y explícito acumulado en las empresas son los ingenieros, gerentes, obreros y técnicos especializados, así como el personal administrativo que forma parte de la firma. Estos agentes adquieren saberes y habilidades a través de las redes de colaboración, la capacitación y profesionalización en las instituciones educativas locales (Martínez *et al.*, 2013, p. 191). La formación de las capacidades tecnológicas tiene dos fuentes principales: la técnica y profesional de los empleados, basada en el sistema educativo y en los programas de capacitación de las empresas, y la experiencia compartida por esos empleados dentro de las empresas y a través de las redes socio-profesionales locales.

La perspectiva común sobre el capital humano en el crecimiento económico da énfasis primordial a la educación formal y la formación en las instituciones educativas; las propias empresas son vistas como los usuarios, no como creadores, del capital humano. Este supuesto subestima la importancia central de las empresas en el proceso de aprendizaje tecnológico. De hecho, las empresas han desempeñado un papel especialmente importante en países como Japón y Alemania, que han explotado con eficacia los beneficios dinámicos de acumulación. Sin embargo, las instituciones educativas y las empresas son alternativas no sustituibles: tipos particulares de habilidades y conocimiento se pueden adquirir sólo en las empresas, a través de la inversión en aprendizaje en la práctica o entrenamiento. Pero

debido a que las empresas no son capaces de captar la totalidad de los rendimientos de sus inversiones (ya que los trabajadores capacitados pueden moverse a otras empresas), son propensos a invertir poco en capital humano, tanto desde un punto de vista el social y, posiblemente, privado. Hay, sin embargo, diferencias significativas en la movilidad laboral entre países (en particular, los Estados Unidos y Alemania o Japón) y por lo tanto, en un incentivo para proporcionar entrenamiento de trabajo (Ul Haque, 1997, p. 68).

Aunque la infraestructura de la educación y la formación formal ha sido muy importante en las multinacionales de Asia oriental, sin embargo, ha sido responsable de sólo una parte del proceso de educación y formación total que ha contribuido a acumulación tecnológica en la industria. Las propias empresas han desempeñado un papel importante en este proceso. Ahí está la poca información acerca de la importancia de su papel durante la fase de rápido crecimiento de las industrias de trabajo intensivo, pero en esa etapa la experiencia práctica puede ser más importante que la educación más organizada y la formación en empresas. En cualquier caso, este último parece que se ha convertido cada vez más importante en Corea y Taiwán, China, en aquellas economías diversificadas en industrias de conocimiento intensivo (Ul Haque, 1997, p. 68).

Especialmente significativo ha sido el énfasis y la acumulación de experiencia en productos y procesos de ingeniería y proyecto management. Al igual que en los países industrializados, las empresas de Asia oriental son cada vez más importante no sólo como empresarios, sino como creadores de capital humano calificado. Más recientemente, el papel de las empresas en la formación se ha hecho más visible: la más grande empresa de electrónica en Taiwán, China, ha creado su propia universidad, el Instituto de Tecnología de Tatung. En Corea, Samsung Advanced Institute of Science and Technology se estableció. El Gobierno de Singapur ha sido particularmente hábil no sólo en la movilización de los recursos financieros de las empresas multinacionales para establecer la educación y los institutos de formación, sino también en el aprovechamiento de recursos humanos propios de estas corporaciones para ayudar a poner en práctica una serie de programas de educación y formación en tecnología y gestión (Ul Haque, 1997, p. 69).

Para Kim (1990, p.259), un buen ejemplo del rol de las multinacionales como principales responsables de la transferencia internacional de tecnología se refleja cuando el personal de diferentes países van a un lugar a aprender de las nuevas tecnologías y procesos técnicos y regresan a sus plantas y comparten y aplican el conocimiento adquirido localmente. Así, los ingenieros y administradores de países en desarrollo son vistos como agentes de TT, pues al estudiar y trabajar en los países industriales no sólo son entrenados en la resolución de problemas tecnológicos, sino que también tienen acceso a las redes internacionales informales que combina habilidades de diseño, ingeniería y gestión de proyectos que pueden ser utilizados para generar las capacidades (Ul Haque, 1997, p. 68).

En tanto, el papel de la movilidad laboral como canal de transferencia de tecnología de las empresas no ha recibido la atención adecuada. Autores como Glass y Saggi (2002), y Domínguez y Brown (2004) coinciden en señalar la falta de investigación enfocada a analizar el impacto que tiene la movilidad laboral en la industria y sus especificidades. Este canal difiere de otros porque la tecnología se mueve por las empresas a través del movimiento físico de los trabajadores que han estado expuestos a la tecnología (Glass y Saggi, 2002, p. 496).

La movilidad o rotación de recursos humanos hacia el sector productivo, ya sea mediante la incorporación de doctores y tecnólogos a empresas, o la incorporación temporal de científicos a las mismas, es un indicador de la transferencia constituida principalmente por un know how.

Glass y Saggi (2002) desarrollan un modelo para capturar el papel de la movilidad laboral como mecanismo de la tecnología y para examinar sus implicaciones en la política de transferencia del país receptor hacia la IED. De acuerdo con Glass y Saggi (2002), la movilidad laboral de las multinacionales a las firmas locales ocurre predominantemente en los países desarrollados, donde las multinacionales no tienen una sustancial ventaja sobre las firmas locales. Vale la pena destacar que la exposición a la tecnología difiere de la capacitación general: las empresas pueden elegir si desean o no formar a sus trabajadores, la formación implica costos, y la sustitución de trabajadores capacitados con los

trabajadores no capacitados afecta la productividad. Si los trabajadores son costosos para entrenar, entonces la empresa de origen tendría un incentivo adicional para pagar las primas salariales para mantener a sus trabajadores y evitar que dejen la empresa, incluso si no hubiera competencias de las firmas. Los sueldos premium se deben a los costos de capacitación (Glass y Saggi, 2002, pp. 498–499).

La capacitación de los recursos humanos también es considerado un esfuerzo que hacen las empresas para asimilar la tecnología y acumular conocimiento y habilidades (Domínguez y Brown, 2004). La experiencia adquirida por los países en desarrollo que han aprovechado las redes de conocimiento de las empresas transnacionales pone de manifiesto que la IED puede ayudar a mejorar las habilidades, competencias y fortalecer la mano de obra (UNCTAD, 2012, p. 18).

La combinación de los conocimientos especializados de la fuerza de trabajo y las importaciones de maquinaria es lo que incide positivamente en el crecimiento económico, incluso la retroingeniería exige conocimientos especializados (Organización Mundial del Comercio, 2013, p. 165). La experiencia adquirida por los países en desarrollo que han aprovechado las redes de conocimiento de las empresas transnacionales pone de manifiesto que la IED puede ayudar a mejorar las habilidades, competencias y fortalecer la mano de obra (UNCTAD, 2012, p. 18).

3.3.4. Alcances o efectos directos de la TT

Buena parte de los estudios sobre TT miden los alcances o efectos directos de la TT intrafirma en función de medidas de productividad a nivel de empresa (productividad laboral, exportaciones, el volumen de la producción), la presencia de nuevos productos y procesos, productos nuevos de tecnología, mejora de los productos existentes o procesos, el logro de nuevas certificaciones de calidad y la adquisición de los acuerdos de licencia de tecnología de otras empresas (Goldberg, Branstetter, Goddard y Kuriakose, 2008, pp. 37 y 43; Organización Mundial del Comercio, 2013, p. 153; Albornoz, 1994). Esto es, a mayor TT, más de estos resultados.

En el caso de la competitividad, la mayoría de estudios de la transferencia de tecnología han tenido que lidiar con la realidad de que las medidas de la productividad convencional reflejan no sólo el dominio de la firma de los métodos más eficientes de producción, sino también la capacidad de la empresa para apropiarse de al menos algunos de los beneficios de ese aumentar la eficiencia en la forma de una mayor productividad (Goldberg *et al.*, 2008; Gee, 1981, p.73; Saggi, 2004, p. 5).

De acuerdo con Gee (1982, p.4), los cambios tecnológicos tienen varias repercusiones en las empresas, uno de ellos es en la productividad. El cambio tecnológico se ha convertido en un importante factor que contribuye a aumentar la productividad en la empresas, porque permite generalmente el uso más eficiente de la fuerza laboral, el capital y los insumos (recursos naturales), entre otros elementos de la producción. Algunos resultados sobre este punto, estiman que su contribución al crecimiento de la productividad varía de entre 40-70 por ciento. De manera particular, la mejora de métodos de manufactura, material y maquinaria puede incrementar la productividad en 50%; mientras que cerca del 15% de la productividad alcanzada resulta de la formación del capital, mientras que 12% de la productividad proviene de la educación y la capacitación de la fuerza laboral. El autor señala que el cambio tecnológico no significa que sea sinónimo de mejora en la productividad, pero en las últimas décadas ha ido adquiriendo importancia como un factor para explicar la productividad de las empresas.

Para hacer la medición de esta dimensión, el *output* entendido como productividad a nivel de una empresa, los estudios utilizan el número de unidades de producto o servicios por horas laborales, el cual es empleado por Gee (1981). En cambio, para determinar la productividad de un sector a nivel nacional o estatal, comúnmente los estudios emplean el producto interno bruto de la producción por empleado (*gross domestic product per employed*). Gee (1981, p.73) utiliza esta medición para comparar los niveles de productividad de Estados Unidos *vis-a-vis* Japón Alemania y Francia. Para sacar el PIB de la producción se utiliza el valor agregado censal bruto (VACB) y se divide entre el número de trabajadores del sector. De manera que esta variable se aproxima al valor de un PIB del

sector. Es una aproximación de la productividad de los factores de producción a nivel más general (Bailey, 2003, p.104).

3.3.5. Otras externalidades indirectas de la TT

Uno de los efectos de difusión de la tecnología, es decir, la tecnología que absorbe el país importador sin pagar por ella, es la formación de los trabajadores, la interacción con los proveedores o la retroingeniería. Cuando un país importador adquiere tecnología, el conocimiento se conserva aunque se interrumpa o cese la importación (Organización Mundial del Comercio, 2013, p. 153). Para Ul Haque (1997, p. 66), los más importantes vínculos externos son, por tanto, capaces de ayudar a las organizaciones al aprendizaje proceso, tales como proveedores, clientes, licenciarios, empresas que producen productos de la competencia (por ingeniería inversa), y las instituciones de apoyo técnico. Los vínculos con los repositorios de conocimientos técnicos (como las universidades) y con los clientes potenciales son, por tanto, de particular importancia.

3.3.5. 1. Proveedores

El aumento de las *inputs* y vínculos locales, de modo que el proceso de montaje de componentes importados o añadiendo valor mínimo a los recursos locales, con el que se inicia normalmente la industrialización, se amplía y contribuye a la creación de proveedores nacionales, subcontratistas y empresas de servicios especializados. El aumento de la participación local permite la difusión de la tecnología industrial y habilidades, ayuda a mantener una mayor proporción del valor agregado, crea nuevas fuentes de competitividad y capta muchas de las externalidades que el desarrollo industrial conlleva (Ul Haque, 1997, p.76). Bell y Pavitt (1995) destacan que los usuarios de materiales o componentes específicos, dotados de habilidades para transformarlos (innovar), podrían inducir activamente a sus proveedores a que se esfuercen por desarrollar esos insumos, si estos últimos estuviesen dotados de un cierto nivel de capacitación tecnológica (Bittancourt y Giglio, 2013, pp.187-188).

Las vinculaciones entre los productores de productos primarios y los de productos más elaborados pueden fomentar la transferencia directa de tecnología de la empresa multinacional al comprador local. Las exigencias de una mayor calidad de los insumos intermedios de los proveedores también pueden traducirse en transferencias de tecnología. Los encadenamientos hacia atrás son resultado en parte de la interacción entre empresas con inversión extranjera y proveedores nacionales. Empresas con inversión extranjera pueden proporcionar asistencia tecnológica y capacitación directa en estrecha cooperación con las empresas nacionales con el fin de asegurar el suministro de insumos producidos localmente de la calidad requerida (Nestor, 2013, p. 121; UNIDO, 2008, p.45).

La transferencia de tecnología, y por ende, de conocimiento, es visto como algo que ocurre a través de un proceso de aprendizaje dinámico donde las organizaciones interactúan continuamente con los clientes y proveedores a innovar o creativamente imitan (Cummings y Teng, 2003, p. 42). Diversos autores han señalado el uso de alguna fuente externa de conocimiento como un indicador de que la empresa posee alguna capacitación para absorberlo. Existe amplia literatura sobre estas fuentes: los proveedores, los clientes, los competidores, y las universidades y centros de investigación (Bittencourt y Giglio, 2013; Martínez *et al.*, 2013).

De manera particular, las cadenas de suministro incorporan varias dimensiones conexas de las relaciones económicas internacionales –inversión, competencia y movimiento de personas físicas– todas las cuales intensifican las transferencias de tecnología. Sin embargo, las cadenas de suministro no aumentan la corriente de conocimientos tecnológicos a escala mundial. La aumentan entre los países con redes regionales, fomentando así la formación de "clubes de convergencia" regionales (Organización Mundial del Comercio, 2013, p. 165).

De acuerdo con Nestor (2013, p. 137), los efectos positivos de la IED no se limita principalmente a los vínculos verticales hacia atrás, sino a la interacción con los proveedores nacionales. El desarrollo de una cadena de suministro local es a menudo un proceso prolongado, y debido a la falta de apoyo a las industrias relacionadas, las

principales empresas con inversión extranjera tienden a confiar en sus redes de producción existentes, lo que lleva a las importaciones de insumos intermedios producidos por las filiales establecidas en otros países. Los esfuerzos de las empresas de inversión extranjera directa de anclaje para construir redes de proveedores locales pueden acabar por convertirse en la formación de grupos de actividades relacionadas que se caracterizan por una colaboración estrecha y dinámica. El informe hace hincapié en que las agrupaciones no pueden ser creados artificialmente a través de las políticas públicas. Una política de clúster industrial debe incluir medidas para facilitar y promover el desarrollo de industrias de apoyo nacionales que conduzcan a ampliar las redes de proveedores locales para abastecer a empresas con inversión extranjera, que son capaces de atraer IED adicional al clúster emergente.

Las empresas locales suelen tener relaciones de largo plazo con las empresas transnacionales extranjeras en forma de subcontratación, contratos de fabricación de equipos originales, suministro de materia prima (UNTACD, 2010, p. 12). Las empresas están insertas en redes de vínculos con otras empresas y también con organizaciones no lucrativas (como organismos públicos, por ejemplo). Estas redes o su carencia incrementan o limitan las oportunidades de enfrentar a cada una de las empresas para mejorar su capacidad para resolver problemas (Cimoli y Dosi, 1994, p. 676).

Las filiales extranjeras pueden difundir la tecnología y las habilidades a los proveedores nacionales, clientes y entidades con las que tienen relaciones directas e indirectas. En particular, hacia atrás los vínculos entre las filiales extranjeras y las empresas nacionales son importantes para realzar la difusión de tecnología. Para garantizar que los insumos locales cumplan los requisitos estrictos técnicos, las filiales extranjeras a menudo ofrecen a los proveedores locales no sólo las especificaciones, también a veces con la asistencia lo cual redundan en el aumento de sus capacidades tecnológicas. Tal asistencia tiende a ser más prominente en los países en desarrollo, y la transferencia de conocimiento ha tenido un impacto positivo en la competitividad de los proveedores (UNTACD, 2010, p. 12).

3.3.5.2. Vinculación con las instituciones de educación superior y centros de investigación

La institucionalización de los diferentes tipos de colaboración entre la academia, la industria y el gobierno, mediante los centros de investigación, organismos privados y públicos y las redes, es un elemento central en la consolidación de un ambiente de desarrollo tecnológico y creación de conocimiento, pues la institucionalización provee las oportunidades y el soporte para la investigación multidisciplinaria entre investigadores de diferentes sectores de investigación (Phillips, Sewell y Griffiths, 2010, p. 159).

En un contexto de desarrollo tecnológico, resulta muy útil la distinción entre factores tecnológicos/materiales y procesos más cultural/institucional. Es tal el peso de las fuerzas institucionales que éstas terminan moldeando el desarrollo de las diferentes variedades de conocimiento tecnológico. Esto es, los tipos de instituciones dentro de una región y la interacción entre ellas desempeñarán un rol clave en la conformación de los tipos de conocimiento tecnológico que una región genera (Phillips, Sewell y Griffiths, 2010, p. 150).

Bozeman (2000, p. 632) señala un papel activo de los actores gubernamentales y universidades en el desarrollo tecnológico y su transferencia. De acuerdo con este autor, el papel del gobierno puede ser como intérprete de investigación, incluido el suministro de investigación aplicada y tecnología para la industria, o como un corredor, desarrollando políticas que afectan el desarrollo tecnológico industrial y la innovación.

Para completar la transferencia de tecnología, un país debe hacer los cambios necesarios en su infraestructura e instituciones a lo largo de un periodo prolongado de tiempo, para permitir un proceso intenso y productivo de aprendizaje, tanto de la tecnología nueva como de tecnologías más antiguas. Los países en desarrollo deben realizar inversiones infraestructurales en educación, capacitación, investigación y desarrollo y otras actividades científicas y técnicas; es decir, deben aumentar la capacidad local en materia de ciencia y tecnología para poder obtener todos los beneficios de la adquisición de tecnologías importadas (UNTACD, 1993, p. 13).

CAPÍTULO 4. RESULTADOS DE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN EL SECTOR DE MANUFACTURA DE EQUIPO Y DISPOSITIVOS MÉDICOS EN BAJA CALIFORNIA

La capacidad tecnológica de un territorio es un elemento estratégico de su plataforma de competitividad. Una empresa, un país o un sector industrial tiene capacidad tecnológica cuando puede disponer y hacer uso adecuado de las tecnologías que requiere para desempeñarse de manera competitiva en el mercado; es decir, si está en condiciones de generar (inventar e innovar) y/o adoptar las innovaciones tecnológicas que le permiten realizar cada vez mejor sus actividades de producción (Láscaris, 2002). Así, la acumulación de capacidades tecnológicas termina por convertirse en una ventaja competitiva regional (Contreras y Munguía, 2007).

4.1. Contexto transfronterizo del sector

La fragmentación internacional del proceso de producción, con la conformación de redes globales de producción, incrementa las interacciones transfronterizas, lo que a su vez aumenta los efectos de difusión de la tecnología. La transferencia de tecnología y su difusión consiste en los flujos transfronterizos de tanto los bienes físicos como el conocimiento, ya sea formal o tácito (Organización Mundial del Comercio, 2013, p. 161).

En el caso de la industria de equipo y dispositivos en Baja California, ésta opera en una dimensión territorial eminentemente transfronteriza desde varios aspectos: no sólo por el origen del capital de sus empresas y la consecuente relación con sus sedes corporativas en San Diego y California, sino también por el importante intercambio transfronterizo de bienes y servicios que se da con otros sectores en la escala de la proveeduría y otras actividades de soporte.

4.1.1. Un espacio de análisis: la región transfronteriza

Con la globalización nuevos lugares están emergiendo, nuevos espacios están siendo creados, nuevas escalas de organización están siendo desarrolladas. Desde la perspectiva de Jessop (2004), han emergido diversos procesos y estrategias para dar respuesta a ciertas

preocupaciones para asegurar las bases de una supervivencia económica y política en respuesta a los imperativos de la competitividad estructural a escala global, es decir, vincular la escala local, nacional a la global. Tales procesos y estrategias son la internacionalización –el desarrollo de mercados globalmente integrados junto a estrategias orientadas globalmente, firmas sin bases operativas nacionales evidentes–, formación de bloques regionales, construcción de redes de ciudades globales –regiones metropolitanas o megaurbanas con varios centros–, formación de regiones transfronterizas, glocalización y transnacionalización (Jessop, 2004, p. 28).

Desde las regiones subnacionales, ciudades y espacios económicos locales se están persiguiendo estrategias orientadas a las cambiantes formas de globalización y competitividad internacional. En el afán de competir, las regiones buscarán alianzas de acuerdo con las posiciones de las economías respectivas en la jerarquía global (Jessop, 2004, p. 30). Así, las regiones se han convertido así en las fuentes de ventajas competitivas, donde se genera un intercambio de relaciones entre empresas y agentes económicos (Benko, 2000, p. 3).

Si bien la formalización de los procesos de integración regionales adquiere formas variadas como regiones económicas binacionales, corredores comerciales o proyectos transfronterizos de gran visión, independientemente de su forma o estructura específica, todas estas organizaciones territoriales tienen en común un objetivo central: mejorar la posición competitiva de sus regiones en los mercados de Norteamérica y del mundo (Wong-González, 2005).

Las regiones transfronterizas implican la producción de nuevos tipos de lugares o espacios para la producción, para el desarrollo de servicios, para el trabajo y para el consumo. En este sentido, representan formas específicas de innovación en relación con el espacio, el lugar y la escala. Están vinculadas con nuevos métodos de producción de lugares o espacios para crear ventajas específicas de lugares para la producción de bienes y servicios y ofrecer nuevas estructuras regulatorias, infraestructuras, economías de escala, nuevos mercados de

trabajo, etc. Pueden implicar la creación de ventajas competitivas aprovechando las complementariedades entre las fuentes de oferta.

Como bien señala Barlow (1998, p.101), las regiones transfronterizas son más que la suma de dos o más estados adyacentes. El principal factor de impulso para su formación es el económico: sobre la base de sus recursos y la coordinación de estrategias de desarrollo de manera periférica de dos o más estados se busca crear una entidad que tenga mayor perfil, proyección y visibilidad en el mapa económico supranacional. De acuerdo con Barajas y Aguilar (2013, p.37), la región transfronteriza (RTF) es concebida como una unidad territorial que comprende unidades subnacionales contiguas de dos o más Estados-nación.

Al respecto, Jessop distingue al menos nueve formas o factores por los cuales han emergido las RTF, dando lugar a cierto tipo de vinculación con formas muy diferentes de cooperación transfronteriza o interregional. Algunas de estos factores para la emergencia de las RTF son: 1) las RTF han surgido de formas de la organización económica y política en las fronteras de los estados que han existido al margen de los Estados-nación y producto de actividades económicas “grises” o “negras”, o sea, el intercambio de “males” o “bienes”; 2) las regiones fronterizas pueden emerger de (o fortalecidas por) derrames de un entorno metropolitano y/o del crecimiento de ciudades complementarias de ambos lados de fronteras compartidas; 3) creación de nuevos espacios funcionales económicos o ecológicos donde hay recursos complementarios, problemas económicos o medioambientales comunes, o una situación periférica compartida que denota una necesidad de cooperación en temas tales como el medioambiente o la infraestructura de transporte; 4) las RTF pueden ser promovidas por Estados nacionales con la esperanza de reestabilizar la escala nacional y permitir a las economías nacionales competir más efectivamente (Jessop, 2004). En el caso de la región Tijuana-San Diego, se podría decir que surgió inicialmente por las actividades económicas “grises” o “negras” (cantinas, prostitución, juego), aunque después su auge se dio a partir del crecimiento económico de ciudades complementarias de ambos lados de la frontera.

Si bien las regiones transfronterizas están adquiriendo nueva importancia económica, su éxito no depende únicamente de las fuerzas del mercado ni de la planificación del centro político, más bien depende más de las redes interpersonales y la negociación interorganizacional de asociaciones público-privado entre las fronteras y de la cooperación de los denominados “actores clave” surgidos de diferentes sistemas funcionales.

Las estrategias económicas regionales tienen mayor probabilidad de desarrollarse a través de una colaboración descentralizada e iniciativas conjuntas, en las cuales las regiones fronterizas o las afinidades económicas desempeñarán un rol mediador clave. Las regiones transfronterizas se han convertido en objetos específicos de políticas y no sólo en territorios económicos espontáneos y naturales. Al respecto, Gernaert Willmar (2006, p. 6) señala:

el desarrollo local transfronterizo es un proceso que parte de la voluntad política de los actores locales como dinamizadores de su propio desarrollo. Son ellos los que formulan la agenda de su desarrollo y se convierten en el ‘centro’ y no la ‘periferia’ del desarrollo local. El desarrollo en este caso viene ‘desde abajo’, con la concertación de todas las fuerzas políticas y sociales y permite elevar la incidencia en los niveles nacionales de planificación y toma de decisiones. Mientras que el desarrollo binacional se da entre dos Estados nacionales pero no necesariamente incluye o considera a los actores de las regiones de frontera.

En términos generales, la conformación de regiones transfronterizas depende tanto de sus activos fijos (ventajas comparativas, capital humano, capacidades tecnológicas, industrialización, infraestructura), como de la acción de sus actores y las fuerzas globales que impulsan procesos de deslocalización productiva.

4.1.2. La región transfronteriza Tijuana-San Diego

Tras la firma del TLCAN, la región de la frontera internacional se ha ido transformando en una región de tipo transfronteriza caracterizada por múltiples intercambios no sólo en lo económico, sino también en lo ambiental, social y cultural (Barajas Escamilla y Aguilar, 2013, pp. 48-49; Bae, 2003, p. 467). Para Lacavex y Arámburo (2011, p. 92), “con la industrialización de la frontera norte de México, y posteriormente el TLCAN y la conversión de San Diego hacia el desarrollo basado en el conocimiento, la región transfronteriza Tijuana-San Diego sufrió cambios e incrementos de todo tipo: físicos, culturales, económicos y demográficos, entre otros”.

En las últimas cuatro décadas, el desarrollo regional del lado mexicano ha estado centrado en las maquiladoras que se iniciaron en la década de 1960 y una fuente importante de fortaleza económica a las ciudades fronterizas en general, y en especial a Tijuana (generando casi un tercio del empleo directo total, que se duplica con los empleos indirectos e inducidos) (Bae, 2003; Carrillo 2000).

Durante años, la cercanía con San Diego y Los Ángeles, California, atrajo muchas corporaciones estadounidenses que querían aprovechar la exención de impuestos y la mano de obra barata de Baja California. Tanto disfrutar de las facilidades mexicanas como estar cerca de sus principales centros de distribución fue una excelente oportunidad para muchas empresas de origen estadounidense (Aragon *et al*, 2009, p.40). Por ejemplo, además del costo de la mano de obra, otra de las principales razones de las empresas para ubicarse en México fue las ventajas bajo el régimen de maquila: 1) la exención de gravar los insumos importados; 2) no había cuotas de insumos importados; 3) el apoyo del gobierno para alquilar terrenos y la construcción de zonas industriales.

Así, esta región transfronteriza es un espacio que sobre la base de sus respectivas ventajas competitivas, permite aprovechar las condiciones de cercanía geográfica (la vecindad) con los principales mercados a los que se destinan la mayor parte de los productos que se procesan en el lado mexicano, y tomar ventajas de las economías de escala y de las externalidades dinámicas de los procesos globales, como la red global de producción. Sin duda, las diferentes concentraciones de la industria en la región le permiten crear una ventaja comparativa en la manufactura.

De acuerdo con Barajas Escamilla y Aguilar (2013), el “desarrollo económico de la región transfronteriza muestra que hasta la década de 1960 su origen han sido de relaciones de dependencia y asimetría entre México y Estados Unidos, pero los cambios que se suscitan en el entorno internacional con la creciente globalización y movilidad capital que se ha traducido en procesos de relocalización industrial y desarrollo de redes globales de producción, han generado procesos de interdependencia, particularmente en la región

fronteriza.” (Barajas Escamilla y Aguilar, 2013, p. 47).

Pero más allá de una ser una región económica transnacional, de índole funcional con activos locales propios, su configuración como espacio transfronterizo ha sido impulsado a partir de la acción de sus actores locales, tales como grupos y cámaras empresariales, asociaciones comunitarias y gobiernos locales, donde se desarrollan iniciativas y acciones para incrementar los flujos comerciales, localización industrial, planeación del transporte y cruces fronterizos, entre otros aspectos (Wong-González, 2005).

Sin duda, en el caso de la región transfronteriza de Tijuana-San Diego, los intentos de diálogo y reflexión, la concertación y la cooperación de sus actores económicos, políticos y sociales han sido un elemento esencial para su configuración. Para este efecto, hay numerosos esfuerzos bilaterales que contribuyen a la construcción de una sólida comunidad transfronteriza, desde iniciativas formales como informales: el Comité Binacional de Planeación y Coordinación (1993), la iniciativa Memorandum for Mutual Assistance (1993), la San Diego Association of Governments (SANDAG, 1980, aunque sus antecedentes de remontan a 1972), la Conferencia de Gobernadores Fronterizos (CGF, en 1980). También es importante la presencia de órganos de reflexión, análisis y fomento, tales como el Forum Fronterizo, el Binational Task Force on Economic Development and Transportation Infrastructure, la Iniciativa Transfronteriza para la Competitividad e Innovación de la organización San Diego Dialogue (Extension UCSD), el programa CONNECT y la creación del Centro para la Integración de la Innovación Tecnológica (CENI2T), Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC), the Smart Border Coalition, the Border Liaison Mechanisms organizada por los consulados de San Diego y Tijuana. De igual forma, existe una promoción regional conjunta y acuerdos de colaboración entre las cámaras de comercio de San Diego y Tijuana, Cali-Baja Mega-Region Initiative (2008) (Wong-González, 2005, p. 84; Lacavex y Arámburo, 2011; Celaya Tentori y Almaraz Alvarado, 2015; Brugues *et al.*, 2014).

De manera particular, diversos autores (Bae, 2003; Barajas Escamilla y Aguilar, 2013; Lacavex y Arámburo, 2011; Clement y Zepeda Miramontes, 1993) coinciden en señalar

que las economías de la región metropolitana Tijuana-San Diego son mucho más complementarias que competitivas. Por un lado, San Diego especializado en servicios de alto orden (provisión, distribución y logística) y en la “nueva economía del conocimiento”. Por el otro, Tijuana funciona principalmente como un centro de manufactura, basada en la maquiladora. Es, precisamente en contextos transfronterizos, que las diferencias entre ambos lados de la frontera no aparecen como una ruptura sino como una continuidad. Como señala Bruges, Combs, Cox y *et al.* (2014, p. 1), la región CaliBaja tiene fortalezas importantes y un potencial aún mayor cuando no se contempla como dos economías separadas de Estados Unidos y México, sino como una combinación de región económica binacional.

Al respecto, Bae (2003, p. 463-464) dice: “Mientras San Diego es cada vez más una economía de servicios de orden superior que ha aprovechado las oportunidades en los sectores de la tecnología de la información, la economía de Tijuana se expandió como un centro de manufactura que se beneficia de los incentivos del programa de maquiladoras, que establecieron una larga promoción de las industrias de ensamblaje en el equivalente de zonas francas industriales (libre de impuestos de importación y exportación)”.

La región transnacional Tijuana-San Diego es un corredor de gran dinamismo económico y productivo. La combinación de investigación de alta tecnología y la capacidad de desarrollo en San Diego y la manufactura en Baja California reúne a sectores muy diferentes en un sola economía regional competitiva (Bruges, *et al.*, p. 8).

De acuerdo al Índice de Competitividad Transfronteriza (ICT), elaborado por United States-Mexico Border Governors Conference, El Colef y Arizona State University (2009),¹⁶

¹⁶ El ICT busca medir el desempeño de los 10 estados y 64 condados y municipios limítrofes con la frontera internacional México-Estados Unidos. El ICT abarca cuatro dimensiones de competitividad: 1) Potencial de innovación (la cantidad y calidad de los recursos dedicados por la región al avance de la ciencia y la tecnología, así como la capacidad de sus comunidades para aceptar nuevas tecnologías). 2 Capital humano (la cantidad y calidad de la fuerza de trabajo y su capacidad para participar en actividades productivas). 3 Accesibilidad (es una función de su ubicación, así como de la calidad de sus sistemas de transporte y comunicaciones). 4 Economías de aglomeración (la existencia de condiciones para la formación de redes, la difusión de tecnologías, el surgimiento de clústeres, y la interdependencia entre las empresas de la región).

las municipalidades fronterizas más competitivas son tres condados de Estados Unidos: el Condado de San Diego, California (0.63); El Paso, Texas (0.60); e Hidalgo, Texas (0.53). Después le siguen, Tijuana, Baja California (en cuarta posición) y Cochise, Arizona. Cabe señalar que con respecto a la dimensión economía de clúster, la ciudad de Tijuana destaca como la número uno (0.76), seguida de San Diego (0.61), lo cual implicaría, de acuerdo a este índice, la existencia de condiciones para la formación de redes, la difusión de tecnologías, el surgimiento de clústeres y la interdependencia entre las empresas de la región.

Tabla 4.1. Índice de Competitividad Transfronteriza (ICT), 2009

		Innovación	Capital Humano	Accesibilidad	Economías clúster	ICT
1	San Diego, CA	0.67	0.64	0.59	0.61	0.63
2	El Paso, TX	0.46	0.59	0.78	0.57	0.60
3	Hidalgo, NM	0.43	0.52	0.64	0.52	0.53
4	Tijuana, BC	0.40	0.40	0.43	0.76	0.50
5	Cochise, AZ	0.57	0.56	0.29	0.38	0.45
6	Cameron, Texas	0.26	0.52	0.59	0.34	0.43
7	Pima, Arizona	0.47	0.64	0.26	0.32	0.42
8	Dona Ana, NM	0.49	0.61	0.30	0.29	0.42
9	Hidalgo, NM	0.31	0.71	0.46	0.14	0.40
10	Presidio, Texas	0.43	0.55	0.45	0.12	0.60
11	Juárez, Chihuahua	0.21	0.40	0.51	0.43	0.39

Fuente: United States-Mexico Border Governors Conference *et al.*, 2009.

Respecto a San Diego, sus fortalezas resultan de una amplia inversión en ciencia y tecnología, especialmente en el sector militar; la presencia de instituciones de investigación científica de excelencia; una amplia colaboración entre universidades y empresas; y una fuerza laboral bien educada (Celaya Tentori y Almaraz Alvarado, 2015, p. 195; Clement y Zepeda Miramontes, 1993).

Así, San Diego experimentó una interesante reconversión industrial al aprovechar su anterior capacidad instalada en la industria de telecomunicaciones e investigaciones médicas y convertirse en una zona de altos ingresos que tenía su complemento en la ciudad de Tijuana, fuertemente vinculada a redes de globales de producción en la rama de los

electrónicos y productos médicos, pero específicamente en los últimos estadios de producción de bajo valor agregado y con muy poco desarrollo de investigación en la material (Barajas Escamilla y Aguilar, 2013, p. 58).

Para Wu (2005, p. 19), San Diego presenta un interesante ejemplo de entorno creativo, ya que se encuentra fuera de las regiones habituales de alta tecnología de Estados Unidos en el norte de California y el noreste del país (Boston, San Francisco, Seattle, Austin, Washington D.C.). En cuestión de una década más o menos, San Diego ha reducido su dependencia de la producción del turismo y la defensa para salir de una severa recesión y convertirse en uno de los de más rápido crecimiento de la nación, diverso y en una región económica basada en el conocimiento. Una gran presencia de la Marina también demuestra ser una ventaja ya que las empresas de biotecnología están bien preparadas para colaborar en algunos proyectos militares. Además de ser una fuente de financiación de la I + D, el sector militar ha sido un gran consumidor y cliente sofisticado.

En la siguiente tabla, se resumen los principales sectores económicos del condado de San Diego durante el periodo de 2012. Como se observa, se trata de una economía mucha más diversificada y especializada en áreas de intensivas en conocimiento, como la de biotecnología, biomedicina y telecomunicaciones. Es sede de muchas empresas de nueva creación con base tecnológica y de innovación como Qualcomm (creada en 1985) con 3 mil 356 patentes registradas en telecomunicaciones.¹⁷

¹⁷ Consultar U.S. Cluster Mapping Project, Institute for Strategy and Competitiveness, Harvard Business School. Data Sources.

Tabla 4.2. Principales sectores económicos de San Diego, CA, 2012

	Núm. de empresas	Núm. de empleos
Biomédica/Biotecnología (Life Sciences)	3,347	144,236
Servicios laborales y financieros	15,569	127,891
Defensa y seguridad	3,012	112,436
Tecnología de la información y telecomunicaciones	3,596	81,732
Energía (fósil y renovable)	4,689	79,002
TOTAL	99,434	1,275,170

Fuente: U.S. Bureau of Labor Statistics, Quarterly Census of Employment & Wages (QCEW) and Purdue Center for Regional Development (cluster definitions). <https://www.statsamerica.org/innovation/anydata/>

Por ejemplo, en el caso particular del sector biotecnológico, San Diego posee actualmente una de las más fuertes masas críticas en I+D en biotecnología y en ensayos clínicos de EE.UU. La significativa inversión en I+D, las importantes conexiones institucionales entre la industria y academia y el gobierno, y las acciones concertadas de los líderes empresariales y gubernamentales han permitido a la ciudad alcanzar una posición de liderazgo en I+D en biotecnología, así como en telecomunicaciones. Las patentes por trabajador creció a más del doble de la media nacional, y la financiación de capital de riesgo casi tres veces (Wu, 2005).

En la I+D del sector de biotecnología de San Diego, prevalece una trinidad que ha sido la base o cerebro de la industria: University of California-San Diego (UCSD), el Instituto de Investigación Scripps y el Instituto Salk. Los tres se formaron a finales de 1950 y comienzos de 1960, con el objetivo de atraer investigadores talentosos y emprendedores (Wu, 2005). Científicos de estas instituciones han fundado empresas pioneras en I+D, algunas de las cuales también se han convertido en incubadoras de nuevas empresas. Por ejemplo, Ivor Royston y Howard Birndorf, de la UCSD, formaron Hybritech a partir de la transferencia de tecnología para aprovechar un gran avance anticuerpos monoclonales. Los fundadores de la compañía hicieron millones, atrayendo la atención sobre las posibilidades de la biotecnología como una gran oportunidad de inversión (Walcott 2001).

En 2014, tan sólo la UCSD realizó más de 68 contratos de licenciamiento, 49 para invenciones y/o materiales y 19 por derechos de autor y/o marcas registradas, de los cuales

28.8% pertenece al sector farmacéutico, 22.5% a la biomedicina, 15% a equipo y dispositivos médicos, mientras 17.5% corresponden a otras áreas relacionadas con desarrollos de computación, ingeniería y procesos (University of California-San Diego, 2014). En términos generales, el éxito de San Diego es una historia de cómo el mundo académico, las empresas locales y los intereses políticos se han unido, a pesar de que la participación directa del gobierno es mínima.

Cabe señalar que, dentro de la región transfronteriza Tijuana y San Diego, se dan grandes transformaciones económicas a partir de incentivar procesos de complementariedad. Por ejemplo, de las prioridades de los clústeres en Baja California, de acuerdo al Plan de Desarrollo Económico, por lo menos cuatro coinciden con los sectores más dinámicos de San Diego: biotecnología, energía, tecnologías de la información y telecomunicaciones y electrónica.

De esta forma, la región transfronteriza se convierte en base de amplios procesos de producción compartida que estarían representando una participación importante en redes globales de producción a través del involucramiento del espacio fronterizo compartido, ya que en términos generales, las actividades de ensamble y manufactura simple e intermedia se localizan al lado mexicano, mientras que del lado estadounidense se concentran las actividades de manufactura más compleja, procesos de investigación y de desarrollo, distribución de productos y acopio de insumos para las plantas industriales localizadas en el norte de México (Barajas Escamilla y Aguilar, 2013, p. 58).

4.1.3. El sector de equipo y dispositivos médicos en Estados Unidos

La industria mundial del sector es liderada por Estados Unidos: más de la mitad de las compañías líderes en dispositivos médicos son de origen norteamericano (63%) y la mayoría de las restantes son empresas europeas (30%) y japonesas (6%). Además, en 2014, cerca del 48% de las empresas del subsector mundial de equipo y dispositivos médicos se encuentran en EE.UU.

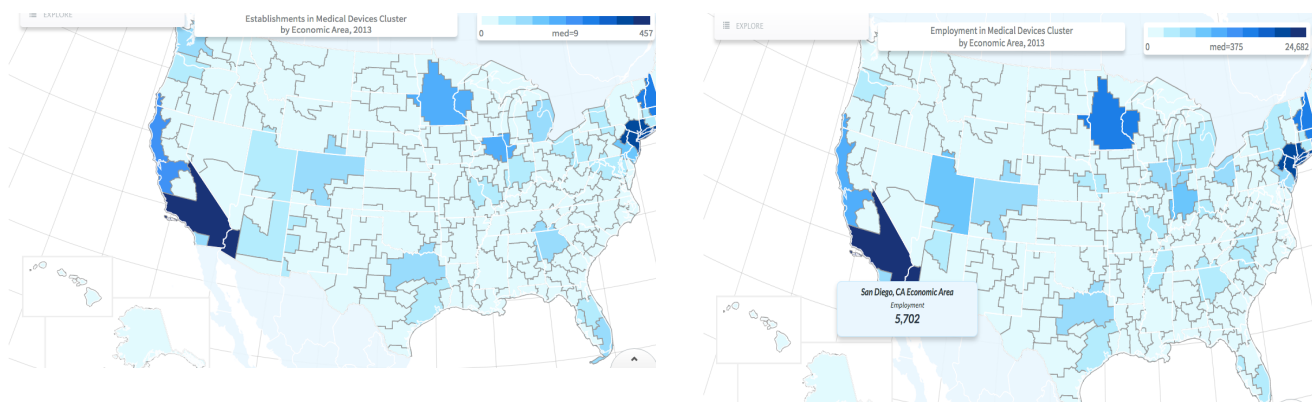
A nivel de Estados Unidos, de acuerdo con datos estadísticos, los estados con el mayor número de empresas de dispositivos médicos son California, Florida, Indiana, Minnesota, Nueva Jersey, Pensilvania, Massachusetts, entre otros (ver *tabla 3.3*, y *gráfica 4.1*). Otros estados con concentración significativa de empleo del sector incluyen Washington, Wisconsin y Texas (PwC-California Healthcare Institute, 2014).

Tabla 4.3. Sector de equipo y dispositivos médicos en Estados Unidos por estado, 2013

Estados	Núm. de empleados	Núm. de establecimientos
California	52,776	881
Florida	17,248	295
Indiana	16,634	144
Minnesota	15,308	188
Nueva York	13, 500	318
Nueva Jersey	12,326	164
Pennsylvania	11,678	247
Massachusetts	10,213	203
Otros	149,683	10,436
Total EE.UU.	281,070	12,876

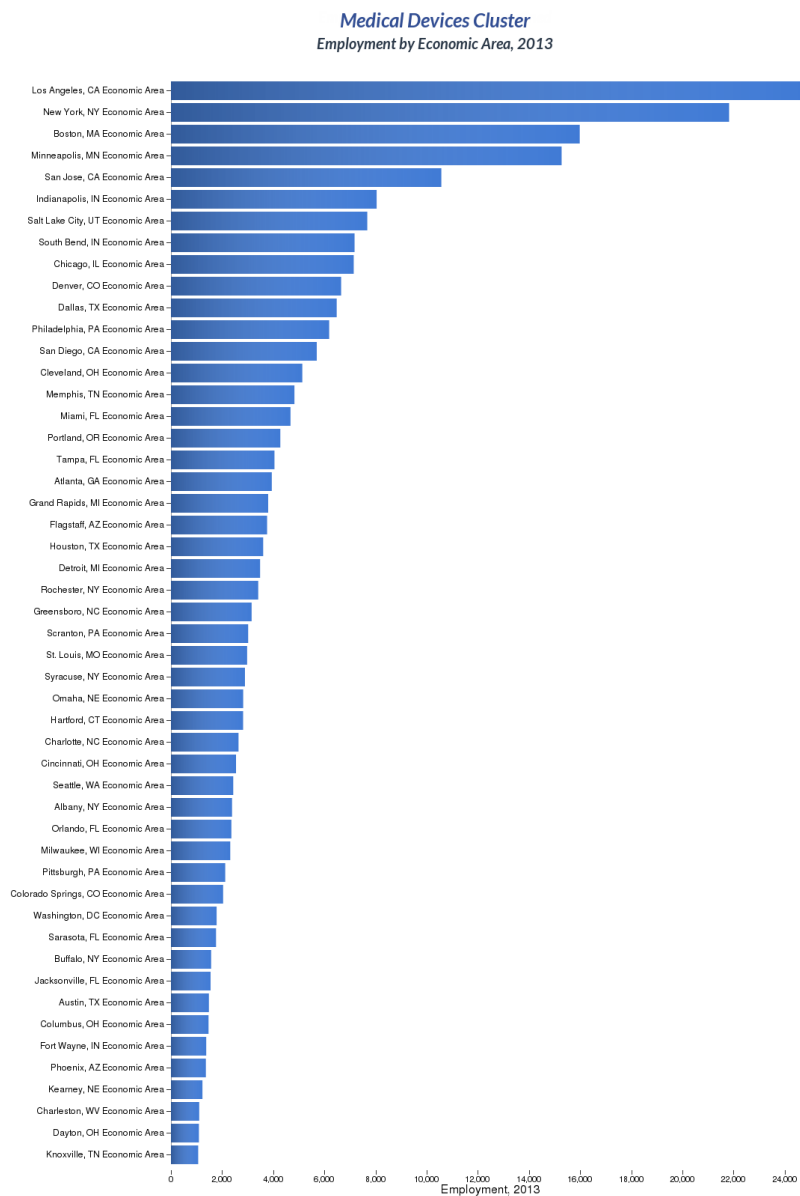
Fuente: U.S. Census Bureau, Annual Survey of Manufactures: Geographic Area Series. Detailed Statistics for All Manufacturing by State: 2013.

Gráfica 4.1. Concentración de establecimientos y empleo del sector de equipo y dispositivos médicos en EE.UU., por área económica 2014



Fuente: U.S. Cluster Mapping Project, Institute for Strategy and Competitiveness, Harvard Business School. Data Sources (consultado 28 de octubre de 2015).

Gráfica. 4.2 Principales áreas económicas del clúster de dispositivos médicos en EE.UU., 2014



Source: U.S. Cluster Mapping Project; Institute for Strategy and Competitiveness, Harvard Business School; Data Sources

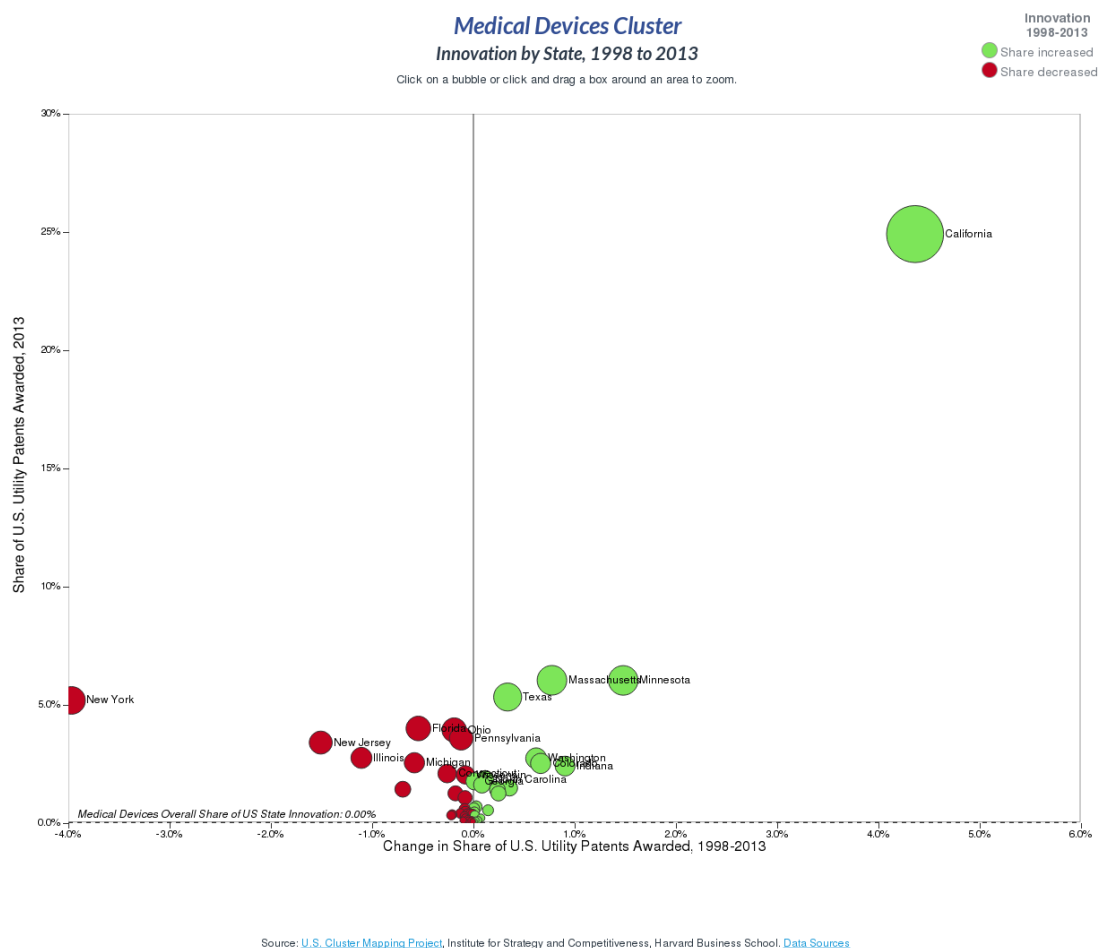
En términos generales, California en sí misma es uno de los principales estados con mayor concentración de establecimientos (13.5%) y empleos (18% del total nacional), pero ocupa un lugar más destacado en innovación, como se muestra en las siguientes table y gráfica.

Tabla 4.4. Patentes por estado de EE.UU. en el sector de equipo y dispositivos médicos, 2008-2012

Estados	Patentes registradas (2008-2012)
California	5,131
Massachusetts	1,353
Minnesota	12,98
Florida	994
Ohio	916
Indiana	905
Pennsylvania	728
Connecticut	725
Nueva York	677
Nueva Jersey	672
Texas	640
Otros	6,692
Total	19,433

Fuente: U.S. Patent and Trademark Office (Upsto), 2008-2012 Patenting by NAICS Industry Classification Breakout by Geographic Origin (State and Country).

Gráfica 4.3. Concentración de índice de innovación del clúster de dispositivos médicos en EE.UU., por estado en 1998-2013



Fuente: U.S. Cluster Mapping Project, Institute for Strategy and Competitiveness, Harvard Business School. Data Sources. El índice de innovación se obtiene al dividir el número de patentes por empleado.

En el caso de California, resulta importante enmarcar el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos dentro de la industria biomédica de California o ciencias de la salud, la cual incluye la biotecnología, la industria farmacéutica y la manufactura de dispositivos médicos, de diagnóstico y pruebas, ya que estos tres subsectores están ampliamente conectados y se retroalimentan de sus avances, mostrando el nivel de desarrollo, investigación e intensidad tecnológica del sector en general, actividades con mayor valor agregado.¹⁸ Esta industria está impulsada por la innovación y la búsqueda permanente de

¹⁸ La industria de dispositivos médicos puede verse como un clúster que se basa en la fabricación, pero también incluye industrias avanzadas de biotecnología y salud. Las empresas de este sector producen

mejores formas de tratar o diagnosticar problemas médicos. De hecho, las compañías de dispositivos médicos se concentran principalmente en las regiones con importante presencia de otras industrias de alta tecnología, tales como la microelectrónica y la biotecnología (Departamento de Comercio de EE.UU., Selectusa, 2015).

En las últimas tres décadas, la industria biomédica de California se ha convertido en un motor clave del crecimiento económico regional y nacional (California Healthcare Institute y PwC, 2014, p. 2). En 2013, este sector empleaba a 270 mil personas, con promedio anual salarios superiores a \$100 mil dólares. De las 2 mil 636 empresas biomédicas en California, cerca de mil 538 pertenecen al sector de dispositivos y diagnóstico médicos, en su mayoría privadas. En su mayoría se trata de pequeñas e innovadoras nuevas empresas que trabajan para traer nuevas y prometedoras tecnologías para el mercado. De acuerdo a un estudio, más de 80 por ciento de las empresas de dispositivos médicos tienen menos de 50 empleados y muchas (especialmente innovadoras empresas de nueva creación) tienen poco o ningún ingreso por ventas (California Healthcare Institute y PwC, 2014, p.1; Departamento de Comercio de EE.UU., Selectusa, 2015).

Tabla 4.5. Principales condados de California con presencia del sector de equipo y dispositivos médicos, NAICS 3391

Condado de California	Núm. de establecimientos (2012)	Núm. de empleados (2012)
Los Ángeles County	402	6,574
Orange County	283	19,293
San Diego County	147	6,252
Alameda County	91	3,968
Riverside County	53	3,357
Total en California	1,735	53,034

Fuente: 2012 Census Economic, U.S. Census Bureau.

Hay tres grupos principales en Los Ángeles, Orange y los condados de San Diego. Según el Informe de 2013 de la Industria Biomédica de California, el condado de Los Ángeles ha atraído a grandes empresas de tecnología médica como Johnson & Johnson, Biosense

instrumentos biomédicos y otros productos para el cuidado de la salud y suministros para el diagnóstico, cirugía, atención de los pacientes y los laboratorios clínicos

Webster y Medtronic, mientras que las empresas de dispositivos centradas en cardiología, neurología intervencionista, ortopedia, oftalmología han gravitado al condado de Orange. San Diego, por el contrario, tiene un fuerte contingente en la biotecnología y en dispositivos inalámbricos o digitales. La región ya tiene paralelo en el uso de tecnología de la información para las aplicaciones relacionadas con la salud. Por ejemplo, con sede en Redwood City, Proteus Digital Health incorpora tecnología de detección en forma de comprimidos farmacéuticos, que ganó la aprobación de la FDA el año pasado. HeartFlow, también con sede en Redwood City, utiliza un software para el diagnóstico de problemas cardiovasculares y la optimización del tratamiento. El condado de Orange lidera la industria de dispositivos médicos del sur de California, según un informe de impacto económico publicado recientemente por Biocom, una asociación comercial con sede en San Diego para la industria de ciencias de la vida de la región.

Mientras que la industria biomédica está agrupada en su mayoría en centros geográficos – San Área de la Bahía Francisco, Los Ángeles, Orange y San Diego–, la empresa biomédica se extiende por todo el estado. Con su gran área que abarca nueve condados, el Área de la Bahía de San Francisco lidera el grupo, seguido de los condados de Los Ángeles, Orange y San Diego. Por otra parte, la industria tiene una significativa presencia en Ventura, Santa Bárbara, Riverside, los condados de San Bernardino y Sacramento (PwC-California Healthcare Institute, 2014, p. 4).

De igual forma, California tiene algunas de las entidades de investigación más destacadas en el mundo, incluso en las ciencias de la vida. En 2013, los institutos nacionales de la salud de California otorga más recursos a la subvención que cualquier otro estado, aproximadamente el 15 % de la financiación total del capital de riesgo en el país. La Universidad de California San Francisco en realidad recibió la mayoría de los fondos del capital de riesgo de las universidades de California, que recibieron alrededor de 500 millones de dólares tan sólo en los primeros nueve meses de 2012; mientras que Stanford se llevó más de 334 millones de dólares, y UC Berkeley anotó casi 119 millones de dólares (PwC-California Healthcare Institute, 2014).

Para Aragon *et al.* (2009, p. 49), dos de las regiones más fuertes en Estados Unidos son el norte y el sur de California, las cuales poseen algunos de los elementos que contribuyen a crear una su fortaleza y reducir el riesgo de inversión: infraestructura fuerte incluyendo el capital y los servicios profesionales; cultura emprendedora con el apoyo de los gobiernos locales; las grandes empresas establecidas pueden contratar talento y experiencia; y comunidades universitarias que apoyan la investigación y la base de conocimientos para las innovaciones

Entre 2009-2013, Medtronic, Intuitive Surgical Operations, Inc and CareFusion 303 Inc., las más grandes empresas en Baja California fueron las compañías con mayor número de patentes registradas en Estados Unidos: con 182, 59 y 34, respectivamente (U.S. Cluster Mapping Project, 2014).

Tabla 4.6. Principales empresas de equipo y dispositivos médicos de EE.UU. con patentes registradas en el país, 2013

Organización	2009	2010	2011	2012	2013	Total
CareFusion 303 inc.	2	6	14	20	18	59
Covidien IP	N/A	N/A	N/A	1	33	34
Life Technologies Corporation	2	4	8	6	11	31
Ophthonix, Inc.	5	10	10	2	1	28
Abbott Cardiovascular Systems, Inc.	7	27	90	80	131	335
Intuitive Surgical Operations, Inc	N/A	21	33	49	79	182
Medtronic Minimed Inc. (Diabetes)	19	45	33	50	75	222

Fuente: U.S. Cluster Mapping Project, Institute for Strategy and Competitiveness, Harvard Business School. Data Sources.

El papel desempeñado por la UCSD-CONNECT resulta indispensable como un puente entre la universidad, los servicios financieros y los intereses corporativos, que muestra la ciencia local y lo trae a la atención de los inversores/empresarios de todo el mundo. Ha ayudado a empresas establecidas y firmas *star-up*. También ha sido fundamental el papel de la UCSD en la generación de patentes en el área de biomedicina. En 2014, la universidad¹⁹

¹⁹ La Oficina de Transferencia Tecnológica de UC San Diego (Technology Transfer Office) reportó que en los últimos 10 años, más de 200 nuevas empresas se han creado con las tecnologías de la UC San Diego, más aparte las 100 empresas anteriormente fundadas. La UCSD tenía en 2014 cerca de 208 licencias activas en 150 empresas en California, algunas de los cuales son de repetición o tienen licencias activas. En el mundo, la UC San Diego tiene más de 435 licencias activas en 2014. En este mismo año, la universidad ha solicitado

realizó más de 68 contratos de licenciamiento, 49 para invenciones y/o materiales y 19 por derechos de autor y/o marcas registradas, de los cuales 28.75% pertenece al sector farmacéutico, 22.5% a la biomedicina, 15% a equipo y dispositivos médicos, mientras 17.5% corresponden a otras áreas relacionadas con desarrollos de computación, ingeniería y procesos. Respecto a empresas *start-up*, 16 nuevas empresas fueron fundadas bajo el auspicio de la UCSD, de las cuales 15 tienen su sede en el sur de California, la mayoría con sede en San Diego. De los 16 nuevas empresas, 69% (11) de las empresas se centran en el desarrollo de nuevos productos o servicios en el área de la salud, tales como productos terapéuticos y dispositivos médicos (University of California-San Diego, 2014). Algunas de estas empresas son eLux Medical, Sonrgy, Lemma Pharmaceuticals, Electrozyme.

Otra organización industrial es Biocom, la cual no sólo ofrece asistencia para el desarrollo profesional y fomenta redes informales, sino que también proporciona a las empresas de biotecnología una voz política unida. Especialmente, ha tenido mucho éxito en el trabajo con el gobierno local para asegurar la disponibilidad de agua para la industria y la promoción de la región como un centro de biotecnología. En el funcionamiento coordinado, CONNECT y Biocom ilustran la importancia de la mediación de las organizaciones (Wu, 2005, pp. 18-19).

4.1.4. Composición del sector en su contexto transfronterizo

La evolución y comportamiento de la industria de equipo y dispositivos médicos de Baja California no se puede entender sin su contraparte de California, Estados Unidos, en donde cada una de ellas, desde su trinchera territorial y recursos y capacidades locales, desempeña un rol en la conformación de un importante motor de crecimiento económico en la región y para sus respectivas economías nacionales.

un total de 363 patentes. El registro de licencias de UCSD puede consultarse en: <http://invent.ucsd.edu/invent/industry/collaborating/ucsd-licensees/>.

Tabla 4.7. Comparativo regional de empresas y ocupación en el sector de equipo y dispositivos médicos

	Población 2014	Número de empresas del sector de manufactura 2014	Número de empresas del sector de dispositivos médicos 2014	Ocupación en la industria manufacturera 2014	Ocupación en la industria del sector de dispositivos médicos 2014
Baja California	3, 432,944	7,718	170 ²⁰	270,555	42,226
México	112,336,538 (2010)	436,851	2,179	4,661,062	99,524 (2009)
San Diego County	3,263,431	3,010	160	96,500	6,225
California	38,802,500	40,835	1,735	1,264,114	54,779
EE.UU.	318,009,000	337,760	12,849	12,156,537	306,313

Fuente: A partir de datos de INEGI, *Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2014*, México: INEGI, 2014; INEGI, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Baja California: Manufactura. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/Cuantificar.aspx>; INEGI, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Baja California: Manufactura, 3391-Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos; INEGI, Banco de Información Económica BIE. Personal ocupado en la industria manufacturera según subsector, 2014, en Baja California, Ocupación; Annual Estimates of the Resident Population by Sex, Race, and Hispanic Origin for the United States, States, and Counties: April 1, 2010 to July 1, 2014 . U.S. Census Bureau, Population Division; Bureau of Labor Statistics Quarterly, Census of Employment and Wages, 2014 (consultado el 15 de junio de 2015).

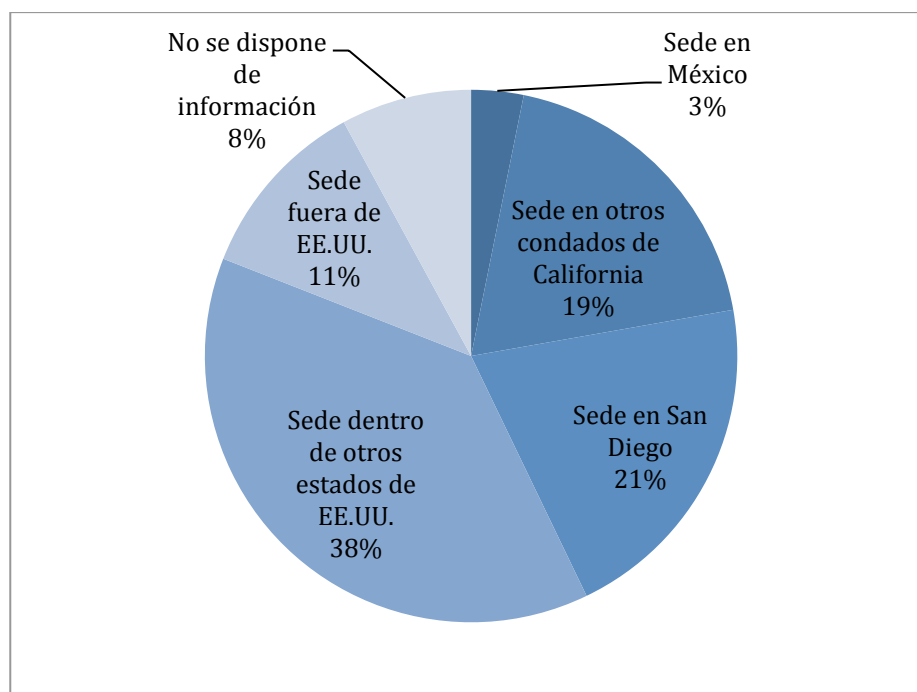
Buena parte de la trayectoria y dinámica productiva y tecnológica de la industria de equipo y dispositivos médicos en Baja California se explica por las relaciones de matriz-filial/subsidiarias que tienen como escenario la región transfronteriza. Como puede observarse en la gráfica, existe una importante interrelación entre las empresas de dispositivos médicos en Baja California con empresas estadounidenses. Así que para 2015 de las 61 empresas del sector en Baja California, por lo menos 25 tienen su empresa matriz en California (41%). De ellas, unas 12 (19.7%) tienen su oficina principal en San Diego y otras 13 (21.3%) la tienen en algún otro condado de California. En tanto, 7.6% de las plantas tienen algún tipo de oficina en el condado de San Diego (referente a manufactura, distribución, división) y otro 6.6% en algún otro condado de California.

En las *tablas 2 y 3* del Anexo, se detalla quiénes son las empresas de equipo y dispositivos médicos con sede en California y en San Diego, con la finalidad de conocer alguna de las

características de las empresas matrices de la región que operan en Baja California. En términos generales, las plantas que operan en Baja California con sede en California y San Diego están divididas entre aquellas compañías líderes mundiales en su rama médica, con amplios recursos en investigación y desarrollo y grandes capacidades de producción (diversas plantas en el mundo) y distribución mundial (mercados), y aquellas que operan bajo licencias y en el mercado nacional, y de más reciente creación, las cuales aprovechan la cercanía y mano de obra de Baja California.

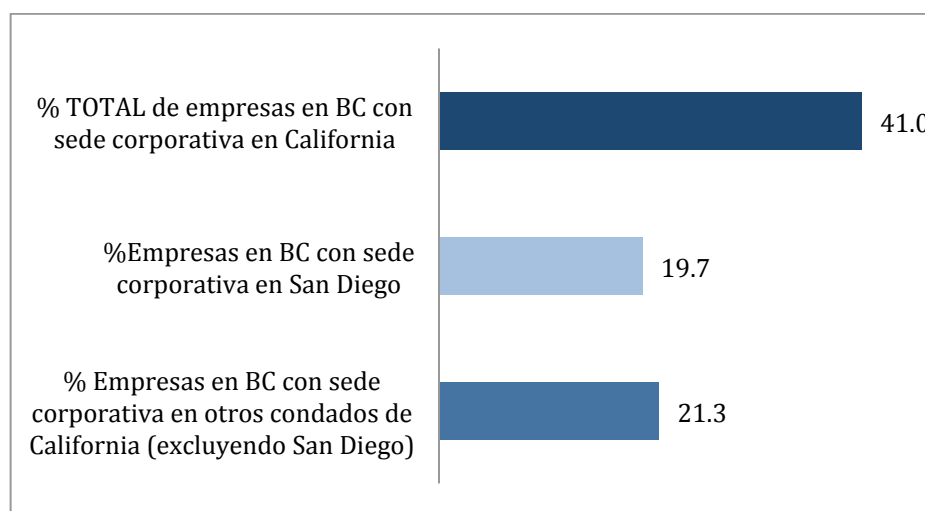
De alguna forma, la intensidad tecnológica y el desarrollo de capacidades tecnológicas de las empresas del sector en Baja California es motivado por las empresas matriz (en el caso de maquiladoras que son propiedad de la empresa matriz) o por parte de clientes (de fabricantes por contrato) (San Diego Dialogue-UCSD Extension, 2005, p.12).

Gráfica 4.4. Distribución de la industria de equipo y dispositivos médicos de BC, según la sede corporativa, 2014



Fuente: A partir de base de datos de INEGI, DENU, y Sedeco (Medical Device and Manufacturing Directory) y sitios web de corporativos.

Gráfica 4.5. Empresas en el sector de BC con sede corporativa California, 2014 (%)



Fuente: A partir de base de datos de INEGI, DENUe, y Sedeco (Medical Device and Manufacturing Directory) y sitios web de corporativos.

Además, 61% de las operaciones de las empresas localizadas en BC son operaciones con corporativos en la región, particularmente con el estado de California, se centran en los sectores de empaque, metalmecánica y plástico, fundamentalmente (Vargas Leyva, 2006, p.87).

Desde sus inicios, principios de la década de los ochenta, la industria del sector ha estado ligada a la región transfronteriza. Precisamente, las primeras empresas en instalar una planta de producción en Baja California fueron precisamente los corporativos con sede en California, y de manera particular en San Diego. Entre estas empresas figuran CareFusion (Productos Urólogos de México S.A. De C.V.), en 1983; Especialidades Médicas Kenmex S.A. De C.V. (Covidien-Kenmex), 1984; Block Medical de México S.A de C.V. y Pall Medical- Ensatec S.A. de C.V., ambas en 1985; Carley Lamps, en 1988.

Respecto a la fuerza laboral ocupada en este sector, en 2008, cerca de 87 por ciento de los puestos de trabajo en equipo y suministros médicos de la mega región de CaliBaja,²¹ se

²¹ Para fines del estudio de la UCSD, se contempló al estado mexicano de Baja California y los condados de San Diego-Valle Imperial.

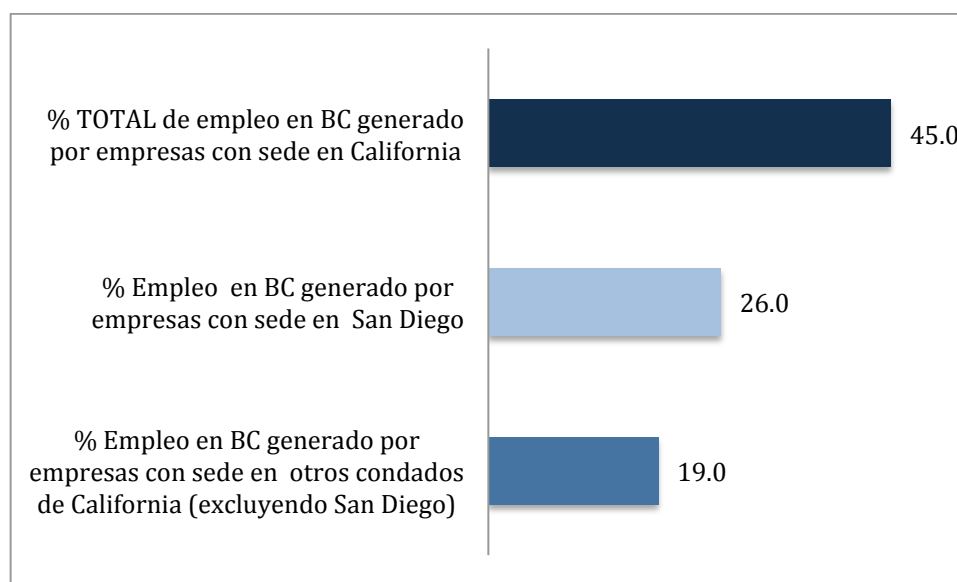
encontraban en Baja California. De hecho, es la segunda industria más concentrada de la región en términos de empleo y la región representa el 10.5 por ciento de todos los puestos de trabajo en esta industria en EE.UU. y México. En 2008, la región tenía más de 43 mil 500 personas trabajando en el sector: Baja California contribuyó con más de 37 mil puestos de trabajo y San Diego con otros 5 mil 500 puestos de trabajo (Bruges *et al.*, 2014, p. 16).

En tanto, el sector con mayor concentración laboral en la región CaliBaja es la manufactura de equipo de audio y video (Audio and video equipment manufacturing, 3343), lo que significa que cerca de 39.8% de los puestos de trabajo en esta industria se generan en la región en relación con EE.UU. y México. Uno de los sectores laborales más grandes de San Diego fue el de servicios de investigación y desarrollo científico (con cerca de 25 mil empleados) y el mayor sector de empleo del Valle Imperial fue el apoyo a la producción de cultivos (con más de 7 mil 400 empleados) (Bruges *et al.*, 2014, pp. 16-20).

De acuerdo con Bruges, Combs *et al.* (2014), a nivel de la región CaliBaja hay seis industrias que figuran constantemente entre las 10 principales industrias con mayor concentración del empleo en la región durante el periodo de 1998 a 2008: 1) la manufactura de equipo de audio y video, 2) manufactura de equipo y dispositivos médicos, 3) la fabricación de maquinaria, 4) fabricación de equipos de comunicaciones, 5) manufactura de telecomunicaciones inalámbricas y 6) otras industrias manufactureras. Dentro de este periodo, se indica que la industria de fabricación de equipos y suministros médicos crece en importancia dentro de esta región.

De manera más específica, a una escala micro, en 2014, tan sólo las empresas de Baja California con sede en California generan aproximadamente 45% del empleo en la entidad: 26%, por empresas con sede en San Diego, y 19%, por empresas con sede en algún otro condado de California. Si bien este dato resulta clave para entender los procesos de interrelación en este sector dentro de la región transfronteriza, lo es todavía más para explicar el nivel de especialización productiva de las empresas de ambos lados de la frontera. De alguna forma, ciertas tendencias y rasgos en la región, tanto de dependencia e interdependencia, no sólo están presentes en el sector, sino que tienden a fortalecerse debido a su interacción con el entorno transfronterizo.

Gráfica 4.6. Empleo en el sector de BC con sede corporativa en California, 2014



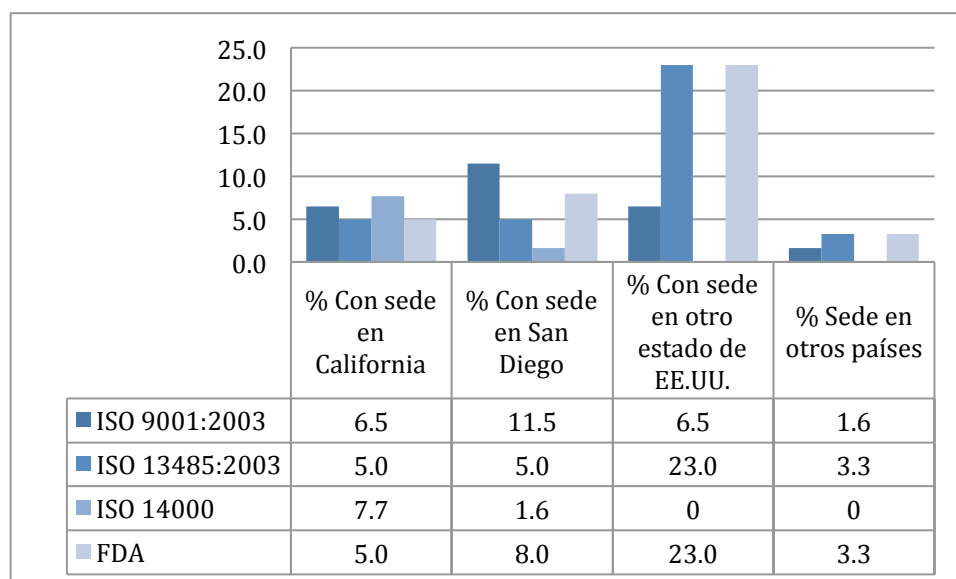
Fuente: A partir de base de datos de INEGI, DENU, y Sedeco, Medical Device and Manufacturing Directory y sitios web de corporativos.

También resulta oportuno mencionar que cerca de 77% de las empresas con sede en San Diego operan una planta-filial en Tijuana, mientras que el resto (33%) lo hace en Mexicali. En tanto, las compañías con sede en California tienen mayor presencia en Mexicali (46%), le sigue Tijuana (38.5%). Sin duda, este comportamiento de las empresas-matriz se explica por las ventajas que representan la cercanía geográfica y condiciones laborales locales (logística, supervisión directa, mayor interacción entre la matriz y la filial).

A partir de las diferentes certificaciones que han obtenido las compañías del sector en Baja California, como la ISO 9001, 13484 y de la Federal Drug Administration (FDA), se observa que las empresas con sede en otros estados de Estados Unidos son las que poseen las certificaciones más estrictas del ramo: 13485 y FDA, ambas con 23%, lo que implica mayor complejidad, controles de producción, cuartos limpios. Mientras que las compañías cuya sede se encuentra en San Diego (6.5%) y California (6.5%) disponen de mayor control de los sistemas de calidad (ISO 9001), lo cual puede interpretarse que la cercanía geográfica permite una vinculación para administrar y gestionar los recursos, más enfocados al manejo de la producción. En parte, esto también se explica porque los productos de la especialidad médica de las compañías ubicadas en San Diego-California

(hospitalización y cirugía) no requieren certificaciones tan estrictas como la cardiovascular o respiratorio.

Gráfica 4.7. Certificaciones la industria de equipo y dispositivos médicos de BC, según su sede corporativa, 2014



Fuente: Elaboración propia.

De manera general, se puede sostener que al interior del sector existe un comportamiento diferente de las empresas según la ubicación geográfica de la matriz, especialidad médica, procesos productivos y certificaciones, en especial entre las empresas con sede en California, San Diego y con sede en otros estados de Estados Unidos.

De acuerdo con Aragon *et al.* (2009), por ejemplo, Tijuana posee la base más fuerte de conocimientos y experiencia en la fabricación de dispositivos médicos, la reducción de costos, y la conectividad inmediata por tierra y mar con los principales mercados. La existencia de un ecosistema de innovación que integra los centros de I+D en San Diego y la plataforma avanzada en la fabricación de Tijuana resultan una combinación clave para el posicionamiento de este sector a escala global.

Aunque la industria de dispositivos médicos es sólida, con la fabricación de productos de media y alta tecnología, sólo se encuentra a nivel de manufactura. En el caso de Baja

California, la innovación está ausente en el sector mexicano, pues 97% de los insumos se importan de Estados Unidos, mientras que los nuevos desarrollos se realizan en la sede de los corporativos. Los productos cuentan con sólo 3% de contenido local (Rosagel, 2014; Entrevista a Mónica Jaque, realizada el 8 de octubre de 2015).

4.2. Contexto local del sector. Una política pública estatal de clústeres

En el mundo, existen amplias experiencias de promoción de la innovación basadas en la generación de sistemas más eficientes de relaciones entre empresas y entorno, en donde se adopta una visión territorial y apuntan a la generación de planes de desarrollo del sistema productivo local en su conjunto (Dini y Stumpo, 2011, p. 30). Estas transformaciones han conducido a nuevas formas de organización económica y empresarial para enfrentar la competencia mundial, lo cual desencadenó la formación de redes empresariales mejor conocidas como clústeres (Porter, 1998). En una encuesta mundial en 2003, se identificaron más 500 iniciativas de clústeres, de las cuales alrededor de la mitad de ellas fueron impulsadas por organizaciones no gubernamentales locales o nacionales (Sölvell *et al*, 2003, p.10).

Ahora, la economía mundial plantea la necesidad de mejorar la eficiencia productiva y la competitividad mediante la incorporación de innovaciones tecnológicas y organizativas a partir de los distintos sistemas productivos locales. Así, el desarrollo de las regiones, la competitividad y crecimiento económico está impulsado por las estrategias centradas en la promoción de la innovación, a menudo en clústeres de industrias interrelacionadas.

El desarrollo regional actual afronta una serie de cambios dada la importancia del espacio geográfico, que cada día pierde relevancia dado sus variables y características. Ciertamente pareciera que, la globalización y la región son conceptos totalmente contrarios; mientras la globalización hace referencia a la dinámica económica, financiera, tecnológica, cultural, etcétera, que no conoce fronteras, la región le impone elementos y características particulares a estas variables para acelerarlas o retardar sus ciclos reproductivos. De tal forma que las maneras organizativas de los actores locales hacen que las regiones sean más o menos dinámicas. Así, las regiones, o mejor aún los territorios, se han convertido en las

fuentes de ventajas competitivas, donde se genera un intercambio de relaciones entre empresas y agentes económicos (Benko, 2000, p. 3).

Ante la necesidad de adecuarse a estas transformaciones globales y competir a nivel regional, desde 2002, el gobierno de Baja California estableció una visión estratégica y de largo plazo sobre el desarrollo económico basada en la integración de clústeres. Este impulso a estas agrupaciones estatales encuentra sustento en la política industrial y económica del gobierno de Baja California, cuya base es la “Política de Desarrollo Empresarial de Baja California”, orientada por el Plan Nacional de Desarrollo (PND), el Plan Estatal de Desarrollo de Baja California, el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECiTI), y el Programa Especial de Ciencia y Tecnología de Baja California (PECIT-BC) (Consejo Estatal Empresarial de Baja California, 2011, p.1)

En la última década y media, el gobierno estatal de BC ha identificado industrias estratégicas para el crecimiento económico de la entidad. A la ya consolidada eléctrico-electrónico, se le suma la industria aeroespacial y la industria de equipo y dispositivos médicos, reconocidas como manufactura avanzada. Este tipo de manufactura, a diferencia de otras, genera más valor agregado y hace un mayor uso de las tecnologías de información (TI). También, plantea escenarios alentadores en torno a actividades científicas, tecnológicas y de innovación que se requieren para mantener el nivel de competitividad que impera en estas industrias.

A partir del modelo de agrupamientos industriales (*clústeres*), el gobierno estatal, mediante la Secretaría de Desarrollo Económico y con la participación del sector empresarial, se dio a la tarea de identificar, diagnosticar e impulsar las vocaciones productivas y las nuevas áreas de oportunidad en la región. Este modelo parte de las ventajas competitivas derivadas de la colaboración y sinergia entre las empresas, las instituciones y el entorno, en particular la generación de conocimiento e innovación, mayor valor agregado, aumento en la productividad y el impacto en las Pymes (Carrillo, 2009; Fuentes, 2005, p. 5).

Luego de identificar las vocaciones estatales según el personal ocupado, valor agregado y

producto interno bruto de los diferentes sectores económicos, el gobierno y empresarios dividieron las mismas: razonables (industria turística, pesca, acuacultura e industria restaurantera, entre otras), por impulsar (agroindustria, industria vitivinicultora, *dispositivos médicos*) y por incubar (biotecnología y minería, entre otras). En 2002-2007, en el documento “Política de Desarrollo Empresarial de Baja California: Vocaciones productivas”, se identificaron en un primer momento ocho clústeres (turismo, electrónica, *software*, automotriz y plásticos, vitivinicultura, madera-muebles, agroindustria y cerveza). Posteriormente, en el programa de 2007-2012, se registraron 15 clústeres (aeroespacial, agroindustrial, automotriz, biotecnología, electrónica –*display devices*–, energía, logística, mueble y madera, pesca y acuacultura, productos médicos, plásticos, servicios médicos, tecnologías de información, turismo y vitivinícola). Posteriormente, ya en el documento “Política de Desarrollo Empresarial de Baja California 2012-2020: Innovar para Competir”, se plantea la articulación del Ecosistema Regional de Innovación de Baja California a partir de estas vocaciones y sectores productivos contemplados por lo menos en los programas como clústeres. Entre los clústeres con vocaciones por impulsar (VI),²² se encuentra el de fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos.

De manera particular, la Política de Desarrollo Empresarial 2012-2020 plantea los objetivos centrales, las estrategias políticas y las líneas de acción que guiarán las rutas de trabajo y los compromisos de actuación a mediano plazo de los agentes del Ecosistema Regional de Innovación. Así la innovación es el factor clave del crecimiento económico, la promoción industrial y el bienestar social en la entidad. El reto es promover un proyecto transformador del estado en torno a la articulación de un Ecosistema Regional de Innovación, cuyas principales líneas estratégicas son la creación de conocimiento; generación y consolidación de un sistema científico y tecnológico de valor significativo; promoción de una cultura empresarial y emprendedora en el tejido empresarial; fortalecimiento de la cooperación y competencia entre los agentes, e incremento de las sinergias entre los actores públicos y

²² Vocaciones por Impulsar (VI) son aquellos sectores o ramas que tienen una alta participación en el valor de las variables: personal ocupado, valor agregado y Producto Interno Bruto, sin embargo, crecieron de forma menos acelerada en la localidad comparado con la media nacional; y que tienen un potencial de mediano plazo en el desarrollo de la entidad (Otáñez, Fuentes, Martínez y Ramos, 2013, p. 150).

privados (Otáñez, Fuentes, Martínez y Ramos, 2013, p. 138). En el documento, también se hace mención sobre la importancia del fortalecimiento de la capacidad tecnológica para generar desarrollos propios y tareas de innovación (línea estratégica IV), así como el desarrollo de planes de cooperación tecnológica de los clústeres del estado para fomentar la difusión tecnológica de las empresas (línea estratégica V).

Ese diagnóstico permitió a las instancias gubernamentales encaminar sus acciones para fortalecer y desarrollar de manera organizada y cooperativa algunos de los sectores más importantes y estratégicos. De acuerdo con Martínez Pellégrini (2009), el enfoque de esta política produjo tres principales cambios: “1) que las unidades o sujetos de políticas pasaron a ser redes de empresas, clústeres, en lugar de empresas individuales, 2) que se propuso enfatizar la provisión de servicios reales a las empresas en lugar de incentivos económicos, y 3) que se partió de un diagnóstico que conjugó los aspectos cualitativos de la detección de vocaciones y los cuantitativos de la cuantificación de encadenamientos”. De manera coincidente, Fuentes (2005, p.19) señala que la política económica empresarial pasó de la promoción económica e industrial basada en las variables cuantitativas relacionadas con el precio de los factores (mano de obra, suelo y materias primas) hacia el desarrollo basado en variables cualitativas conectadas a las capacidades empresariales, la organización y cooperación del sistema empresarial, el marco institucional, el acceso a información nueva, capacidades de adaptación, de creación y difusión tecnológica y capacitación de los recursos humanos.

A nivel local, la consolidación de agrupamientos y clústeres empresariales se promueve como una estrategia de integración y asociación de procesos productivos, ya que las empresas logran economías de escala y aprovechan las economías de aglomeración que las propician. Éste y otros objetivos se abordan mediante diversas estrategias concurrentes; entre ellas destacan las contenidas en la Política de Desarrollo Empresarial (PDE) de Baja California. La PDE se encuentra integrada principalmente por dos estrategias básicas: el estímulo de las vocaciones productivas y el fomento y desarrollo de clústeres. La PDE plantea mecanismos para fomentar la competitividad y el desarrollo económico a través del fortalecimiento y promoción de las vocaciones regionales, con base en la asignación de

prioridades y la generación de criterios de selección, para detectar y aprovechar al máximo las inversiones productivas presentes y futuras en las regiones de la entidad (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, 2014, 22).

A partir de este modelo de desarrollo local, han surgido diferentes iniciativas de organismos empresariales y gubernamentales para conformar asociaciones industriales bajo la figura de clúster, cuyo propósito es aglutinar a las empresas fabricantes, de proveedores, universidades y organismos de gobierno relacionados al sector. Al momento, se han constituido en la entidad los clústeres de Bioeconomía, Aeroespacial, Manufactura Avanzada y Diseño, Médico Dental y Hospitalario, Productos Médicos, de Tecnologías de Información y Software de Baja California, A.C.

4.2.1. Clúster de Productos Médicos de las Californias

Como parte de las acciones empresariales, se crea el Clúster de Productos Médicos de las Californias, con 21 empresas. En 2006, se conforma legalmente la Asociación Industrial de Productos Médicos de las Californias, A.C. Entre las metas del clúster están la membresía formal de la asociación; sesiones mensuales informativas y de trabajo; vinculación entre empresas, organismos y gobierno; gestión de proyectos estratégicos; organización y participación en eventos especializados; impulso al desarrollo de proveedores y nuevos negocios; promoción de la formación de recursos humanos especializados (Asociación Industrial de Productos Médicos de las Californias, 2012). Las actividades más destacadas de la asociación, junto con el Consejo de Desarrollo Económico de Tijuana, han sido la promoción de Tijuana como "centro de dispositivos médicos " de México en la Cumbre Ejecutivo MD y M's a principios de febrero de 2014, así como la celebración anual de MedSummit (Día del proveedor de dispositivos médicos), con siete ediciones al año de 2014.

Cabe señalar que las actividades operativas y de coordinación del clúster son realizadas por Axis-Centro de Inteligencia Estratégica, organismo privado, que incide tanto en el gobierno estatal, como en instituciones regionales y nacionales. El antecedente de Axis es Producen A.C., cuyo objetivo central era desarrollar sectores claves de media y alta tecnología en

Baja California, mediante la vinculación con el gobierno estatal y federal, y diversas asociaciones empresariales e instituciones locales (Carrillo y Plascencia, 2008, p. 26; Entrevista con Esparza, 2015). En el caso particular del sector de dispositivos médicos, el objetivo de Axis es impulsar el desarrollo y generación de valor dentro del agrupamiento de fabricación de productos médicos en Baja California, con el fin de incrementar la derrama económica y el nivel de competitividad industrial. Axis participa en el grupo de trabajo como representante de este sector en Promexico (Secretaría de Economía, 2011). Más tarde, Axis se incorpora en el Plan estratégico y transversal de ciencia y tecnología (FRONCYTEC), proyecto respaldado por Conacyt y coordinado por El Colegio de la Frontera Norte, donde se identifican capacidades en materia de ciencia y tecnología en los estados de la frontera norte de México.

De acuerdo al Plan Estratégico 2020, este organismo busca ser un clúster regional con mayor concentración de desarrollo y manufactura de productos médicos en el continente americano, sí como incrementar la derrama económica y el nivel de competitividad de la industria de productos médicos de Baja California. De igual manera, también trabaja en las siguientes líneas estratégicas: “desarrollo de capital humano, cadena de suministro, promoción de inversión, desarrollo tecnológico e innovación y relaciones con gobierno”(Asociación Industrial de Productos Médicos de las Californias, 2012).

Entre las actividades del clúster, se encuentran las siguientes: entre 2003-2004, se llevaron a cabo reuniones de trabajo entre representantes de la industria médica; en 2005, la realización de diagnóstico de la industria médica en el estado y publicación de plan estratégico, definiendo visión del agrupamiento; en 2006, se conforma legalmente la Asociación Industrial de Productos Médicos de las Californias, A.C.; en 2007, se firma un convenio de colaboración e impartición en conjunto con la UABC del programa de capacitación; entre 2008 y 2014, se llevaron a cabo seis ediciones del Día del Proveedor, así como un estudio de mercado para atraer un proyecto de esterilización; en 2012, se actualizó el Plan Estratégico 2020 y se signó un convenio de colaboración con Cetys, así como se dio inicio al proceso de instalación de la primera esterilizadora por E-beam en Baja California (Asociación Industrial de Productos Médicos de las Californias, 2012). De

alguna forma, estas actividades proporcionan una idea del dinamismo del Clúster, en especial durante sus orígenes.

Actualmente, al clúster están afiliadas 26 empresas, lo cual refleja que si bien está lejos de ser un organismo representativo de las empresas del sector, por lo menos significa un esfuerzo por coordinar los esfuerzos de cooperación y vinculación en el ámbito local. Además, sus directivos no provienen del sector y la asignación de sus funcionarios y recursos no resulta transparente. Es un organismo “virtual”, la cual no dispone de oficinas ni un espacio físico como tal (Entrevista con Ilse Esparza, realizada el 5 de octubre de 2015).

Tabla 4.8. Integración del Clúster de Productos Médicos Las Californias

Empresas afiliadas al Clúster de productos Médicos Las Californias	Sin afiliación	Porcentaje de empresas sin afiliación
26	34%	56%

Fuente: Elaboración propia.

En septiembre de 2015, la Secretaría de Economía (SE) y el Banco Mundial (BM) informó que se destinaron ese año 120 millones de pesos para ofrecer asesoría técnica y consultoría a 37 clústeres productivos en el país, incluidos el Clúster de Productos Médicos Las Californias. Rogelio Garza, subsecretario de Industria y Comercio de la Secretaría de Economía (SE), detalló que las asesorías y apoyos brindados van en tres líneas de acción: gobernanza del clúster, certificaciones y capacitación del capital humano. “El objetivo de un clúster industrial es vincular a los diferentes actores para identificar áreas de oportunidad, por ejemplo, en formación de capital humano, identificación de proveedores, cadenas logísticas, compras consolidadas y sustitución de importaciones.”²³

²³ Consultar Rodríguez (2014). “Se apoya a 37 clústeres con 120 mdp”. *Manufactura*, Núm. 238. Disponible en: <http://www.manufactura.mx/industria/2014/10/24/se-apoya-a-37-clusteres-con-120-mdp>.

Dentro de esta misma lógica de conformación de clúster, en 2014, el Consejo de Desarrollo Económico de Tijuana (CDT) anunció la creación de la Red Municipal de Clústeres de Baja California, para impulsar la proveeduría local. Se trata de un consejo que integra, coordina y desarrolla la Red Estatal de Clústeres de Baja California, el cual aglutina a los agrupamientos empresariales (clúster), entre los que se encuentran el de Bioeconomía, Aeroespacial, Manufactura Avanzada y Diseño, Médico Dental y Hospitalario y Productos Médicos.

4.2.2. Ley de Promoción de la Competitividad y el Desarrollo Económico en Baja California

Como parte de la política de fomento al desarrollo económico local, las autoridades del estado de Baja California comenzaron a proporcionar las condiciones legales y de infraestructura con el fin de atraer a más empresas y retener a los que proporciona mayor cantidad de puestos de trabajo. Como parte de esta política, el Congreso del Estado aprobó el 10 de junio de 2005 la Ley de Promoción de la Competitividad y el Desarrollo Económico en Baja California, la cual ofrece incentivos fiscales para las empresas nuevas y ya establecidas que demuestren proyectos de inversión tecnológica, nuevos o en expansión (Carrillo, 2009, pp. 25-26). Esta ley tiene como objetivo fomentar la competitividad y el desarrollo económico del estado, mediante la instrumentación de estímulos a la inversión privada. Los estímulos fiscales a los proyectos de inversión y de inversión en tecnología, entre otros tipos de proyectos productivos, se orientan al impuesto sobre remuneraciones al trabajo personal y a los derechos de conexión al sistema de agua potable y alcantarillado sanitario, sin perjuicio de que dichos estímulos puedan comprender otras contribuciones, según se establezca en las disposiciones fiscales de carácter estatal (H.Congreso del Estado de Baja California, 2005, p. 8).

Dentro de esta ley, resulta interesante los estímulos fiscales a las empresas para la integración a cadenas productivas, agrupamientos empresariales y/o a los programas y lineamientos que establezca la Secretaría para mejorar su productividad y competitividad y la inversión en la capacitación de recursos humanos y su vinculación con las instituciones educativas públicas o privadas alineadas a la PDE. De manera particular, se incentiva entre

las empresas la promoción e inversión en esquemas y programas de investigación para modernizar y desarrollar tecnología y la sustitución de importaciones mediante el consumo de insumos, componentes, servicios o productos que se generen en el Estado, entre otros (H.Congreso del Estado de Baja California, 2015, pp. 9-10).

En el capítulo V referente “De los estímulos fiscales a los proyectos de inversión” de las empresas en el estado, existe un apartado (IV) sobre la inversión en tecnología. Cuando su monto represente por lo menos: a) 0.5% del valor de sus ventas anuales se otorgan 3 puntos; b) 1.0% del valor de sus ventas anuales se otorgan 5 puntos; c) 2.5% del valor de sus ventas anuales, con 7 puntos; d) 5.0% del valor de sus ventas anuales, con 10 puntos; e) 10% del valor de sus ventas anuales, con 12 puntos (H.Congreso del Estado de Baja California, 2015, pp.14-15). Para la obtención de los estímulos previstos en esta ley, las empresas interesadas deberán presentar la solicitud con los requisitos que se establezcan en el Reglamento, ante la ventanilla única.

4.3. Canales y mecanismos de transferencia tecnológica en el sector

Resulta interesante analizar el camino que han elegido las empresas del sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos de Baja California para acceder a la tecnología y capturar el conocimiento tecnológico, que les permita ser competitivas en el ámbito global, en el entendido de que los mecanismos de transferencia no pueden ser utilizados por todos los usuarios de tecnología, ni sirven para cualquier circunstancia. Así, la decisión de la empresa matriz de transferir su tecnología de manufactura mediante la concesión de licencias o mediante la inversión en una instalación implica una evaluación de los beneficios y costos para la firma. La elección de una o varias de estas formas depende usualmente de la naturaleza de la tecnología que se desea y de las capacidades técnicas ya existentes en el país en desarrollo (Patel, 1972, p. 11). Al respecto, Choo y Bontis (2010, p.587) señalan la importancia que adquiere el tipo de mecanismos de transferencia de tecnología (tangible o intangible) que adopten las empresas, pues afecta la disposición de la empresa al aprendizaje.

La interacción entre las empresas transnacionales a través de sus filiales en los países en desarrollo puede resultar en tasas más altas de conocimiento y difusión de tecnología, gracias a una serie de mecanismos que involucra una gama de elementos duros y blandos, tales como tecnologías incorporadas en el capital de bienes y la producción, la formación y la movilidad de los recursos humanos, entre otros (UNCTAD, 2012, p. 8).

4.3.1. Inversión extranjera directa (IED)

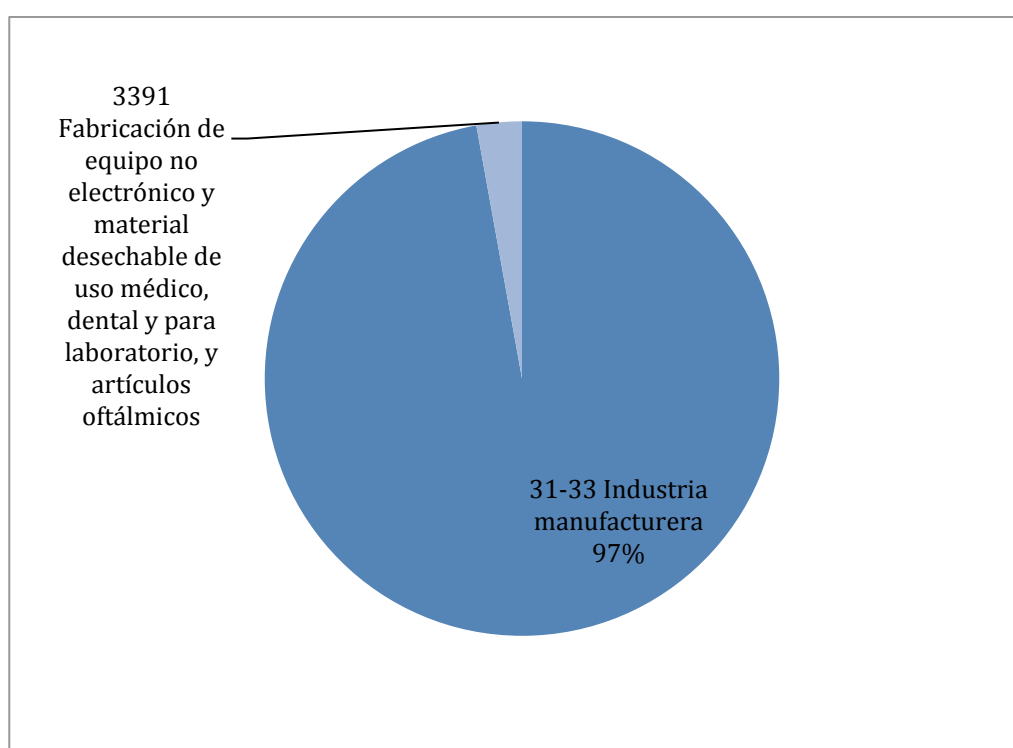
El potencial de la IED vinculada a la transferencia de tecnología en los países en desarrollo y en los países emergentes es ampliamente reconocida en la literatura (Nestor, 2013; Hall y Helmers, 2010; Glass y Saggi, 2002; Marton, 1986; Howard, 1977; Kojima, 1975; Teece, 1976, UNTACD, 2011 y UNIDO, 2008). Así, la inversión extranjera directa (IED) es considerada un canal para la transferencia de tecnología hacia los países en vía de desarrollo, pues una proporción predominante de la entrada de tecnología extranjera ocurre por inversiones extranjeras directas de las empresas multinacionales a sus filiales (Marton, 1986). Las redes globales de producción han hecho que la tecnología tenga una mayor movilidad a nivel internacional al deslocalizar los conocimientos técnicos de las empresas, especialmente a través de las inversiones de las multinacionales en el establecimiento de empresas subsidiarias en el extranjero (OMC, 2013). El principal rol de la IED está en trasplantar la tecnología de la producción a las empresas filiales, a través de la capacitación para el trabajo, la administración y la comercialización.

Respecto a las tendencias de la IED en la entidad, según datos de la Secretaría de Economía, de 1999 a 2014, la inversión extranjera directa (IED) en Baja California fue de 14, 375.4 millones de dólares, de los cuales la industria manufacturera captó 10,647.9 millones de dólares, lo que representa 74% del total. De esta cantidad, el sector de dispositivos médicos²⁴ registró una inversión total de 230.7 millones de dólares, esto es, sólo 2.16%.

²⁴ Bajo la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, el sector aparece con la clave 3391-Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos, la cual se divide: 339111 Fabricación de equipo no electrónico para uso médico, dental y para laboratorio; 339112 Fabricación de material desechable de uso médico, y 339113

Durante este mismo periodo, el subsector que más inversión captó fue el de fabricación de equipo no electrónico para uso médico, dental y para laboratorio, con 84.2 millones de dólares; le siguieron fabricación de material desechable de uso médico, con 73.5 millones de dólares y la fabricación de artículos oftálmicos, con 73 millones de dólares (Secretaría de Economía, 2014, s/n).

Gráfica 4.8. Comparativo de la IED entre la industria manufacturera y la industria de manufactura de equipo y dispositivos médicos en Baja California, de 1999-2014



Fuente: Elaboración propia a partir de los Reportes estadísticos en materia de IED 1999-2014, Secretaría de Economía. Disponible en: <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/competitividad-normatividad/inversion-extranjera-directa/estadistica-oficial-de-ied-en-mexico>.

Al comparar la IED nacional en el sector manufacturero de equipo y dispositivos, Baja California ha tenido un papel relevante en la captación de la inversión extranjera, aunque su participación ha ido declinando a partir de 2009. Esta disminución en parte se explica por la

Fabricación de artículos oftálmicos (INEGI 2013, p. 242).

crisis económica mundial que inició en agosto de 2007. Mientras que en 1999 el sector en Baja California captó 59.1%, en 2014 disminuyó, quedando en 24.5%. Estas tendencias de picos altos en la IED coinciden con la instalación de nuevas plantas en la región.

Tabla 4.9. Comparativo nacional y estatal de la IED en el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos

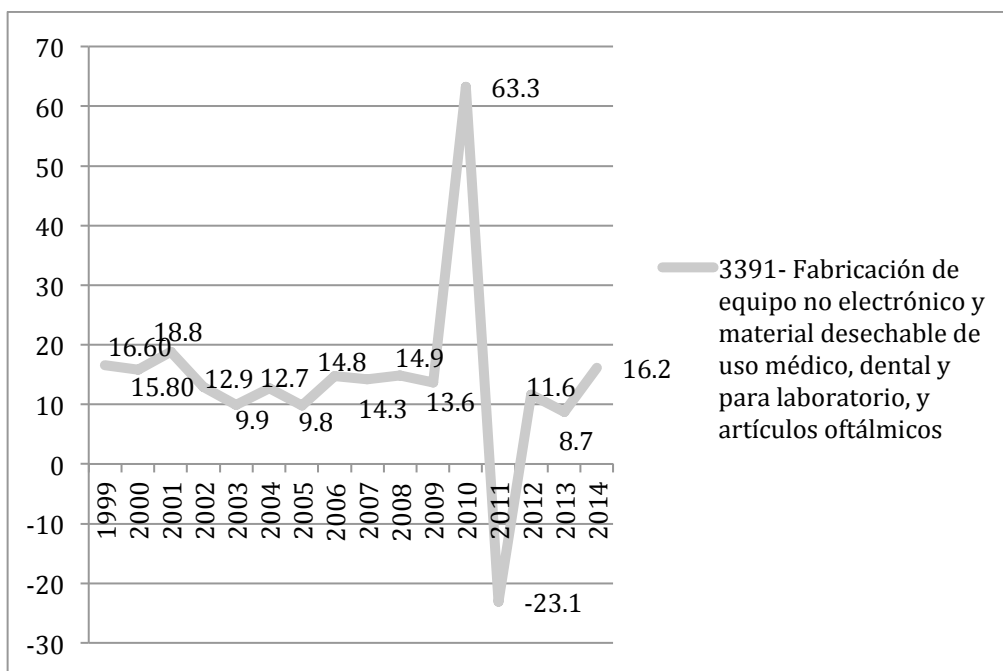
	Inversión extranjera directa en BC, SCIAN 3391 (millones de dólares)	Inversión extranjera directa en el sector de manufactura de BC (millones de dólares)	Porcentaje de IED respecto al sector manufacturero de BC, SCIAN 31-33	Inversión extranjera directa total nacional SCIAN 3391 (millones de dólares)	Porcentaje de IED en BC respecto a la nacional, SCIAN 3391
1999	16.6	865	1.92	28.1	59.1
2004	12.7	851.5	1.49	17.1	74.3
2009	13.60	378.10	3.60	57.10	23.8
2014	16.2	417.8	3.88	63.7	25.4

Fuente: Elaboración propia a partir de los Reportes estadísticos en materia de IED 1999-2014, Secretaría de Economía. Disponible en: <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/competitividad-normatividad/inversion-extranjera-directa/estadistica-oficial-de-ied-en-mexico>.

En términos generales, la tendencia en el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos no es ajena a las tendencias estatales: el peso de la IED de origen estadounidense en la región fronteriza y su dominio en el sector industrial por medio de su participación en las señaladas redes globales de producción.²⁵

²⁵ Al respecto, Barajas Escamilla y Aguilar (2013, p. 52) resaltan que la mitad de la IED en México proviene del capital estadounidense, y que de ello una cuarta parte se concentra en los estados fronterizos del norte de México. De 2000 a 2011, los estados fronterizos recibieron por este concepto la cantidad de 53,134 millones de dólares, es decir, el equivalente a 24.3 por ciento del total de la IED proveniente de Estados Unidos. Una parte sustancial de esta inversión se realiza en el sector industrial.

Gráfica 4.9. Comportamiento de la IED en el sector de dispositivos médicos en BC, 1999-2014 (millones de dólares)



Fuente: Elaboración propia a partir de los Reportes estadísticos en materia de IED 1999-2014, Secretaría de Economía. Disponible en: <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/competitividad-normatividad/inversion-extranjera-directa/estadistica-oficial-de-ied-en-mexico>.

De manera particular, durante 2011-2014, la IED en el sector ha estado relacionada con anuncios de nuevos proyectos de instalación en Baja California o bien con la realización de inversiones para ampliar instalaciones y operaciones actuales, adquisición de tecnología, con la consecuente generación de empleo en la entidad. De acuerdo con Ilse Esparza, desde 2007 se observa una mayor presencia de proyectos de expansión relacionados con las actividades y capacidades productivas de las empresas, incluso algunas de ellas relacionadas con actividades de mayor valor agregado, como el centro global financiero de Welch Allyn y la unidad de investigación de Össur.

Tabla 4.10. Principales proyectos de IED para expansión de instalaciones y operaciones en el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos en BC

	Transferencia de nuevos procesos a la planta	Introducción de nuevos productos y/o líneas de producción	Adquisición de maquinaria y equipo	Nuevos empleos	Monto de la inversión	Metas
CareFusion planta Tijuana y Mexicali (finalizó en 2014)	X	- Línea de productos Max Plus (una válvula que impide que la sangre regrese al catéter) - Moldeo de inyección de plástico y extrusión	Máquinas de moldeo de inyección de plástico y silicón, máquinas extrusoras y máquinas blow molding	600 empleos con alta especialización en moldeo y otras ingenierías. 100 empleos con alto contenido tecnológico	20 millones de dólares (6 millones de dólares en instalaciones y 14 en equipo)	Forma parte de proyecto "Cronos". 1.5 millones de componentes diariamente. Entrar a los mercados emergentes de China y Brasil.
CareFusion (2015-2018)	X		Esterilización post-producción			
DJ Orthopedics		4 nuevos productos (un soporte para rodilla y uno para brazos XROM; una hielera para terapia Ice-Clear; y un soporte OA Nano, el cual se fabrica con material aeroespacial de última tecnología)		150		90,000 unidades diarias de artículos para la ortopedia y rehabilitación (rodilleras, botas, coderas, collarines, muñequeras)
Carls Zeiss		Nuevas operaciones de otras plantas de EE.UU. y Europa	X		4 millones de euros	150,000 piezas fabricadas en promedio diarias y 38 millones de unidades anuales (para sencillas visiones, multifocales y progresivos) y 2 millones de ensamblajes de armazones al año
Greatbatch (2013-2016)		Línea de producción de productos cardiovascular y de productos ortopédico (escariador acetabular), y próximamente de médico portátil (baterías) ya contaba con del de cardio estimulación.	X		35 millones de dólares	4 millones de unidades al año de componentes en marcapasos y catéteres (p.e. capacitores de cerámica y conectores)

Medtronic	Expansión de instalaciones	Transfiere operaciones de su planta de Asia	X		5 millones de dólares	Fabrica válvulas complejas como Core valve y solamente hay dos fábricas en el mundo que lo hacen y Medtronic lo hace en Tijuana.
Fisher & Paykel Healthcare				200	4 millones de dólares	Abren tercer cuarto de manufactura de ambiente controlado.
Flextronics (2015)	Nueva planta de manufactura, nuevos procesos, cuatro cuartos limpios y Centro de Excelencia				20 millones de dólares	Nuevos procesos, cuatro cuartos limpios y espacios para futuro crecimiento, en donde se fabricará equipo para el tratamiento de condiciones médicas diversas, que van desde enfermedades cardiovasculares y diabetes, hasta problemas de audición, trastornos neurológicos o enfermedades de la piel.
Welch Allyn	Instalación de Centro global de servicios Financieros y expansión de su planta				24.2 millones de dólares	Forma parte del plan global de restructuración de la empresa
Össur	Una unidad de investigación tecnológica y desarrollo	Productos de 30 líneas de productos: productos de la columna vertebral a partir de dos sitios en el noreste de Estados Unidos; soportes para las rodillas de CA; tirantes de rodilla totalmente personalizado de Canadá.			7.5 millones de dólares)	Esta unidad apoyará al Departamento de I+D en EE. UU. Su objetivo es ayudar a reducir el tiempo requerido para introducir nuevos productos al mercado.

Fuente: Notas diversas del boletín *Industrial News*, Núms. 1-18, de 2014 a 2015. * Periódico industrial Siglo XXI, 4-17 de agosto, 2014, pp.4-5; Secretaría de Economía, 2013, p. 16.

4.3.2. Adquisición de tecnología incorporada

Si bien en términos estrictos los bienes de capital en sí mismos no constituyen un mecanismo de transferencia de tecnología, ya que la adquisición de la tecnología incorporada en maquinaria y equipos no abarca relaciones complejas y duraderas que involucren directamente a los creadores de la tecnología, un proceso de aprendizaje y la organización del trabajo (*know how*), la introducción de una nueva tecnología representa una posibilidad para la empresa de elaborar nuevas relaciones técnicas, de adquirir nuevas competencias, de manejar nuevos conceptos, en pocas palabras, de extender sus capacidades tecnológicas (Villavicencio y Arvanitis, 1994, p. 275). La compra de tecnología incorporada (adquisición de un activo fijo) permite captar la intensidad tecnológica del sector y la existencia de esfuerzos de la empresa para integrar, manejar, desarrollar y dominar la tecnología adquirida. En este sentido, la adquisición de tecnología incorporada, especialmente por medio de un paquete tecnológico, resulta relevante cuando se da un proceso que sigue la empresa para seleccionar la maquinaria adecuada, así como las relaciones que establece con sus proveedores para capacitar a los usuarios de la maquinaria (Martínez, García y Santos, 2013, p. 191).

Así, la adquisición de tecnología implica la capacidad para adquirir tecnologías (desde compra de bienes de capital, compra de patentes, capacitación, experiencia técnica, entre otras) y para absorberlas y adaptarlas a las condiciones locales (Martínez, García y Santos, 2013, p. 191). Generalmente, detrás de la compra de maquinaria y equipo está el imperativo de la empresa aumentar su productividad y niveles de calidad. De manera particular, Kato Vidal (2007, p. 162) establece, mediante un modelo econométrico, que la inversión en modelos recientes de maquinaria y equipo tiende a incrementar a productividad, debido a la superioridad tecnológica en relación con modelos previos.

En el caso de Baja California, durante el periodo de 1999 a 2009, la compra de maquinaria y equipo de producción en el sector de equipo y dispositivos médicos ha sido moderado en comparación con el total de compras de activos fijos del sector. En promedio, durante este periodo, las empresas de Baja California invirtieron 23.5% de su capital en este rubro.

Como dato adicional, la industria de Chihuahua invirtió, en este mismo periodo, en promedio 35.2% de su capital en este rubro.

En comparación con la industria nacional, Baja California adquirió en promedio 7.5% de la maquinaria y equipo comprada nacionalmente por la industria. En promedio, la industria nacional destina 47% de sus compras de activos fijos a la adquisición de maquinaria y equipo de producción. Esto es, la industria nacional de equipo y dispositivos médicos en promedio gasta casi el doble en este rubro que la industria de Baja California.

Tabla 4.11. Compra de maquinaria y equipo de producción de BC, SCIAN 3391

	Compra de maquinaria y equipo de producción BC, SCIAN 3391 (miles de pesos)	Total de compras de activos fijos ²⁶ en BC, SCIAN 3391 (miles de pesos)	Porcentaje de compra de maquinaria y equipo de producción en comparación con total de compras de activos fijos BC, SCIAN 3391	Compra de maquinaria y equipo de producción total nacional, SCIAN 3391 (miles de pesos)	Porcentaje de compra de maquinaria y equipo de producción en BC en comparación con las compras nacionales, SCIAN 3391
1999	2,177	24,241	9.0	148,638	1.5
2004	16,81	45,955	36.6	120,931	13.9
2009	54,013	215,084	25.1	751,148	7.2

Fuente: INEGI. Censos Económicos 199,2004, 2009, 2014, <http://bit.ly/1b0C9qd>.

De manera particular, según las entrevistas con personal de varias empresas del sector en Baja California, la adquisición de maquinaria y equipo relacionada con el proceso productivo está más vinculada a proyectos de transferencia de una línea de producción o de implementación o de mejora en un producto de la empresa, donde sus especificaciones forman parte del proyecto con todas sus características, necesidades, el costo de la inversión, el retorno de inversión, entre otros aspectos. En estudios de las capacidades innovadoras de una empresa la adquisición de maquinaria puede estar asociada a la explotación de economías de escala ya sea por la ampliación de la capacidad técnica de las plantas, la eficiencia en la utilización de la maquinaria y equipos o por la reducción de

²⁶ Para INEGI (2003, p. 14), el total de compras de activos fijos es el valor de los activos fijos comprados por las unidades económicas durante el año censal, hayan sido nacionales o importados, nuevos o usados, menos el valor de las ventas de activos fijos realizadas durante el mismo periodo. Consultar INEGI (2013). Bases metodológicas de los Censos Económicos, México.

costos (Estrada y Heijs, 2003, p. 16).

En este sentido, una filial extranjera puede adquirir su tecnología patentada, ya sea por su propio esfuerzo local o mediante transferencias desde su matriz (o de otros afiliados). La matriz, por lo tanto, optimiza su inversión global en conocimiento productivo mediante la búsqueda de la mejor combinación de estos métodos (Hirschey y Caves, 1981, p. 127).

En empresas como Greatbatch y Flextronics, la adquisición de tecnología se da en función de los criterios de costos y los alcances del paquete tecnológico (instalación, asesoría, mantenimiento), pudiendo ser una decisión de la matriz o de la gerencia de la planta. De acuerdo con Flextronics, cuando la inversión es alta la decisión depende de la matriz, pero cuando se trata de inversiones menores la decisión la hace la gerencia junto con el área correspondiente, generalmente el área de ingeniería. Por ejemplo, en Greatbatch, si se requiere un microscopio en alguna de las áreas, entonces se adquiere en la Ciudad de México, pero el equipo de ingenieros del área de mantenimiento de la propia empresa adapta y calibra el aparato (Entrevista a Mónica Jaque, realizada el 8 de octubre de 2015).

Para Goldberg, Branstetter, Goddardny Kuriakose (2008, p.36), la adquisición de tecnología dependerá del nivel de capital humano dentro de la empresa para elegir las tecnologías adecuadas y de las características institucionales del mercado de origen que recompensa o penaliza la inversión en la modernización tecnológica. En el caso de México, mediante el programa de IMMEX,²⁷ se proporcionan incentivos para importar los bienes necesarios para ser utilizados en un proceso industrial o de servicio destinado a la elaboración, transformación o reparación de mercancías de procedencia extranjera, incluyendo la maquinaria, equipo, herramientas, instrumentos, moldes y refacciones destinadas al proceso productivo. El decreto IMMEX tiene el objetivo de contar con un régimen de importación temporal para que los productos siendo, intermedios o finales, puedan ser reexportados una vez finalizado el proceso o la prestación de servicios de exportación. Las empresas manufactureras y maquiladoras pueden importar sin cubrir el pago del impuesto general de importación, el impuesto al valor agregado (IVA) y,

²⁷ Consular Secretaría de Economía. IMMEX. Disponible: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/industria-y-comercio/instrumentos-de-comercio-exterior/immex>

dependiendo del caso, cuotas compensatorias (Rodríguez Solares, 2012, p. 40).

El Decreto para el Fomento de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (Decreto IMMEX), publicado el 1 de noviembre de 2006, permite “importar temporalmente los bienes necesarios para ser utilizados en un proceso industrial o de servicio destinado a la elaboración, transformación o reparación de mercancías de procedencia extranjera importadas temporalmente para su exportación o a la prestación de servicios de exportación, sin cubrir el pago del impuesto general de importación, del impuesto al valor agregado y, en su caso, de las cuotas compensatorias”. Bajo este programa, se incluye la maquinaria, equipo, herramientas, instrumentos, moldes y refacciones destinadas al proceso productivo; equipos y aparatos para el control de la contaminación; para la investigación o capacitación, de seguridad industrial, de telecomunicación y cómputo, de laboratorio, de medición, de prueba de productos y control de calidad; así como aquéllos que intervengan en el manejo de materiales relacionados directamente con los bienes de exportación y otros vinculados con el proceso productivo; equipo para el desarrollo administrativo.

De acuerdo con Ilse Esparza y Mónica Jaque (entrevistas realizadas el 5 y 8 de octubre de 2015, respectivamente), las empresas pueden acceder al mercado de maquinaria y equipo por dos medios: importación, por medio del programa IMMEX, o bien por la compra con distribuidores nacionales. Básicamente, la maquinaria para el proceso productivo es de origen estadounidense o alemán. La decisión entre uno y otro depende del costo, las condiciones del paquete tecnológico (asesorías técnicas) y tiempo de entrega. En ocasiones, adquirir la tecnología vía la importación resulta más lento.

Generalmente, en el caso de la instalación de una máquina nueva es el proveedor el que visita la planta, explica su funcionamiento, certifica a personal y ese personal se encarga a su vez de compartir el conocimiento con el resto del área. La compra de tecnología va ligada a los servicios de asistencia. Regularmente en algún punto en el tiempo el departamento de capacitación se involucra porque tiene que protocolizar esos

entrenamientos en el sistema de calidad (Entrevista a Mónica Jaque, realizada el 8 de octubre de 2015).

Sin duda, la tecnología importada, nuevos equipos y técnicas puede complementarse con esfuerzos intensivos para acumular localmente las capacidades para mejorar la tecnología adquirida, la generación de nuevos componentes, la adaptación de la misma.

4.3.3. Capacitación laboral (training)

La educación y la capacitación son reconocidas como importantes elementos de la capacidad de innovar de una región o un país (Lundvall y otros, 2002). A nivel de la empresa, la actividad de capacitación debe entenderse como iniciativas de transmisión de conocimientos abstractos de quien posee conocimientos especializados (*know how*) a aquel que, por no haber desarrollado determinada rutina específica, no los posee (Ul Haque, 1997; Solleiro Rebolledo y Castañón Ibarra, 2012). La existencia de programas de capacitación describe los esfuerzos que hacen las empresas para asimilar la tecnología y acumular conocimiento y habilidades (Domínguez y Brown, 2004).

En este contexto, la capacitación es una herramienta invaluable para la acumulación tecnológica de la empresa. Tanto la utilización de tecnologías avanzadas como la incorporación de nuevos procesos, líneas de producción o de producto, producen cambios en la composición de la fuerza de trabajo, al requerir más trabajadores calificados, técnicos e ingenieros (Contreras, 2000). La expansión constante de la industria de equipo y dispositivos médicos en Baja California ha requerido contratar más directivos y administradores.

De acuerdo con Orlando Zamarripa, de Flextronics, Mónica Jaque, de Greatbatch, y Andrea Torres, de Nypro, a Jabil Company, el sistema de calidad es la razón de la capacitación del personal y sus protocolos, es una de las actividades más fuertes o a la que más tiempo dedica la empresa. Por las diferentes certificaciones que tienen las compañías, están obligadas a cumplir con las diferentes normatividades, inclusive las regulaciones de la

Federal Drug Administration (FDA). De alguna forma, en los sistemas de calidad de las empresas, la capacitación es una constante, en especial se busca asegurar que el conocimiento que tienen los trabajadores para manejar el producto sea el correcto. Para ello, existen los protocolos y de manera permanente los procesos se están auditando. Si se detecta que algo no está de acuerdo con los protocolos, se procede a recapacitar o reentrenar a los asociados para que adquieran el conocimiento adecuado.

Así, la capacitación del personal tanto operativo como de directivos es permanente. Los programas de capacitación no sólo están centrados en el manejo de los procesos propiamente técnicos, incluyen desde desarrollo gerencial hasta el idioma inglés. Al interior de las empresas del sector, las capacitaciones más recurrentes son de índole administrativa, técnica, ingeniería industrial, calidad e informática. Particularmente, la familiaridad con las normas regulatorias de la FDA fue una de las más citadas por los entrevistados. Así, las capacitaciones más frecuentes son: en administración, administración de calidad, administración de proyectos, desarrollo gerencial, finanzas, recursos humanos, logística; nivel técnico: Técnica Autocad, automatización; en calidad: control de calidad, Certificación en calidad (CQE), regulaciones FDA, Seis Sigma, seguridad industrial, seguridad patrimonial; en ingeniería: manufactura esbelta (Lean Manufacturing), elaboración de proyectos; en informática: Rup, Tms, Java, Lean, Icampam, Tpm, programación (Vargas Leyva, 2006, p. 87).

El proceso de capacitación es diferente para cada área. En el caso de la capacitación cuando se inicia un nuevo proceso o se trasfiere una línea de producción, el grupo a cargo del proyecto de crecimiento, incluyendo operarios, viaja y se capacita en donde físicamente se está trabajando el proceso en alguna otra planta de la matriz. Una vez que regresa el grupo, se inicia la capacitación a cargo del departamento de entrenamiento (encargado de las capacitaciones). De manera formal, se empiezan a certificar a los primeros trabajadores que tomaron capacitación en el exterior y esos trabajadores a su vez son los que empiezan propagar el conocimiento. Regularmente la capacitación inicia con el jefe inmediato, un operario o un asociado capacitado para tal, certificado, pero bajo el control y supervisión del departamento de capacitación. Así, una parte de la capacitación incluye llevar a los

trabajadores de la línea de montaje y jefe de taller a las plantas establecidas en a la sede o planta en el extranjero, por lo que los trabajadores de primera línea puedan recibir asesoramiento directo e instrucción de sus pares en la empresa matriz. Para Kim (1990, p.259), un buen ejemplo del rol de las multinacionales como principales responsables de las transferencia internacional de tecnología se refleja cuando el personal de diferentes países van a un lugar a aprender de las nuevas tecnologías y procesos técnicos y regresan a sus plantas y comparten y aplican el conocimiento adquirido localmente.

También desempeñan un papel importante los manuales de formación y procedimientos de entrenamiento utilizados en contextos como éste, a menudo son considerados activos estratégicos de una empresa. El sistema de calidad de la empresa exige que todos los registros de capacitación estén documentados, así que existe todo un protocolo y un procedimiento de cómo se debe hacer esa capacitación dependiendo de los escenarios. El entrenamiento está involucrado para repartir o verificar el conocimiento que se está compartiendo (Entrevista a Mónica Jaque, realizada el 8 de octubre de 2015)

La capacitación en áreas operativas es constante y, generalmente, hay un equipo de capacitación y de entrenamiento interno robusto, aunque el principal agente de la capacitación es el propio personal operativo de las empresas. Bajo la figura trabajador-socio, el cual fue previamente certificado como tal, es el se encargado de brindar el acompañamiento técnico-laboral de los trabajadores de recién ingreso. Se trata de ensambladores, que físicamente están en el área de manufactura. No obstante, el área de capacitación y los entrenadores son los que se encargan de estas capacitaciones internas, los encargados de las diferentes áreas o los *owners* (dueños) de los procesos o procedimientos. Otra forma de entrenamiento es la rotación del personal en los diferentes puestos. Los empleados constantemente están recibiendo entrenamiento cruzado para familiarizarse con los diferentes productos o las diferentes áreas. Además, los empleados operativos al recibir certificaciones por su entrenamiento, obtienen otro tipo de beneficios económicos. También se promueve y apoya la educación formal, mediante apoyos para concluir algún grado escolar o diplomado. De manera particular, todo el departamento gerencial y los departamentos de ingeniería están en constante contacto con los programas

de capacitación. Por ejemplo, Greatbatch Medical, S. de R.L. de C.V., además cuenta con un área que se llama Excelencia Operacional que precisamente se dedica a esto a la mejora interna y continua de los procesos; y está dentro del área de ingeniería.

En tanto, la regularidad de los programas de capacitación es variada. Debido a que hay diferentes tipos de entrenamientos, la recurrencia varía de uno a otro. Por ejemplo, la capacitación sobre seguridad industrial o seguridad patrimonial se da por lo menos una vez al año. Como parte de la normatividad de las certificaciones, se tiene que cubrir con ciertas capacitaciones anuales o mensuales dependiendo del área al que esté enfocada o el puesto de trabajo. Tanto Orlando Zamarripa, de Flextronics, Mónica Jaque, de Greatbatch, y Andrea Torres, de Nypro, a Jabil Company, coinciden en señalar que la capacitación es un tema recurrente y vital en todas las áreas de las empresas.

En términos generales, se puede decir que la capacitación es una práctica ampliamente arraigada entre las empresas del sector. Buena parte de las empresas entrevistadas dedican tiempo y recursos a la capacitación para asimilar las nuevas tecnologías, nuevos procesos o introducción de nuevos productos, así como acumular conocimientos y habilidades en los diferentes procesos. La capacitación posibilita a los trabajadores e ingenieros locales una comprensión suficiente de la tecnología como para poder resolver las dificultades que puedan presentarse en materia de producción y mantenimiento. De alguna forma, la capacitación representa los esfuerzos de las matrices extranjeras para llevar a las firmas adquiridas a la frontera tecnológica.

De acuerdo con Orlando Zamarripa, de Flextronics, Mónica Jaque, de Greatbatch, y Andrea Torres, de Nypro, a Jabil Company, las empresas ofrecen un alto volumen de capacitación. Esta característica es vista como una fortaleza del sector. Si bien las empresas transnacionales racionalizan la producción sobre bases regionales o globales, donde los costos salariales son un factor clave en todas las decisiones de inversión, en algunos productos la estrategia involucra mayor énfasis en aspectos como la calidad de la fuerza de trabajo y las capacidades organizacionales (Contreras y Munguia, 2007, p.83). Para el caso de Baja California, la calidad y especialización de la mano de obra resulta relevante para

entender las nuevas inversiones para la instalación de empresas y proyectos de expansión de las plantas.

4.3.4. Movilidad laboral

El papel de la movilidad laboral como canal de transferencia de tecnología de las empresas no ha recibido la atención adecuada. Autores como Glass y Saggi (2002), y Domínguez y Brown (2004) coinciden en señalar la falta de investigación enfocada a analizar el impacto que tiene la movilidad laboral en la industria y sus especificidades. Este canal difiere de otros porque la tecnología se mueve por las empresas a través del movimiento físico de los trabajadores que han estado expuestos a la tecnología (Glass y Saggi, 2002, p. 496).

En el caso de Baja California, los principales problemas detectados para el mercado laboral siguen relacionados con aspectos como la rotación, el absentismo laboral y la falta de trabajadores calificados. Por lo tanto todavía no se ha consolidado la calidad del recurso humano como una de las externalidades de la localización cercana de industrias. El único caso en que parece existir esa reserva de trabajo es para el sector eléctrico-electrónico (Martínez Pellégrini, 2009). De hecho, Aragon *et al.* (2009, p. 42) señalan que fue el sector de mayor éxito en Baja California, la industria electrónica, la que proporcionó al sector de dispositivos una infraestructura de mano de obra calificada en Tijuana.

La competencia por los trabajadores afecta a todo el sector manufacturero del estado de Baja California. Las fábricas gastan mucho dinero en el entrenamiento pero después de un par de semanas los trabajadores se mueven a otra fábrica. En sus inicios, Aragon *et al.* (2009), Nellcor tuvo que buscar para los trabajadores del sur estado de Chiapas y les ofrecía todos los gastos de viaje y alojamiento en Tijuana (Aragon *et al.*, 2009, p.44). Por su parte, los trabajadores de Block Medical reciben tres veces el salario mínimo legal en México.

Respecto al empleo en general en Baja California, existen niveles de rotación laboral significativos de entre 20 y 30% de los empleados anualmente. Al respecto, Carrillo (2000, p. 8) señalaba que el promedio de antigüedad de los trabajadores directos en las plantas es

de dos a tres años.

Aunque todos los sectores presentan situaciones similares, para plásticos y autopartes esta situación resulta problemática, lo cual es explicable por el hecho de que en estos sectores los trabajadores son formados en la propia empresa en actividades especializadas (Martínez Pellégrini, 2009). En tanto, el promedio general del sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos es de tres años, según las empresas entrevistadas.

A la luz de lo anterior, resulta oportuno lo expresado por expuesto por Glass y Saggi (2002, pp. 498–499), quien señala que si los trabajadores son costosos para entrenar, entonces la empresa tendría un incentivo adicional para pagar bonos salariales para mantener a sus trabajadores y evitar que dejen la empresa, incluso si no hubiera competencias de firmas. La existencia de sueldos premium o bono explicarían los altos costos de capacitación (Glass y Saggi, 2002,). Por ejemplo, algunas empresas anuncian prestaciones atractivas en la contratación y permanencia. Algunas plantas ofrecen bonos de permanencia de 3 a 4 mil pesos y otras prestaciones.





Fuente: Tomadas por el autor.

4.3.5. Pagos de regalías

En un típico año, la transacción entre las firmas matrices y subsidiarias en cuotas de regalías y licencias representan más del 80 por ciento de las transacciones tecnológicas internacionales. Además el pago de regalías que reciben las matrices es uno de los indicadores más relevantes de la TT internacional (Glass y Saggi, 2002, p. 496). Bajo esta modalidad se transfieren los derechos de explotación de una tecnología, manteniendo la propiedad de la misma, a cambio de un precio (pagos fijos iniciales y pagos variables, regalías). La concesión de licencias de patentes está más relacionado con el desarrollo de capacidades tecnológicas que cualquier otro mecanismo de TT porque implica que existe el conocimiento y capacidad del capital humano y técnico para apropiarse y adaptar de ese conocimiento a la realidad de la empresa y explotarlo (Goldberg *et al.*, 2008).

Sobre el mecanismo de contratos de licenciamiento, cuya materialización es el pago de regalías,²⁸ el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos en Baja California no

²⁸ Según el Glosario institucional de términos del INEGI, el pago de regalías son los ingresos, a valor de facturación, que obtuvo la unidad económica por permitir a un tercero la explotación o uso de su método de negocios, como: franquicia, concesión, patente, etcétera. Consultar: http://www.inegi.org.mx/lib/glosario/paginas/contenido.aspx?id_nivel=01020000000000&id_termino=205&g=ce&s=&c=10594&e=

tiene ningún registro o actividad al respecto. Los censos económicos del INEGI sólo registran los pagos a nivel nacional. Esto se puede explicar porque son las empresas matrices las que poseen los derechos de propiedad de las patentes, o bien porque ellas mismas gestionan y adquieren directamente la licencia de algún producto. Por ejemplo, Nypro, una empresa que trabaja bajo la figura de contrato-cliente, indica que son los clientes quienes llegan con las licencias del producto.

Tabla 4.12. Pago por regalías, SCIAN 3391

	Pagos por regalías BC (miles de pesos)	Pagos por regalías nacional (miles de pesos)
1999	0.00	17,800.00
2004	0.00	3,870.00
2009	0.00	148,675.00

Fuente: INEGI. Censos Económicos 199,2004, 2009, 2014, <http://bit.ly/1b0C9qd>.

4.3.6. Asesorías y consultorías

Se refiere a la prestación de asesoramiento técnico y/o servicios especializados fuera de lo contemplado por derechos de propiedad o secreto industrial. Mientras la asistencia técnica alude al asesoramiento, consultoría, ingeniería, estudios, apoyo tecnológicos, entre otros, los servicios especializados incluye pruebas, análisis, certificaciones, así como la formación en áreas clave (González Sabater, 2011, p. 42).

Estos tipos de contratos no tienen un carácter secreto y pueden constituir una prestación de servicios complementaria a la transferencia del *know-how* o de otros bienes, que tiende a facilitar la explotación o uso de la tecnología (ej. formación de personal, asistencia a la explotación durante un periodo determinado de tiempo, transmisión de documentos (Centro de Comercio Mundial, 2005).

La consultoría de empresas puede enfocarse como un servicio profesional o como un método de prestar asesoramiento y ayuda prácticos. Es indudable que se ha transformado en un sector específico de actividad profesional y debe tratarse como tal. Simultáneamente, es también un método de coadyuvar con las organizaciones y el personal de dirección en el

mejoramiento de la gestión y las prácticas empresariales, así como del desempeño individual y colectivo.

En Greatbatch, las asesorías y consultorías provienen de diferentes proveedores. Todo depende del tipo de requerimientos, de la necesidad y el área. Por ejemplo, para resolver el problema con una máquina americana, la asesoría proviene del fabricante o el asesor.

En las empresas Flextronics, Greatbatch y Nypro, la procedencia de las asesorías y consultorías es tanto extranjera como nacional. En el caso de los requerimientos técnicos de producto o proceso, los proveedores son principalmente extranjeros. En tanto, cuando se trata de asesorías contables, legales y laborales son proveedores locales.

Cabe señalar que los datos sobre este rubro sólo tiene registros para 2009. En promedio, la industria de Baja California realiza un de 4.5% al pago de servicios profesionales²⁹ respecto al total de sus gastos por consumo de bienes y servicios. Cabe señalar que Chihuahua es el estado que más gastos realiza en este rubro con una participación de 3.2% del gasto que se realiza en el sector a nivel nacional. Esto es, la industria de Chihuahua destina 7.8% del total de sus gastos por consumo de bienes y servicios al pago de servicios profesionales.

Tabla 4.13. Pagos por servicios profesionales de BC, SCIAN 3391

	Pagos por servicios profesionales BC	Total de gastos por consumo de bienes y servicios BC	Porcentaje del pago de servicios profesionales en el total de gastos por consumo de bienes y servicios BC
	(miles de pesos)	(miles de pesos)	
2009	69,734.00	1,555,672.0	4.5

Fuente: INEGI. *Censos Económicos* 199,2004, 2009, 2014, <http://bit.ly/1b0C9qd>.

²⁹ Para INEGI (2003, p. 22), el valor agregado censal bruto es el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo, por la actividad creadora y de transformación del personal ocupado, el capital y la organización (factores de la producción), ejercida sobre los materiales que se consumen en la realización de la actividad económica. Aritméticamente, el VACB resulta de restar a la producción bruta total el consumo intermedio; se le llama bruto, porque no se le ha deducido el consumo de capital fijo. Consultar <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem07/texcom/glosario/cglosario.htm>

4.4. Alcances de la transferencia tecnológica en el sector

Buena parte de los estudios sobre TT miden los alcances o efectos directos de la TT intrafirma en función de medidas de productividad a nivel de empresa (productividad laboral, exportaciones, el volumen de la producción), la presencia de nuevos productos y procesos, productos nuevos de tecnología, mejora de los productos existentes o procesos, el logro de nuevas certificaciones de calidad y la adquisición de los acuerdos de licencia de tecnología de otras empresas (Goldberg, Branstetter, Goddard y Kuriakose, 2008, p. 37 y p. 43; Organización Mundial del Comercio, 2013, p. 153; Albornoz, 1994).

4.4.1. Productividad de las empresas

De acuerdo con Gee (1982, p.4), los cambios tecnológicos tienen varias repercusiones en las empresas, uno de ellos es en la productividad. El cambio tecnológico se ha convertido en un importante factor que contribuye a aumentar la productividad en la empresas, porque permite generalmente el uso más eficiente de la fuerza laboral, el capital y los insumos (recursos naturales), entre otros elementos de la producción.

Algunos resultados sobre este punto, estiman que su contribución al crecimiento de la productividad varía de entre 40-70%. De manera particular, la mejora de métodos de manufactura, material y maquinaria puede incrementar la productividad en 50%; mientras que cerca del 15% de la productividad alcanzada resulta de la formación del capital, mientras que 12% de la productividad proviene de la educación y la capacitación de la fuerza laboral. El autor señala que el cambio tecnológico no significa que sea sinónimo de mejora en la productividad, pero en las últimas décadas ha ido adquiriendo importancia como un factor para explicar la productividad de las empresas.

Respecto al Valor Agregado Censal Bruto de la industria, es importante destacar que Baja California ha ido ganando terreno a nivel nacional, pues desde 2004 a 2009 la entidad genera más de un tercio del valor de la producción: 39.5% y 35.7% , respectivamente.

Tabla 4.14. Valor agregado censal bruto³⁰ de BC del sector, SCIAN 3391

	Valor agregado censal bruto BC (miles de pesos)	Valor agregado censal bruto nacional (miles de pesos)	Porcentaje del valor agregado censal bruto de BC en comparación el nacional	Personal ocupado de BC	Personal ocupado nacional
1999	629,109	2,539,788	24.8	9,554	34,174
2004	2,230,191	7,920,061	28.2	22,170	64,773
2009	7,966,043	20,190,950	39.5	37,461	99,524
2014	6,727,682	18,849,645	35.7	42,226	119,805

Fuente: A partir de INEGI. Censos Económicos 199,2004, 2009, 2014, <http://bit.ly/1b0C9qd>.

En Baja California, en 2014, la productividad³¹ del sector es de 159.3, siendo mayor a la media nacional con 157.3. Llama la atención que en 1999 el promedio nacional (74.3) era superior al estatal (65.8), pero desde 2009 esta tendencia se revirtió: Baja California con 212.6 y la nacional con 202.9. De manera general, sector a nivel nacional y estatal ha registrado una baja en su productividad. De 2004 a 2009, se incrementó casi al doble (ver *tabla 4.15*).

Tabla 4.15. Productividad del sector, SCIAN 3391

	PIB/empleados BC (miles de pesos)	PIB/empleados nacional (miles de pesos)
1999	65.8	74.3
2004	100.6	122.3
2009	212.6	202.9
2014	159.3	157.3

Fuente: A partir de INEGI. Censos Económicos 199,2004, 2009, 2014, <http://bit.ly/1b0C9qd>.

³⁰ Para INEGI (2003, p. 22), el valor agregado censal bruto es el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo, por la actividad creadora y de transformación del personal ocupado, el capital y la organización (factores de la producción), ejercida sobre los materiales que se consumen en la realización de la actividad económica. Aritméticamente, el VACB resulta de restar a la producción bruta total el consumo intermedio; se le llama bruto, porque no se le ha deducido el consumo de capital fijo. Consultar <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem07/texcom/glosario/cglosario.htm>

³¹ Para sacar el PIB de la producción se empleo el valor agregado censal bruto (VACB) y se divide entre el número de trabajadores del sector. De manera que esta variable se aproxima al valor de un PIB del sector. Es una aproximación de la productividad de los factores de producción a nivel más general (Bailey, 2003, p.104).

4.4.2. Procesos de producción del sector

La incorporación de procesos de producción en las empresas da como resultado no sólo el mejoramiento de capacidades de producción, sino el mejoramiento de las capacidades para aprender y adquirir nuevos conocimientos técnicos. En general, las empresas comienzan con procesos de montaje sencillos pero poco a poco y acumular sistemáticamente la capacidad de modificar, diseñar y construir sus propias tecnologías de producto y proceso. (Ul Haque, 1997, p.67).

La industria de dispositivos médicos contempla una serie de procesos necesarios para su confección, entre los cuales destacan el moldeo, el maquinado, la fundición, la manufactura de metales, el ensamblado, el estampado, la inyección de aluminio y los procesos secundarios (Secretaría de Economía, 2013, p.19).

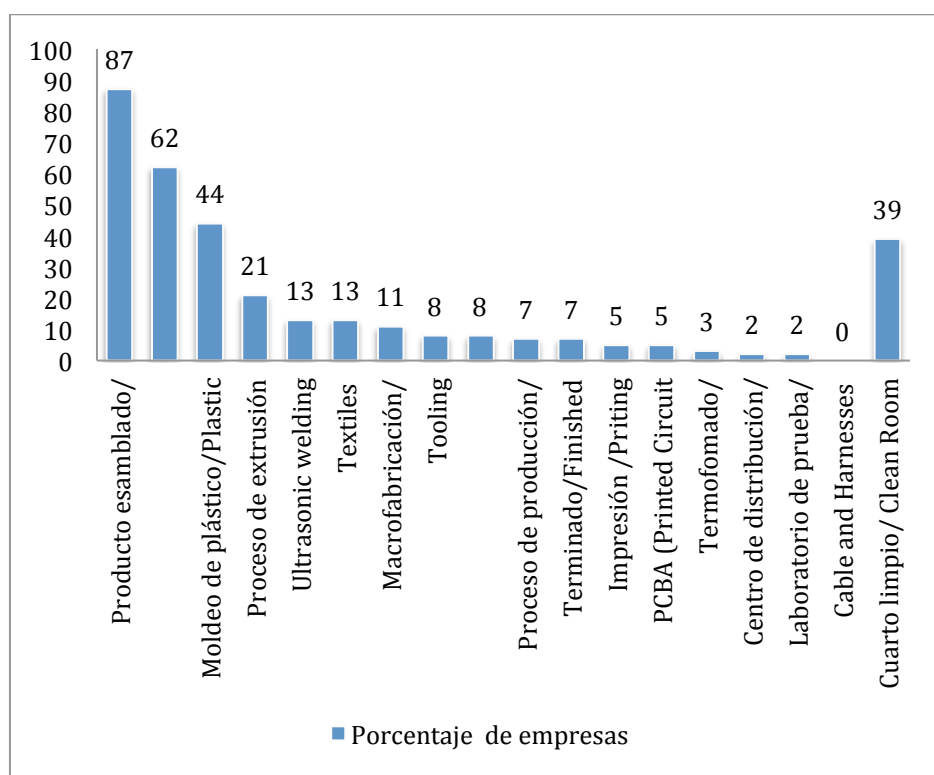
De manera particular, buena parte de las empresas de manufactura de equipo y dispositivos médicos en BC todavía concentran sus actividades en procesos de ensamble (87%); le siguen actividades de logística internacional (62%) y moldeo de plástico 44%. En menor medida, están presentes los procesos de extrusión plástica (21%); Ultrasonic welding (13%); Macrofabricación (11%); Tooling (8%); proceso de prensa o estampado (8%). Además, cerca de 39% (24 empresas) cuentan con cuartos limpios y su respectiva certificación. Debido a que requieren aprobación periódica y de pruebas clínicas para demostrar su eficacia, la industria requiere de técnicas manufactureras particulares, como “cuartos limpios” para garantizar su esterilidad y altos estándares de calidad. Las plantas manufactureras son sujetas a inspección por las autoridades sanitarias nacionales e incluso internacionales.

Debido a la naturaleza maquiladora de las empresas del sector en Baja California, la mayoría de los procesos más complejos se realizan en la sede, desde el diseño, las pruebas de muestra y distribución (Aragon *et al.*, 2009, p.44). En general, en el caso de las operaciones de maquila en México, la descentralización de I+D es incipiente, en cambio, está muy avanzada la transferencia de la ingeniería del proceso y del producto, así como de las principales funciones gerenciales (Contreras y Munguia, 2007, p.83). Por ejemplo, en

los últimos ocho años, en el sector se han incorporado nuevos productos, procesos y equipos en las plantas de Baja California. Por ejemplo, existe la tendencia a que las empresas de la industria que no realizaban el proceso de moldeo lo incorporen a sus operaciones.

De acuerdo con Axis-Centro de Inteligencia Estratégica (2014, p. 30), cada vez más empresas del sector de dispositivos médicos en Baja California impulsan la integración vertical de sus operaciones, la integración regional de su cadena de valor y el complemento de las funciones desarrolladas de manera local. Un ejemplo de ello es la localización del centro global de finanzas de Welch Allyn; las operaciones globales de distribución de DJ Orthopedics; las capacidades crecientes de ingeniería y diseño de Greatbatch o la flexibilidad para la manufactura por contrato de Nypro desde la ciudad de Tijuana. Por su parte, la Sedeco (n.d) indica que los esfuerzos de innovación de las empresas del sector en Baja California están básicamente orientados a la mejora de procesos y métodos de trabajo.

Gráfica 4.10. Principales procesos en las empresas de manufactura del sector en BC



Fuente: Elaboración propia a partir de “High Quality Medical Devices. All made in the Mega Region”. (2014, noviembre), Edición Especial Productos Médicos, *Business Conexión*.

Las actividades más importantes en donde las empresas han experimentado cambios profundos, de acuerdo con los gerentes entrevistados, fueron la investigación y desarrollo de procesos y del producto, realizadas en sus propios establecimientos y además en otras filiales (básicamente se trata, en orden decreciente, de actividades de administración, control de calidad y diseño).

De hecho, de acuerdo con Aragon *et al.* (2009, p. 40), las primeras empresas del sector utilizaban procesos de producción simples y operaban con tecnologías rudimentarias, básicamente se trata del ensamble o empaque. Con el fin de lograr una mayor control de calidad de la producción, la empresa matriz, ubicada a unos cuantos kilómetros de la frontera, realizaba la supervisión directa de la totalidad proceso.

A pesar de la transición del sector de manufactura de Baja California hacia procesos relativamente más complejos, la inversión directa en investigación y desarrollo por parte de las empresas matriz está ausente. Si bien la inversión en I+D en el extranjero por parte de las multinacionales representa una de las transferencias tecnológicas más importantes, la literatura documenta que las multinacionales realizan una menor transferencia de sus capacidades de investigación y desarrollo en el extranjero. En muchos de los casos, las unidades de investigación y desarrollo en el extranjero son establecidas como laboratorios de servicio técnico para ayudar en la transferencia eficiente de tecnología, pero antes el producto o proceso tecnológico ha sido controlado (Reddy y Zhao, 1990, p. 289).

De alguna forma, la tendencia de Baja California no escapa a la tendencia global en la que la I+D es uno de los segmentos menos internacionalizadas de la cadena de valor de las transnacionales; la producción, la comercialización y otras funciones se han trasladado al extranjero mucho más rápidamente. Por ejemplo, una encuesta sobre Perspectivas de inversiones en el mundo de la UNCTAD, confirma que las funciones menos internacionalizadas de la sede son las finanzas y la I+D. Datos de Estados Unidos muestran que sólo 14 por ciento de la I+D llevada a cabo por las empresas Estados Unidos se

llevaron a cabo por sus filiales en el extranjero en 2008, casi sin cambios desde hace una década (13% en 1998) (UNTACD, 2009).

Un ejemplo de la descentralización administrativa y gerencial es Nellcore Purittan Bennet. En sus inicios como maquiladora en Tijuana, la sede corporativa de Nellcore Purittan Bennet S.A. de C.V. realizaba todas las decisiones sobre la producción y los procesos administrativos. Ahora todas las actividades administrativas y el control de la fábrica se hace en Tijuana. Algunos cambios son sugeridos por la sede, pero el diseño y la aplicación del proceso se realizan en Tijuana. Tienen un programa formal de manufactura esbelta para reducir los costos y organizar cursos de formación para los trabajadores con el fin de mejorar la productividad (Aragon *et al.*, 2009, p. 42).

De alguna forma, la apreciación de baja integración del proceso productivo estatal en cierta forma es parcial, ya que no da cuenta clara del escalamiento en actividades de mayor valor. La introducción de nueva maquinaria de producción, enriquecimiento de los contenidos del trabajo, ha derivado en una mayor productividad y competitividad de muchas de sus empresas y de sus empleados, en un proceso de aprendizaje organizacional e individual, y en una creciente transferencia de tecnología (Carrillo, 2000).

A pesar de que se ha demostrado un alto desempeño en los procesos de manufactura, aún falta mucho por desarrollar en cuanto a equipos más avanzados y con un mayor nivel tecnológico (Escandón, 2014).

4.4.2.1. Nuevos procesos

En 2014, CareFusion introduce el moldeo de inyección de plástico y extrusión, así como la esterilización post-producción con ello se generarán 600 empleos con alta especialización en moldeo y otras ingenierías. En tanto, la planta de Welch Allyn en Tijuana, además de fabricar una amplia gama de productos (esfigmomanómetros, termómetros, fundas, medidores y diversas lámparas), tiene varias funciones: Control del calidad, asuntos regulatorios, logística, recursos humanos y contabilidad.

En 2015, Flextronics estrenó nueva planta de manufactura y su Centro de excelencia dedicado a la innovación y manufactura de avanzados dispositivos médicos. Por ejemplo, Medtronics Tijuana es una fábrica de alta tecnología, con la tecnología más avanzada en la sala limpia (dado que estos dispositivos se utilizan en la cirugía, todo tiene que ser muy aséptico). Sin embargo, cuando se requiere una tecnología muy especial el dispositivo se envía a Irlanda donde una maquila lo hace y el dispositivo es enviado de nuevo a Tijuana para completar el proceso (Aragon, 2009, p. 51).

4.4.2.2. Introducción de nuevas líneas de productos

Durante los primeros años y de acuerdo con la demanda de los dispositivos médicos en los EE.UU., Nellcore Purittan Bennet S.A. de C.V., en Tijuana, produjo diferentes productos médicos tales como catéteres y jeringas. Alrededor de 1995 se empezaron a concentrarse en las bombas de presión arterial, así como en la producción de otros productos. Grandes cambios se produjeron en torno a 2002, cuando la demanda de algunos productos médicos especiales comenzaron a aumentar. La cirugía de corazón requiere un bisturí específico y válvulas que ahora se producen en la fábrica de Tijuana. Siguen siendo el principal producto de Nellcor Tijuana: 1) los sensores de oxígeno con una producción anual de 35 millones de unidades. Otros productos importantes son: 2) el urinario desechable pantalón; 3) *kit* de cirugía, que es muy especializado, que puede ser utilizado en corazón, riñón o de otro tipo de la cirugía; y 4) catéteres de urología (Aragon *et al.*, 2009, p.42).

En tanto, MediMéxico, empresa dedicada la fabricación de equipo de hemodiálisis y sus desechables/consumibles, ahora producirá la solución de Dialisato, una solución compuesta de sales y minerales que se usa para reconstituir la sangre en el proceso de la hemodiálisis. Fabrica 30 millones de sets de hemodiálisis anuales y más de 2 mil equipos para el mismo procedimiento³².

Algunos otros anuncios de transferencia de nuevos productos o líneas de producción son: CareFusion, tanto en su planta Tijuana y Mexicali, en 2014 introdujo la línea de productos

³² Proveduría de innovación: MediMéxico”. (2014). *Industrial News*. Núm. 1, abril, Baja California.

Max Plus (una válvula que impide que la sangre regrese al catéter). En 2014, DJ Orthopedics decidió transferir cuatro nuevos productos: un soporte para rodilla y uno para brazos XROM; una hielera para terapia Ice-Clear; y un soporte OA Nano, el cual se fabrica con material aeroespacial de última tecnología. En tanto, Össur transfirió productos de cerca de 30 líneas de producción: productos de la columna vertebral a partir de dos sitios en el noreste de Estados Unidos; soportes para las rodillas de CA; tirantes de rodilla totalmente personalizado de Canadá. En 2015, Carls Zeiss transfirió nuevas operaciones de otras plantas de EE.UU. y Europa, especialmente su laboratorio de prescripciones y su centro de distribución para Europa, Asia y Latinoamérica.

Por su parte, Greatbatch Medical determinó migrar algunas de sus líneas de producción de sus plantas de Minnesota, EE.UU., y Suiza hacia Tijuana. Originalmente, producía para cardioestimulación. En el negocio de vascular, transfirió productos los catéteres para diagnóstico de problemas cardíacos. En la división de ortopédico, migró producto de la planta de Suiza, que consiste en dispositivos que se utilizan en cirugías ortopédicas, una especie de herramienta denominada escariador acetabular, que ayuda a colocar implantes de cadera. Mientras que el negocio médico portátil, que hoy en día se fabrica en Oregón, se transferirá a una segunda planta que se acondicionará en Tijuana ahora también fabrican para el área cardiovascular y ortopédico, y pronto para el negocio médico portátil (baterías). Para la transferencia de líneas de producción, Greatbatch invertirá tanto en equipo y maquinaria, como en la construcción en su planta ya existente, como en una segunda nave industrial.³³

Resalta el caso de la empresa Welch Allyn, la cual estableció el Centro de Servicios Financieros Globales, el cual ya emplea a aproximadamente 30 personas en las áreas de Finanzas para llevar a cabo procesos financieros para todas las localidades de Welch Allyn alrededor del mundo, traducándose en una inversión de más de un millón de dólares. Este equipo es responsables de pagar a nuestros proveedores en todo el mundo, y percibir el

³³ Consultar “Greatbatch Medical apuesta por Baja California” (2014, 6 de julio). *El Economista*. Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/estados/2014/07/06/greatbatch-medical-apuesta-baja-california>.

pago de nuestros clientes en todo el mundo. Además en este Centro de Servicios Financieros Globales, se gestiona información financiera y cuestiones administrativas (Folleto de Welch Allyn).

Otro fenómeno al interior de la industria es que el proceso de producción está fragmentado dentro de la misma región TT, pues alguna otra planta en California concentra los procesos con mayor complejidad tecnológica, mientras que los de menor habilidades y complejidad tecnológicas se desarrollan en la planta de Baja California. Tal es el caso de la empresa Integra Biotechnical, con sede corporativa de Vista, California, que en su planta de Tijuana maneja los servicios de montaje, embalaje y gestión para la esterilización de dispositivos médicos y los fabricantes de productos farmacéuticos, mientras que en su planta de Carlsbad, California, realiza el proceso de moldeo por inyección.³⁴

De acuerdo con Aragon *et al.*, en Baja California se ha producido otro fenómeno importante relacionado con el cliente, por ejemplo, un distribuidor de un producto médico en Estados Unidos o Francia pide a la fábrica de Tijuana desarrollar todo el proceso, desde el diseño hasta el prototipo, y una vez que esto se haya completado, el distribuidor tiene la muestra para probarlo en el mercado y regresarlo de nuevo a Tijuana para los ajustes finales. Este proceso había atraído a profesionales muy especializados de diferentes partes de México. Las nuevas generaciones de jóvenes inmigrantes calificados están llegando a la ciudad, recibiendo salarios más altos que en sus ciudades de origen (Aragon *et al.*, 2009, p. 42).

Debido a la operación de empresa como subsidiarias, la mayoría de las mismas manufactura componentes para las marcas de la misma empresa, lo cual conlleva a que no exista relación directa con el cliente (elementos relevante dentro de la innovación). Algunas otras empresas, como Nypro, sí tienen relación con el cliente pues maquilan a diferentes marcas estadounidenses, otras más realizan manufactura por contrato, desde servicios de ensamble, empaque, logística, etc.

³⁴ Consultar “Integra Biotechnical moves maquiladora”. Disponible en: <http://www.plasticsnews.com/article/20130213/NEWS/130219964/integra-biotechnical-moves-maquiladora>

El sector manufacturero en Tijuana tiene la oportunidad de ir escalando en los procesos de montaje de baja calificación a la fabricación más avanzada. Así, la cuota de inversión es comparativamente baja en investigación original y los recursos invertidos en esta área se han enfocado al proceso de ensamble primario de productos y no a las actividades de I+D, lo cual conduce a una mayor importación de nuevas tecnologías no desarrolladas en el país.

4.4.3. Principales certificaciones en el sector

Diversos trabajos muestran que tanto el uso de Internet y la certificación ISO 9000 están positivamente y significativamente relacionado con los efectos de la TT. Con la certificación ISO existen más probabilidades de haberse llevado a cabo la actualización de un producto o proceso, y también de haber introducido un nuevo producto (Goldberg *et al.*, 2008, p. 45).

Contar con una certificación trae consigo principalmente un valor agregado a todos los niveles de una cadena de producción determinada para lograr la competitividad y diversos beneficios:

- Acceso a los mercados: penetrar nuevos mercados con productos conforme a los requerimientos, dando credibilidad al trámite mediante la garantía de un organismo de certificación independiente de los intereses económicos en juego.
- Desarrollo de mercados: maximizar el potencial de los mercados existentes y acceder a nuevos mercados. Acceso más rápido a los mercados: Acelerar el tiempo de entrada en un determinado mercado.
- Gestión de riesgos. Reducir los riesgos y responsabilidades para garantizar la seguridad y el cumplimiento de las normas, además de contar con los elementos que permitan la toma de decisiones de gestión del riesgo.
- Confianza de los clientes. El reconocimiento de las certificaciones se obtiene la confianza de los consumidores y clientes (Manufactura, 2014).

De manera particular, los equipos y dispositivos médicos están bajo una regulación

específica y muy rigurosa, bajo la responsabilidad de las autoridades sanitarias de cada país (Food and Drug Administration –FDA–, por sus siglas en inglés) y la Comisión Federal para Riesgos Sanitarios (Cofepris), entre otras. En general, requieren aprobación periódica y de pruebas clínicas para demostrar su eficacia. Por otra parte, la industria requiere de técnicas manufactureras particulares, como “cuartos limpios” para garantizar su esterilidad y altos estándares de calidad. Las plantas manufactureras son sujetas a inspección por las autoridades sanitarias nacionales e incluso internacionales. Además, la propiedad intelectual desempeña un papel preponderante en esta industria por lo cual las empresas destinan una proporción de sus ingresos a la investigación y desarrollo (I+D) (Secretaría de Economía, 2011, pp. 13-14).

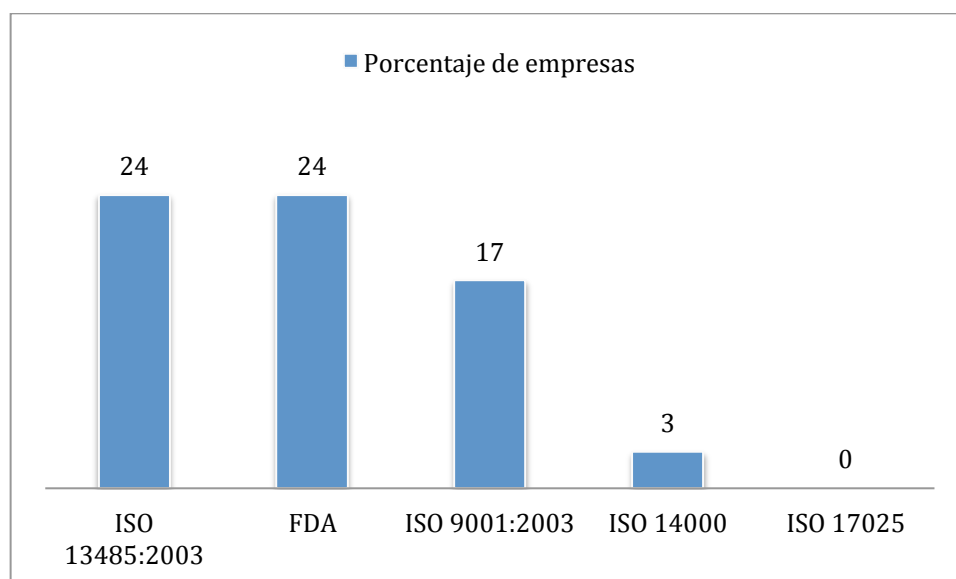
El fabricante de dispositivos médicos debe de cumplir con una serie de requerimientos específicos descritos en la regulación internacional ISO13485:2003, aplicable actualmente para el continente americano, ya que tiene “la responsabilidad de suministrar de forma adecuada dispositivos seguros y eficaces, y ello debido a que el mercado conformado por clientes (pacientes), son vulnerables a cualquier falla por la condición de salud que tienen” (Manufactura, 2014). El estándar facilita la apertura de mercados globales bajo los términos de un lenguaje común, reconocido y armonizado en las diferentes regulaciones o directivas médicas: Comunidad Europea, Canadá, Brasil y Japón.

La normatividad y certificaciones alcanzan a los desarrolladores, fabricantes, distribuidores y proveedores de servicio e instalación de dispositivos médicos, los cuales, según su clasificación de riesgo, pueden ser desde los más críticos, como lo son los dispositivos de implante e invasivos, y estériles como los marcapasos, tornillos, puertos, placas para ortopedia, suturas. Para todos ellos, señala BSI, resulta indispensable el estándar ISO13485:2003, requisito indispensable para acceder al mercado global (Manufactura, 2014).

En general, la certificación está ampliamente arraigada en el sector, debido a que la certificación es requisito indispensable para acceder al mercado global médicos y a que los productos están bajo una regulación específica y muy rigurosa. Así, cerca de 10 empresas

operan con el ISO 17025 y de la FDA; mientras que las demás por lo general cuentan con alguna de ellas. Por ejemplo, los productos oftálmicos operan sólo con la norma ISO 9000.

Gráfica 4.4. Certificación de las empresa de manufactura de equipo y dispositivos médicos de Baja California



Fuente: Elaboración propia a partir de “High Quality Medical Devices. All made in the Mega Region”. (2014, noviembre), Edición Especial Productos Médicos, *Business Conexión*.

4.5. Resultados o externalidades indirectas de la TT

La TT puede facilitar la diversificación de la economía, ampliar la gama de diversificada insumos intermedios a disposición de los productores locales, aumentar el retorno a la inversión en capital físico sofisticado y aumentar el retorno de la inversión en capital humano (Goldberg et al., 2008, p. 38; Benito-Bilbao, Sánchez-Fuente y Otegi-Olaso, 2015; Teece, 1976; Gee, 1981; Saggi, 2004).

4.5.1. Vinculación con los agentes de la cadena de valor: proveedores locales

La transferencia de tecnología propicia la interacción entre empresas nacionales y extranjeras. Las vinculaciones entre los productores de productos primarios y los de

productos más elaborados pueden fomentar la transferencia directa de tecnología de la empresa multinacional al comprador local. Las exigencias de una mayor calidad de los insumos intermedios de los proveedores también pueden traducirse en transferencias de tecnología.

Los efectos indirectos o de arrastre de la transferencia de tecnología son los encadenamientos hacia atrás resultado de la interacción entre empresas con inversión extranjera y proveedores nacionales. Empresas con inversión extranjera pueden proporcionar asistencia tecnológica y capacitación directa en estrecha cooperación con las empresas nacionales con el fin de asegurar el suministro de insumos producidos localmente de la calidad requerida (Nestor, 2013, p. 121; UNIDO, 2008, p.45).

Para Ul Haque (1997, p. 66), los más importantes vínculos externos son, por tanto, capaces de ayudar a las organizaciones al aprendizaje proceso, tales como proveedores, clientes, licenciarios, empresas que producen productos de la competencia (por ingeniería inversa), y las instituciones de apoyo técnico. Los vínculos con los repositorios de conocimientos técnicos (como las universidades) y con los clientes potenciales son, por tanto, de particular importancia.

El aumento de las *inputs* y vínculos locales, de modo que el proceso de montaje de componentes importados o añadiendo valor mínimo a los recursos locales, con el que se inicia normalmente la industrialización, se amplía y contribuye a la creación de proveedores nacionales, subcontratistas y empresas de servicios especializados. El aumento de la participación local permite la difusión de la tecnología industrial y habilidades, ayuda a mantener una mayor proporción del valor agregado, crea nuevas fuentes de competitividad y capta muchas de las externalidades que el desarrollo industrial conlleva (Ul Haque, 1997, p.76). Bell y Pavitt (1995) destacan que los usuarios de materiales o componentes específicos, dotados de habilidades para transformarlos (innovar), podrían inducir activamente a sus proveedores a que se esfuercen por desarrollar esos insumos, si estos últimos estuviesen dotados de un cierto nivel de capacitación tecnológica (Bittancourt y Giglio, 2013, pp.187-188).

La transferencia de tecnología, y por ende, de conocimiento, es visto como algo que ocurre a través de un proceso de aprendizaje dinámico donde las organizaciones interactúan continuamente con los clientes y proveedores a innovar o creativamente imitan (Cummings y Teng, 2003, p. 42).

De manera particular, las cadenas de suministro incorporan varias dimensiones conexas de las relaciones económicas internacionales –inversión, competencia y movimiento de personas físicas– todas las cuales intensifican las transferencias de tecnología. Sin embargo, las cadenas de suministro no aumentan la corriente de conocimientos tecnológicos a escala mundial (Organización Mundial del Comercio, 2013, p. 165).

Bajo el esquema de maquiladora, los componentes y materias primas provenientes de empresas establecidas en México (a los que se denominan “insumos nacionales”) permanecen con un bajo nivel. En casi 35 años de industrialización maquiladora no han logrado rebasar el 2% como promedio nacional. Este hecho, aunado a su gran relación y dependencia hacia las casas-matriz y los clientes en el extranjero, ha llevado a que se argumente que su contribución a la economía mexicana ha sido prácticamente nula en términos del desarrollo industrial nacional, el crecimiento tecnológico y el desarrollo regional (Carrillo, 2000, p. 7). Por su parte, Martínez Pellégrini (2009) señala que las grandes empresas extranjeras del sector manufacturero tiene como insumos locales el empleo y 3% de los otros recursos, que los constituyen mayoritariamente consumibles para la operación de la planta. En particular, las empresas del estado tienden a situarse en el modelo de enclaves o de empresas externas integradas débilmente en la cadena de valor local.

Después de casi 40 años de funcionamiento del programa de maquiladoras, en la actualidad el contenido promedio de insumos nacionales es inferior a 5%, y a pesar de los avances indudables en el traslado a México de operaciones manufactureras de alta tecnología y de algunas actividades de diseño, investigación y desarrollo, no existe aún una estrategia propia para desarrollar una industria competitiva, basada en procesos de alto valor agregado

y conocimiento. Por ejemplo, Nellcor tiene relaciones con unos 800 proveedores, sólo uno es mexicano y es un producto muy bajo valor añadido, la etiqueta en las bolsas (Aragón *et al.*, 2009).

Dos son los problemas más importantes: 1) la adquisición de casi la totalidad de insumos importados, que había tratado de desarrollar proveedores en México, pero la inversión es alta por el riesgo y; 2) la rotación de trabajadores, a pesar de que Tijuana tiene un flujo de inmigrantes, estos trabajadores sólo se quedan unos meses y luego pasan a otra fábrica o emigran a Estados Unidos (Aragon *et al.*, 2009).

Las empresas de la industria médica instaladas en Baja California demandan cerca de 1,500 millones de dólares en materiales directos, componentes y servicios, lo que brinda oportunidades de desarrollo en proveeduría local. El estudio “Perfil requerido para la industria de equipo médico de Baja California”, realizado por la firma de investigación y estrategia, Axis-Centro de Inteligencia Estratégica, señala que los requerimientos de proveeduría más comunes –en términos de gastos anuales– de esta industria son las piezas y componentes de plástico con 61%; las piezas metalmecánicas con 17%, el empaque y textiles con 6% cada uno, así como piezas electrónicas y servicios especiales con 5%, también cada uno (Modern Machine Shop, 2015).

“El sector metalmecánico es un rubro que se distingue de otros rubros porque, por lo general, necesita hacerse con varios procesos, así como tratamientos para las piezas finales. El requerimiento más común es la manufactura de piezas mecanizadas de alta precisión; otros procesos requeridos en la industria de la región son el refinamiento de superficies y el tratamiento térmico”, señala el estudio (Modern Machine Shop, 2015). Añade que la fabricación de moldes para plásticos es también necesaria debido a la alta concentración de empresas que fabrican productos de plástico y componentes. El documento puntualiza que la manufactura de dispositivos médicos exige un alto nivel de especialización, así como la aprobación de normas por parte de la FDA y otros organismos de regulación, por esta razón los fabricantes de estos dispositivos deben establecer programas muy complejos respecto a la selección de proveedores y su aprobación (Modern Machine Shop, 2015).

Debido a los altos niveles de especialización para la fabricación de dispositivos médicos, así como las regulaciones de la FDA, los proveedores deben cumplir con ISO 9001, ISO 13485, tener experiencia como proveedor de la industria y altos estándares de calidad y servicio.³⁵ En tanto, los servicios más demandados por las empresas del clúster son las pruebas de materiales, servicios de calibración para equipos de medición y otros como construcción y mantenimiento de maquinaria. El componente principal de esta categoría son los servicios de esterilización, lo que representa 90% de la demanda total.

A pesar de estos datos, existen algunos casos de encadenamientos productivos. MediMéxico, con cerca de 15 años en el estado, está desarrollando cinco proveedores locales: no metalmecánico, dos de empaque, uno de acabados y uno de MRO. Esta empresa requiere 15 toneladas de resina PVC al mes, que actualmente proviene de Altamira, Tamaulipas, una empresa nacional, Mexichem. Por invitación de MediMéxico, existen planes de inversión para instalar una planta de manufactura de resina de PVC tanto de grado médico como industrial en Tijuana.³⁶

En tanto, Avantti Mediclear llegó, en 2012, a Tijuana como la primera empresa en México en ofrecer el servicio de esterilizado a la industria de productos médicos. Con ello, las empresas médicas y de otros sectores que requieran de este servicio no tendrán que enviar sus productos a Estados Unidos y traerlos de regreso, lo que significará un ahorro considerable en tiempo. La demanda de esterilizado por parte de la industria médica asciende a 26.4 millones de dólares anuales. Según un estudio del centro de investigación Axis, anualmente la industria manda a esterilizar más de 250 mil tarimas de producto, entre catéteres, válvulas, guantes y otros implementos. La inversión en la planta de 35 mil metros cuadrados, ubicada en el Parque Industrial Alamar, asciende a 7 millones de dólares. La esterilización por medio de la tecnología EBeam procede de Canadá.³⁷

³⁵ “Industria médica demanda servicios”.(2012, noviembre, 12). *Activos físicos*. Disponible en: <http://www.activosfisicos.com/2012/11/industria-medica-demanda-servicios/>.

³⁶ “Proveeduría de innovación: MediMéxico”. (2014). *Industrial News*. Núm. 1, abril, Baja California.

³⁷ Consultar “Llega primera esterilizadora médica a Baja California”. (2012, junio,13). *El Economista*. Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/estados/2012/06/13/llega-primera-esterilizadora-medica-baja->

Traer la materia prima desde muy lejos implica costos por su almacenaje y seguridad. Una de las ventajas de tener proveedores locales es reducir los inventarios en monto y espacio, así como exentar de aranceles al producto, por tener insumos de origen mexicano, al momento de llegar a otro mercado internacional. Esta es una ventaja competitiva en el precio del producto. Una preocupación principal es la adquisición de insumos para el proceso productivo.

A nivel de los esfuerzos empresariales-gubernamentales estatales para desarrollar la base de proveedores locales y regionales en el sector, sobresalen principalmente dos esfuerzos. Desde 2008, el Clúster de Productos Médicos de las Californias, junto con la Secretaría de Desarrollo Económico, celebra Baja MedSummit, el Día del Proveedor. Con el objetivo de generar oportunidades de negocio para las empresas de productos médicos en el estado, ha realizado siete ediciones. Durante este evento, se realizan una serie de actividades tales como reuniones de negocios, talleres especializados, seminarios sobre la fabricación en México, fabricantes de equipos originales y exposiciones de proveedores, seminarios de inversión con el fin de atraer nuevas inversiones en este sector y desarrollar la base de proveedores locales y regionales para el dispositivo médico fabricado en Baja California. En 2014, MEDSummit reunió a más 60 empresas proveedoras, y algunas compradoras en exhibición como Scantibodies, Welch Allyn, Medtronic, CareFusion y Covidien. El otro esfuerzo es Mexicali Supply Expo, el cual, en 2011, contó con la participación de siete sectores industriales estratégicos, tales como: aeroespacial, automotriz, electrónicos, Energía renovable, metalmecánica, productos plásticos, productos médicos y producción de dispositivos médicos.³⁸

california.

³⁸ Consultar

http://www.lacronica.com/RevistasYSuplementos/Suplementos/Archivos/MexicaliIndustrial/MexicaliIndustrial_12022012.pdf



4.5.2. Vinculación con instituciones de educación superior (IES) y centros de investigación

Bozeman (2000, p. 632) señala un papel activo de los actores gubernamentales y universidades en el desarrollo tecnológico y su transferencia. De acuerdo con este autor, el papel del gobierno puede ser como intérprete de investigación, incluido el suministro de investigación aplicada y tecnología para la industria, o como un corredor, desarrollando políticas que afectan el desarrollo tecnológico industrial y la innovación.

Para completar la transferencia de tecnología, un país debe hacer los cambios necesarios en su infraestructura e instituciones a lo largo de un periodo prolongado de tiempo, para permitir un proceso intenso y productivo de aprendizaje, tanto de la tecnología nueva como de tecnologías más antiguas. Los países en desarrollo deben realizar inversiones infraestructurales en educación, capacitación, investigación y desarrollo y otras actividades científicas y técnicas; es decir, deben aumentar la capacidad local en materia de ciencia y tecnología para poder obtener todos los beneficios de la adquisición de tecnologías importadas (UNTACD, 1993, p. 13).

En la industria de Baja California, las redes de actores múltiples que interactúan y reaccionan a las acciones de los demás miembros de la red son débiles e incipientes (Martínez Pellégrini, 2009; Celaya Tentori y Almaraz Alvarado, 2015). Como bien señala Barrera y Williams (1990, p.204), en general la industria maquiladora en México es un ejemplo cuando las empresas importan maquinaria y equipo en forma temporal y no

establecen fuertes vínculos con las industrias domésticas, resultando en la mera reubicación tecnológica.

Tabla 4.14. Convenios de colaboración entre IES y empresas de la industria, 2015

Institución	Convenios de colaboración	Otras vinculaciones	Vinculación con empresas
UABC	17	Servicio social y prácticas profesionales	Medtronic (2, en 2007); Smiths Healthcare (2, en 2007), Clúster de Productos Médicos de las Californias (2, en 2007); Smiths Healthcare Manufacturing, S.A. de C.V.; Carl Zeiss Vision Manufactura de México S. De R.L. de C.V. (2011); ICU Medical (2, en 2011); Avantti Medi Clear S.A. P.I. de C.V. (2011); Greatbatch Medical, S. de R.L. de C.V. (2, en 2012); MediMexico S. de R.L. de C.V. (2, en 2012); Quantika (2, en 2014).
Cetys	4	Diplomado de Ingeniería en Manufactura Médica	Clúster de Productos Médicos de las Californias (2012); Össur México (2014); DJ Orthopedics.
Universidad Tecnológica de Tijuana	1	Carrera de Ingeniería Biomédica (2012)	Flextronics Medical (2011-); Clúster de Productos Médicos de las Californias (2013)
Fomix	3	Fomix-Conacyt (proyectos del sector de equipo y dispositivos médicos en BC (2001-2014)	Productos Urólogos de México SA de CV, Avantti Medi Clear MBP Sapi de C.V., Greatbatch Medical, S. de R.L. de C.V.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la página de transparencia de la Universidad Autónoma de Baja California, de 1974 a 2014, se han suscrito tan sólo ocho convenios de colaboración con empresas pertenecientes al sector: ICU Medical (2), Quantika (2), Medtronic, Smiths Healthcare. Sólo un convenio fue para el desarrollo de un dispositivo médico (Quantika), los demás son convenios marco de acercamiento para servicios de investigación y desarrollo, consultoría capacitación, asesoría y formación de recursos humanos con la Facultad de Ciencias

Químicas e Ingeniería (UABC, Transparencia, 19 de noviembre de 2015).³⁹ También, en 2007, la UABC y el Clúster de Productos Médicos de las Californias firman un convenio de colaboración e impartición en conjunto con UABC del programa de capacitación.

Por su parte, la Universidad Tecnológica de Tijuana (UTT) estableció un convenio con Flextronics Medical para el otorgamiento de subvenciones para becas de ingeniería, así como para la compra de equipos de laboratorios para los estudiantes en el área de procesos industriales y operaciones.⁴⁰

El Cetys Universidad y la Asociación Industrial de Productos Médicos de las Californias firmaron, en 2012, un convenio de colaboración a través del cual se brindarán apoyo en el diseño de estrategias de comunicación interna y externa, diseño e implementación de cursos y talleres, proveer información para ambas organizaciones que permita mantener la competitividad en la región, entre otros beneficios. El Cetys Universidad colaboró con el clúster en un estudio de actualización de su planeación estratégica y en la redefinición de sus líneas de trabajo para 2012. En tanto, Össur México, mediante el programa “Forjadores de la Educación”, firmó un convenio de colaboración con el Cetys, con el cual podrán participar en proyectos Conacyt.

Respecto a la demanda de perfiles profesionales por parte del sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos, donde los conocimientos teóricos básicos usados en los procesos de la planta deben ser asimilados por completo e incorporados en cursos universitarios de ingeniería para poder reproducirse a nivel local, destaca el hecho de que en 2012, la UTT abrió la carrera de Ingeniería Biomédica para atender la demanda laboral del sector en el estado.⁴¹ En esta misma dirección apunta el Diplomado de Ingeniería en Manufactura Médica, impartido por Cetys, a través de su Centro de Enseñanza Técnica y Superior. El objetivo general del diplomado es contribuir a la especialización del recurso humano mediante la formación académica y la actualización en los procesos y herramientas

³⁹ <http://transparencia.uabc.mx/Convenios/Convenios.htm>.

⁴⁰ Disponible en: <http://www.horizonteinformativo.info/anuncia-empresa-del-sector-medico-inversion-de-20-mdd-en-bc/>.

⁴¹ Disponible en: <http://www.el-mexicano.com.mx/informacion/noticias/1/3/estatal/2012/05/25/577416/tecnologico-ofrece-nuevas-carreras>

empleados en la manufactura de dispositivos médicos del clúster en la región. Está dirigido a profesionales, técnicos y administradores de empresas, responsables de los procesos de manufactura de productos médicos.

De acuerdo a los datos recabados, se puede decir que si bien existen mecanismos de vinculación entre las instituciones de educación superior y las empresas, tales como la formalización de convenios institucionales, éstos no han rendido los frutos esperados o concretos para el desarrollo de nuevos productos del área médica. En la mayoría de los casos, se trata más bien de iniciativas que no persiguen objetivos particulares, salvo en los casos de la prestación del servicio social. De hecho, no hay registro de patentes relacionados con el sector en Baja California.⁴²

4.5.3. Participación en programas de estímulos a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación

En el caso de Fondos Mixtos (Fomix-Conacyt), de 2001 a 2014, se han registrado 235 proyectos que buscan obtener recursos para investigaciones científicas y desarrollos tecnológicos, orientados a resolver problemáticas estratégicas del estado, pero sólo tres corresponden a proyectos relacionados con equipo y dispositivos médicos. Las empresas Productos Urólogos de México S.A. de C.V., Avantti Medi Clear MBP Sapi de C.V. y Greatbatch Medical, S. de R.L. de C.V., han solicitado los Fondos Mixtos. Cabe señalar que este programa es un instrumento que apoya el desarrollo científico y tecnológico estatal y municipal, a través de un Fideicomiso constituido con aportaciones del Gobierno del estado o municipio, y el Gobierno Federal, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. En el caso del proyecto de Productos Urólogos de México S.A. de C.V., la empresa diseñó y desarrolló un nuevo proceso de empaque y el empaque de componentes para terapia respiratoria integrando sistema poka yoke. Por su parte, Avantti Medi Clear propuso la creación y consolidación de Centro de Innovación Tecnológica de Avantti Medi Clear. Greatbatch Medical, S. de R.L. de C.V. realizó la investigación, desarrollo e

⁴² De acuerdo al Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. “Sistema de Información de la Gaceta de la Propiedad Industrial”, sólo hay una patente compartida con el ITESM-Nuevo León para desarrollar un pastillero.

implementación de un electrodo cardíaco implantable Compatible con Equipos de Resonancia Magnética. Para Carrillo (2008, p. 13), el mejor esfuerzo por conectar la política nacional con la política local y apoyar el desarrollo científico y tecnológico de los estados son los Fondos Mixtos. Por lo que estos datos resultan ser un indicador de la vinculación de las empresas con el entorno local y el aprovechamiento de los recursos humanos y financieros que hay en la localidad para el desarrollo de proyectos tecnológicos.

En cuanto al Programa de Estímulos a la Innovación,⁴³ de Conacyt, cabe destacar que desde 2009, fecha en que inició el programa, a 2013, en Baja California se han aprobado 157 proyectos para el otorgamiento de estímulos complementarios para actividades y proyectos relacionados con la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. De ellos, sólo un proyecto corresponde a una empresa del sector de equipo y dispositivos médicos: MediMexico S. de R.L. de C.V, cuyo monto fue 6,393,900 millones de pesos en la categoría de INNOVATEC. Este programa brinda apoyo para las empresas que invierten en proyectos de investigación, desarrollo de tecnología e innovación dirigidos al desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios. A pesar de que tanto el Fomix como el Programa de Estímulos resultan una fuente de recursos para la investigación y desarrollo para las empresas y también una posibilidad de vincularse con las instituciones de educación superior y centros de investigación, las empresas del sector no han estado interesadas en participar en ellas y vincularse con su entorno. No representan un incentivo suficiente para las mismas. Curiosamente, las empresas grandes del sector son las más activas en estos programas.

Tanto la UABC como el Cetys tienen convenios con Greatbatch Medical. La empresa tiene un programa practicantes o becarios de estudiantes que ayudan o apoyan durante determinado tiempo a proyectos que se tienen en la compañía de diferente naturaleza y en

⁴³ El Programa incluye tres modalidades: 1) INNOVAPYME (Innovación tecnológica para las micro, pequeñas y medianas empresas); 2) INNOVATEC (Innovación Tecnológica para las grandes empresas); y 3) PROINNOVA (Proyectos en red orientados a la innovación). Como parte de las bases, se busca que las empresas presenten propuestas de manera individual o vinculada con instituciones de educación superior, centros de investigación o ambos. Consultar <http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-y-apoyos/programa-de-estimulos-a-la-innovacion>

los diferentes departamentos de la organización. Cabe destacar que esta empresa también tiene contacto con Asociaciones, somos parte de diferentes asociaciones por ejemplo la del Clúster Médico, la Asociación de Recursos Humanos de la Industria en Tijuana, A.C., la Cámara de Comercio en San Diego. Asisten a los diferentes eventos que tienen, y ha participado en Tijuana Innovadora.

En tanto, cerca de 15 trabajadores operativos de CareFusion recibieron 280 horas de capacitación en Mecatrónica de Procesos Industriales, con temas como control eléctrico, electrónica, hidráulica, neumática, PLCs y aplicaciones mecatrónicas en el Centro de Asistencia y Servicios Tecnológicos, CAST del Conalep Baja California (Frontera, 19 de agosto de 2013).

CONCLUSIONES

La tecnología no puede asegurar por sí misma la prosperidad económica de una nación o región; para ello es necesario formular un conjunto de disposiciones reglamentarias e institucionales que fomenten la transferencia de capacidad tecnológica entre empresas y sectores y al interior de éstos. Mientras que las empresas de los países en desarrollo tienden a depender de la tecnología importada en las etapas iniciales o cuando están entrando en nuevas líneas de producción, la capacidad tecnológica implica un esfuerzo de los receptores, políticas públicas encaminadas a facilitar la transición de ser mero receptor a innovador. Esto es, la capacidad tecnológica no es adquirida automáticamente por la mera inversión en las actividades de producción de las empresas. La transferencia tecnológica (TT) es importante, pero resulta sólo un primer paso: no es sí misma una meta, es un medio para alcanzar objetivos de más grande alcance que impacten positivamente a la localidad. Estas capacidades se acumulan a través de la inversión consciente y continua de las empresas en la búsqueda de la especialización, generando actividades que comprenden el diseño de productos, ingeniería de producción, control de calidad, la capacitación y los vínculos con las fuentes de tecnología extranjeras y locales, así como la aplicación de la experiencia adquirida.

A pesar de que en el sector de manufactura de equipo y dispositivos médicos de Baja California –con más de 35 años de experiencia manufacturera, creciente dinamismo económico y significativa vinculación con su contraparte en California– existen diversos mecanismos de transferencia de las empresas matriz hacia sus filiales, los resultados de esta investigación arrojan la falta de externalidades o efectos positivos indirectos del proceso de la transferencia en la localidad, tales como la creación de encadenamientos productivos y de proveeduría, la vinculación con las universidades y las empresas (ampliamente discutidas en la literatura). En este sentido, el modelo de TT de Bozeman resultó útil no sólo para ubicar a los actores de la TT en el sector de la entidad y sus mecanismos, sino para reconocer el papel que desempeña el contexto o entorno en los procesos de TT. De hecho, podríamos decir que es el contexto, junto con las características de los agentes transesores y receptores, lo que determinan el éxito de la TT y, por ende, la creación de capacidades tecnológicas.

Sin duda, el entorno espacial de una empresa influye en su acceso a la información y al conocimiento y en su capacidad de aprendizaje conjunto. En este sentido, las zonas aglomeradas, en teoría, cuentan con dicha ventaja, no obstante, el grado de aprovechamiento de la misma dependerá de la capacidad de absorción de la empresa. Las aglomeraciones (parque o clúster), además de ser un organismo de difusión, de transferencia de conocimiento y soporte a la innovación, son un instrumento de desarrollo regional. Para Baja California, la aglomeración espacial de la industria de equipo y dispositivos médicos –y de otras presentes en la entidad– no ha representado las anteriores ventajas competitivas en la región. A pesar de los esfuerzos institucionales tanto públicos como privados por generar sinergias de cooperación e interacción entre las empresas de la sector y otros sectores industriales –como la política de clústeres y la constitución de los clústeres mismos–, la mayoría de las empresas del sector de quipo y dispositivos médicos está concentrada en cumplir con sus actividades productivas, con poca vinculación con el entorno. De acuerdo a los resultados, Medtronic junto con Greatbatch y ICU Medical son de las pocas empresas locales con mayor vinculación con el entorno (centros de educación superior-proyectos Fomix y de Innovación).

Sin duda, la relación de cooperación o redes de colaboración de las empresas deben emanar desde y entre las empresas, como uno de los factores clave para la práctica de trabajo mancomunado, la consolidación de relaciones de confianza y pertenencia basadas en el diálogo y la interacción con su comunidad y entorno. Esto es, deben ser producto natural y no un artificio impuesto por el gobierno y las políticas públicas.

En las principales empresas del sector de equipo y dispositivos médicos de Baja California, los principales mecanismos de transferencia tecnológica se generan mediante la capacitación continua de recursos humanos y, en menor medida, con la adquisición de equipo y maquinaria. Esto puede explicarse por la disponibilidad de mano de obra especializada en actividades de ensamble. En términos generales, la TT en el sector de Baja California se ha limitado a incrementar sus capacidades de producción mediante la intensificación de la mano de obra. Si bien existen casos de un mayor nivel de integración

en la cadena de producción en el sector de Baja California, todavía predominan las actividades de menor complejidad (ensamble y empaque).

Respecto a los mecanismos de transferencia tecnológica, en términos generales, las empresas de esta industria en la entidad han privilegiado en mayor medida la capacitación laboral. A pesar de que el contexto de transferencia tecnológica tiende a evocar una imagen de científicos y enormes consorcios, éste también puede asumir la forma de adopción de tecnologías discretas o la capacitación de la fuerza laboral. De alguna forma, a lo largo de 35 años las empresas mismas se han convertido en creadores del capital humano. Esto supone la importancia central de las empresas en el proceso de aprendizaje tecnológico, con una fuerza laboral en aumento (una de las de más volumen en el país y en la región de Calibaja). En términos generales, se puede decir que la capacitación es una práctica ampliamente arraigada entre las empresas del sector de la entidad. Buena parte de las empresas entrevistadas dedican tiempo y recursos a la capacitación para asimilar las nuevas tecnologías, nuevos procesos o introducción de nuevos productos, acumular conocimientos y habilidades en los diferentes procesos. La capacitación posibilita a los trabajadores e ingenieros locales una comprensión suficiente de la tecnología como para poder resolver las dificultades que puedan presentarse en materia de producción y mantenimiento. De alguna forma, la capacitación laboral representa un importante esfuerzos de las matrices extranjeras, pero no suficiente para llevar a las firmas adquiridas a la frontera tecnológica. Sin duda, esto implica un enorme reto e imaginación para el aprovechamiento de esa experiencia laboral y recursos humanos a nivel local.

En este sentido, para que la TT funcione en la realidad depende de un conjunto complejo de condiciones, incluyendo los sectores en los que las empresas transnacionales operan, la forma en que se integran en la economía nacional, la capacidad de absorción de las empresas locales y el grado en que el conjunto de actores, instituciones, relaciones y entorno propicio (incluyendo explícita e implícita políticas) que constituyen el sistema de innovación del país anfitrión, son el apoyo para el flujo del conocimiento. Debido a esta complejidad, es difícil suponer que la presencia de las transnacionales necesariamente resulta en el aprendizaje tecnológico en el país o región anfitrión.

Baja California posee una base fuerte de conocimientos y experiencia en la fabricación de dispositivos médicos, especialmente en la reducción de costos por concepto de mano de obra. En otras palabras, existe una complementariedad muy funcional entre la I+D de las empresas del sector en San Diego y la plataforma avanzada en la fabricación de Tijuana. Por lo tanto, el componente transfronterizo del sector parece ser un elemento que incentiva la TT entre las multinacionales, pues al interior de las empresas cuya sede está en San Diego existe una mayor diversificación de cartera de productos de más intensidad tecnológica, así como una integración del proceso productivo y con un número mayor de certificaciones de calidad. De manera general, algunas empresas, principalmente las que tienen sede en San Diego, han fomentado mayor capacidades tecnológicas y procesos de aprendizaje local, al trasladarse la ingeniería, gerencia y otras funciones clave a sus filiales de Baja California. Esto coincide con lo que la teoría señala, la cual identifica el factor de la cercanía como un elemento que puede motivar y facilitar mayores procesos de TT. La proximidad geográfica de las empresas multinacionales puede reducir los costos del aprendizaje o adopción de una nueva tecnología empresarial en la misma rama de producción. Sin embargo, estas mismas empresas son las menos involucradas con su entorno.

Como lo demuestran los datos, Baja California se ha convertido en un exportador competitivo de productos manufacturados de equipo y dispositivos médicos basado en una mano de obra barata y cercanía geográfica con el principal mercado mundial, pero no ha hecho inversiones significativas en formación de recursos humanos y en establecimientos de investigación y desarrollo para sectores específicos.

La inversión en tecnología y capital humano y en las redes de cooperación desempeña un papel importante en el desarrollo del proceso innovador de un país; así lo prueban las diferentes perspectivas sobre innovación. El apoyo del gobierno para facilitar la adquisición o uso de tal tecnología y el proceso de aprendizaje de la tecnología extranjera es fundamental. Parte del éxito de la transferencia de tecnología en las empresas depende de la existencia del apoyo de los institutos nacionales en la adaptación a las nuevas situaciones

que se enfrentan las empresas locales.

En este sentido, el sector manufacturero de equipo y dispositivos médicos del estado tiene la oportunidad de ir escalando en los procesos de montaje de baja calificación a la fabricación más avanzada. En el corto plazo, las empresas del sector de Baja California como destinatarios de nuevas tecnologías y procesos productivos y administrativos pueden beneficiarse de una mayor productividad, especialización técnica y de sus recursos humanos. Mientras que en el largo plazo, los beneficios dependerán de qué tanto las empresas de este sector sean capaces de profundizar y desarrollar sus propias capacidades y de aplicar la experiencia adquirida a lo largo de 35 años de trayectoria.

En un mundo globalizado, la industria de equipo y dispositivos médicos es un sector dinámico caracterizado por contener un alto valor agregado, en donde países altamente industrializados y emergentes compiten y cooperan por atraer nuevas inversiones. En regiones de México, de manera particular Baja California, la transferencia tecnológica y la capacidad tecnológica cobran singular relevancia.

El tema de la movilidad representa, sin duda, una importante veta de investigación que ha sido poco explorado en la literatura internacional, pero que para el caso de Baja California resulta interesante, sobre todo por el volumen de mano de obra que está involucrada. Así, los trabajadores que fueron capacitados por los corporativos se convierten en medios importantes de transferencia de conocimiento.

REFERENCIAS

- Agmon, T. y Von Glinow, M. A. (1991). *Technology Transfer in International Business*. Nueva York: Oxford University Press.
- Albors-Garrigos, J., Hervás-Oliver, J. L., e Hidalgo, A. (2009). Analysing high technology adoption and impact within public supported high tech programs: An empirical case. *The Journal of High Technology Management Research*, 20(2), 153-168
- Association of University Technology Managers (AUTM). "About Technology Transfer". Disponible en: http://autm.net/Tech_Transfer.htm. Acceso: 25 de octubre 2014.
- Aragon, E., Campos, M. y Fouquet, A. (2009). *The emergence of successful export activities in Mexico: three case studies. Research Network Working Paper Inter-American Development Bank* (Vol. R-555).
- Asociación Industrial de Productos Médicos de las Californias, A. C. (2012). *Informe del Clúster de productos médicos de Las Californias 2012*. Tijuana, B.C.
- Bae, C. H. C. (2003). Tijuana-San Diego: Globalization and the transborder metropolis. *Annals of Regional Science*, 37, 463–477. doi:10.1007/s00168-003-0165-6
- Bañuelos, E. (2006). Capacidades tecnológicas en empresas originadas en instituciones de investigación : el caso de Mappec S . A de C . V . *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad E Innovación CTS+I*.
- Baranson, J. (1970). Technology Transfer Through the International Firm. *American Economic Review*, 60(2), 435–440. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=20583823&site=ehost-live&scope=site>
- Barlow, M. (1998). Globalisation and new regions: government aspects public administration. *GeoJournal*, 45(1/2), 101–104.
- Bell, M. y K. Pavitt (1995), The Development of Technological Capabilities. En I.U. Haque (Ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*, Washington, The World Bank, 69-101
- Benito-Bilbao, J., Sánchez-Fuente, F. y Otegi-Olaso, J. R. (2015). Mapping the Connection between Knowledge Transfer and Firm Competitiveness: An Empirical Research in the Basque Country. *Journal of Technology Management and Innovation*, 10(4), 45–56.

- Benko, G. (2000). La recomposicion de los espacios. *Geographica*, 38, 3–10.
- Bennett, D. (2002). *Innovative Technology Transfer Framework Linked to Trade for UNIDO Action*. United Nations Industrial Development Organization. Viena.
- Bittencourt, F. P. y Giglio, R. (2013). Un análisis empírico sobre la capacidad de absorción tecnológica de la industria brasileña. *Revista Cepal, diciembre*(111), 183–198.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29, 627–655.
- Bozeman, B. *et al.* (2014). The Evolving Estate-of-the-art in Technology Transfer Research: Revisiting the contingent effectiveness model. *Research Policy*, XXX, julio, 1-16.
- Bruges, A., Combs, M., Cox, M., M. Flyte, D., Luhn, C. y Mason, C. (2014). *Jobs Without Borders: Employment, Industry Concentrations, and Comparative Advantage in the CaliBaja Region*. La Jolla y Tijuana.
- Brugues, A., Combs, M., Diego, S., Cox, M., Flyte, D., Luhn, C., & Mason, C. (2014). *Jobs Without Borders: Employment, Industry Concentrations, and Compartive Advantage in the CaliBaja Region*. California, EE.UU.: CaliBaja Mega-Region Initiative, Center for U.S.-Mexican Studies de UC San Diego y El Colef.
- Carrillo, J. (2000). *Las maquiladoras de exportación en México: Evolución industrial, aglomeraciones y seguridad e higiene*. México.
- Carrillo, J. (2009). *Desarrollando la región fronteriza México-EE.UU. hacia una relación próspera y segura: Empresas innovadoras y políticas para la innovación en la Frontera México-EE.UU.* EE.UU. Retrieved from <http://bakerinstitute.org/media/files/Research/f7f06d06/LAI-pub-BorderSecCarrillo-051409-Espanol.pdf>
- Carrillo, J. y Plascencia, I. (2008). El papel de las instituciones en las empresas a través de políticas para la innovacion: la Frontera Norte de México-Estados Unidos. *Expansión*, XXXIX(986), 1-35. Retrieved from <http://www.colef.mx/jorgecarrillo/wp-content/uploads/2012/04/PU329.pdf>
- Celaya Tentori, M., & Almaraz Alvarado, A. (2015). Nuevas fronteras para la innovación tecnológica: colaboración y cooperación en la región Tijuana-San Diego Introducción. *Región Y Sociedad*, XXVII(64), 183-219.

- Cerecedo, D. M. (2011). Contratos de transferencia de tecnología Introducción. *Letras Jurídicas*, 20. Retrieved from <http://www.letrasjuridicas.com/Volumenes/20/mabarak20.pdf>
- Cimoli, M. y Dosi, G. (1994). De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación. *Comercio Exterior*, (agosto), 669-682.
- Choo, C.W. and Nick Bontis. (2002). *The Strategic Management of Intellectual Capital and Organizational Knowledge*. Nueva York: Oxford.
- Clearwater Healthcare (2011). *Healthcare Equipment and Supplies Global Report 2011*. Clearwater Corporate Finance.
- Cohen, W.M., y D. A. L. (1990). Absorptive capacity: a new perspective of learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152. Retrieved from <http://www.jstor.org/discover/10.2307/2393553?uid=3738664&uid=2&uid=4&sid=21106004052761>
- Conacyt. (2006). Desempeño de la Innovación en México. Retrieved from http://www.conacyt.gob.mx/InformacionCienciayTecnologia/Documents/14931Estudio_SOBRE_Innovacion_Tecnologica.pdf
- Consejo Estatal Empresarial de Baja California. (2011). Política de Desarrollo Empresarial BC 2012-2020. Baja California: Consejo Estatal Empresarial de Baja California. Retrieved from <http://www.colef.mx/deap/wp-content/uploads/2013/09/Sarah-Martinez-Libro-Politicas-de-desarrollo-empresarial.pdf>
- Contreras, O. F. y Munguía, L. F. (2007). Evolución de las maquiladoras en México . Política industrial y aprendizaje tecnológico. *Region Y Sociedad*, 11(662), 71–87.
- Córdoba Bueno, M. (2015). Empresa matriz. In *Diccionario Económico. Organización y métodos empresariales* (pp. 1-2). Expansión. Retrieved from <http://www.expansion.com/diccionario-economico/empresa-matriz.html>
- Corrales, S. (2007). Importancia del cluster en el desarrollo regional actual. *Frontera Norte*, 19(37), 173-201.
- Cummings, J. L. y Teng, B.-S. (2003). Transferring R&D knowledge: the key factors affecting knowledge transfer success. *Journal of Engineering and Technology Management*, 20(1-2), 39–68. doi:10.1016/S0923-4748(03)00004-3
- Davidson, W. H. y McFetridge, D. G. (1985). Key characteristics in the choice of

- international technology transfer mode. *Journal of International Business Studies*, 16(2), 5–21. doi:10.1057/palgrave.jibs.8490448
- Del Águila Obra, A. R. y Padilla Meléndez, A. (2010). Factores derminantes de la innovación en empresas de economía social. La importancia de la formación y de la actitud estratégica Factores derminantes de la innovación en empresas de economía social . La importancia de la formación y de la actitud estraté. *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa, CIRIEC-España*, 67(abril), 129-155.
- Dini, M. y G. S. (2011). *Políticas para la innovación en las pequeñas y medianas empresas en América Latina. Cepal.* Retrieved from <http://www.eclac.org/ddpe/publicaciones/xml/3/43993/W403.pdf>
- Domínguez, L. y Brown, F. (2004). Medición de las capacidades tecnológicas en la industria mexicana. *Revista de La CEPAL*, 83.
- Dossi, G. (1982). Technological Paradigms and Technological Trajectories. *Reserach Policy*, 11, 147162.
- Elías, R. L. (2004). *Concentración y proximidad geográfica de la industria* (No. 22). Castañares (Vol. XII). Argentina.
- Esqueda, R. (2013). Economías de aglomeración en el contexto de la nueva geografía económica. *Contribuciones a La Economía*, (febrero), 1–18. Retrieved from www.eumed.net/ce/2013/economias-aglomeracion.html
- Estrada, S. y Heijs, J. (2003). *Innovación tecnológica y competitividad: análisis microeconómico de la conducta exportadora en México* (No. 36) (Vol. 36). España. Retrieved from <http://eprints.ucm.es/6811/1/36-03.pdf>
- FEUM. (2009). *Suplemento para dispositivos médicos. Encuentro científico 2009 FEUM-USP*. México, D.F.
- Figueiredo, P. N. (2005). Acumulação tecnológica e inovação industrial: conceitos, mensuração e evidências no Brasil. *São Paulo Em Perspectiva*, 19, 54–69. doi:10.1590/S0102-88392005000100005
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, y C. (2014). *Diagnósticos Eststales de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014: Baja California* (1a ed.). México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, y COCITBC.
- Fuentes, N. A. (2005). La politica empresarial del estado de Baja California. *Comercio*

- Exterior*, 55(5), 441. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1176405>
- FUMEC. (2009). *Programa de Innovación orientada a tecnologías para la salud*. México: FUMEC, Secretaría de Economía y TechBA México.
- Gaviria, E. M. (2013). La Saludable Industria de los Dispositivos Médicos. *Metalactual*, 28, 68–73. Retrieved from http://www.metalactual.com/revista/28/mercado_dispositivos.pdf
- Gernaert Willmar, S. (2006). Desarrollo local transfronterizo: territorios, fronteras e integración centroamericana [Segunda parte]. *Alternativas Para El Desarrollo*, 2–13. Retrieved from <http://www.repo.funde.org/443/1/APD-97-II.pdf>
- Glass, A. J. y Saggi, K. (2002). Multinational Firms and Technology Transfer. *The Scandinavian Journal of Economics*, 104(4), 495–513. doi:10.2307/3440978
- Goldberg, I., Branstetter, L., Goddard, J. G. y Kuriakose, S. (2008). *Globalization and Technology Absorption in Europe and Central Asia* (No. 150). *Globalization and Technology Absorption in Europe and Central Asia*. EE.UU. doi:10.1596/978-0-8213-7583-9
- Gómez, J. M., Mira, I., Verdú, A. J. y Sancho, J. (2007). Las Spinf-Offs Académicas Como Vía De Transferencia Tecnológica. *Economía Industrial*, 366, 61–72. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=445>
- González, C. y Hurtado, A. (2012). Transferencia tecnológica, capital humano y cooperación: factores determinantes de los resultados innovadores en la industria manufacturera en Colombia 2007-2008. *Revista Informador Técnico*, (76), 32-45.
- González Sabater, J. (2011). *Manual de transferencia de tecnología y conocimiento* (2a. ed.). España: The Transfer Institute. doi:10.1007/s13398-014-0173-7.2
- González Vázquez, B. y Fernández López, F. J. (2008). Contraste del modelo centro-periferia en las redes de transferencia de conocimiento de tres parques tecnológicos españoles. *Investigaciones Europeas de Dirección Y Economía de La Empresa*, 14(2), 87-107.
- H. Congreso del Estado de Baja California. Ley de Fomento a la Competitividad y Desarrollo Económico para el Estado de Baja California, Pub. L. No. Tomo CXII (2005). México, B.C.: Periódico Oficial.

- Hall, B. y Helmers, C. (2010). *The Role of Patent Protection in (clean/green) Technology Transfer* (No. 16323). *NBER Working Paper Series*. Cambridge, Ma. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Ham, S. T. (2010). *Mapping the Medical Device Development Process*. California Polytechnic Satete University.
- Hendriks, J. (2012). Technology transfer in human vaccinology: a retrospective review on public sector contributions in aprivatizing science field. *Vaccine*, 30(44), 6230-6240.
- Hirschey, R. C. y Caves, R. (1981). Research and Transfer of Technology by Multinational Enterprises. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 43(2), 115–129.
- Howard, D. (1977). Technology transfer through acquisition. *The Journal of Industrial Economics*, 26(2), 161–175. doi:10.1108/00251749710169404
- INEGI. (2007). *Estadísticas Económicas. Industria Maquiladora de Exportación*. México. Retrieved from http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/continuas/economicas/maquiladora/ime/ime.pdf
- INEGI. (2011). *Micro, pequeña, mediana y gran empresa. Estratificación de los establecimientos. Censos Económicos (2009)*. México, D.F. doi:970-13-4739-0
- INEGI. (2013). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México: SCIAN 2013*. México, D.F.: INEGI. Retrieved from <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/scian/presentacion.aspx>
- Informa D&B, S. A. (2013). *Sectores de alta tecnología. Informa* (Vol. octubre). España.
- International Trade Centre UNCTAD/WTO. (2005). *Concesión de licencias y transferencia de tecnología en la industria*. Ginebra.
- Jessop, B. (2004). La economía política de la escala y la construcción de las regiones transfronterizas. *Revista EURE*, XXIX, 25–41. Retrieved from http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612004008900002&script=sci_arttext&tlng=pt
- Kato Vidal, L. E. (2007). Economía mexicana mediante proveedores especializados. *Revista Latinoamericana de Economía*, 38, 159–180.
- Kitagawa, F. y Lightowler, C. (2013). Knowledge exchange: A comparison of policies, strategies, and funding incentives in English and Scottish higher education. *Research*

- Evaluation*, 22(1), 1-14.
- Kojima, K. (1975). International Trade and Foreign Investment: Substitutes or Complements. *Hitotsubashi Journal of Economics*, 16, 1-12.
- Kogut, B. y Zander, U. (1992). Knowledge of the Firm, Combinative Capabilities, and the Replication of Technology. *Organization Science*, 3 (3), 383-397. doi:10.1287/orsc.3.3.383
- Lall, S. (1992). Technological Capabilities and Industrialization, *World Development*, 20 (2), 165-186.
- Lacavex, M. y Arámburo, G. (2011). Ciencia y tecnología en la región transfronteriza Baja California, México-California, Estados Unidos. Una visión desde Ensenada. *Si Somos Americanos: Revista de Estudios Transfronterizos*, 85, 85-104.
- Lake, A. W. (1979). Technology Creation and Technology Transfer by Multinational Firms'. En R. G. Hawkins (Ed.). *Research in International Business and Finance*, The Economic Effects of Multinational Corporations (Vol. I). Greenwich, Conn: JAI Press.
- Láscaris, T. (2002). Estructura organizacional para la innovación tecnológica. El caso de América Latina. *Revista CTSI*, 3. Retrieved from <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero3/art02.htm>
- López, S., Mejía, J. C. y Schmal, R. (2006). Un acercamiento al concepto de la transferencia de tecnología en las universidades y sus diferentes manifestaciones. *Panorama Socioeconómico*, (32), 70-81. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39903208>
- Lugones, G. (2008). *Módulo de capacitación para la recolección y el análisis de indicadores de innovación* (No. Working Paper 8). Banco Interamericano de Desarrollo Working Paper 8. Argentina. Retrieved from <http://docs.politicasceti.net/documents/Doc 08 - capacitacion lugones ES.pdf>
- Mansfield, E. y Romeo, A. (1980). Technology Transfer to Overseas Subsidiaries by U. S.-Based Firms. *The Quarterly Journal of Economics*, 95 (4), 737-750.
- Malizia, A. I., Sánchez-Barrioluengo, M., Lombera, G. y Castro-Martínez, E. (2013). Análisis de los mecanismos de transferencia tecnológica entre los sectores científico-tecnológico y productivo de Argentina. *Journal of Technology*

Management and Innovation, 8(4), 103–115.

- Manufactura. (2014, September 3). ISO13485 : 2003 indispensable para dispositivos médicos. México. Retrieved from <http://www.manufactura.mx/industria/2014/09/03/iso134852003-indispensable-para-dispositivos-medicos>
- Martínez, A., García, A. y Santos, G. (2013). Aprendizaje tecnológico en la industria manufacturera de Guanajuato. *Frontera Norte*, 25(50), 187–212. Retrieved from <http://www.colef.mx/fronteranorte/articulos/FN50/7-f50.pdf>
- Martínez Pellégrini, S. E. (2009). Clústeres y sistemas productivos locales en la frontera norte de México: Baja California. *Revista Pueblos Y Fronteras*, (6), 1-38. Retrieved from http://www.pueblosyfronteras.unam.mx/a08n6/pdfs/n6_art05.pdf
- Marton, K. (1986). Technology Transfer to Developing Countries via Multinationals. *World Economy*, 9(4), 409–426. doi:10.1111/j.1467-9701.1986.tb00453.x
- Modern Machine Shop. (2015). La manufactura de dispositivos médicos en México. *Modern Machine Shop*, 28–31. Retrieved from <http://www.mms-mexico.com/articles/la-manufactura-de-dispositivos-mdicos-en-mxico>
- Mohammed, Y., Sax, U., Dickmann, F., Lippert, J., Solodenko, J., Voigt, G. y Rienhoff, O. (2010). On Transferring the Grid Technology to the Biomedical Community. *Studies in Health Technology Information*, 159, 28-39.
- Molina-Morales, F. X., Capó-Vicedo, J., Tomás-Miquel, J. V. y Expósito-Langa, M. (2012). Análisis de las redes de negocio y de conocimiento en un distrito industrial. Una aplicación al distrito industrial textil valenciano. *Cuadernos de Economía Y Direccion de La Empresa*, 15(2), 94–102. doi:10.1016/j.cede.2011.12.001
- Morris, K., Owens, N. y Walshok, M. L. (2005). *Innovación sin fronteras: Catalizando la competitividad transfronteriza de la región San Diego-Baja California*. San Diego *Dialogue-UCSD Extension* (Vol. diciembre). doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Nestor, C. (2013). Technological intensity of FDI in Vietnam -implications for future economic development and emerging clusters. En Sören Eriksson, *Clusters and economic growth in Asia*. Massachusettes: Edward Elgar Publishing, 119-140.
- Nonaka, I., Toyama, R., Konno, N. (2000). “SECI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation”, *Long Range Plannig*, vol. 33, pp 5-34.

- OCDE. (2006). La innovación tecnológica: definiciones y elementos de base. *Redes*, 3(6), 131–175. Retrieved from <http://redalyc2.uaemex.mx/pdf/325/32513706.pdf>
- O’ Shea, R. P., Allen, T. J., Chevalier, A. y Roche, F. (2005). Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of U.S. universities. *Research Policy*, 34(7), 994–1009. doi:10.1016/j.respol.2005.05.011
- OMPI (2012). La evolución de los mercados tecnológicos: Separar la realidad de la ficción. *Revista de la OMPI*, abril. Retrieved from http://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2012/02/article_0005.html
- OMS. (2012). *Dispositivos médicos: la gestión de la discordancia* (1a ed.). Francia: OMS. Retrieved from http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243564043_spa.pdf
- Organización Mundial del Comercio. (2013). *Informe sobre el Comercio Mundial 2013. Factores que determinan el futuro del comercio*. Ginebra. Retrieved from www.wto.org/sp
- Otáñez, F., Fuentes, N. A., Martínez, S. y Ramos, J. (2013). La política de desarrollo empresarial de Baja California 2012-2020. Innovar para competir. En J. Osuna Millán y A. Mungaray Lagarda (Eds.), *Baja California. Sosteniendo el empleo y la competitividad en la recuperación económica* (1a. ed., pp. 137–170). Baja California, México: Gobierno del Estado de Baja California y la UABC.
- Patel, S. J. (1972). La transferencia de tecnología a los países en desarrollo. *Foro Internacional*, 13(1), 11–26. doi:10.1098/rspb.2006.3748
- Pellissier, R. (2008). A conceptual framework for the alignment of innovation and research using technology. *Journal of Technology Management and Innovation*, 3(3), 67-77. doi:10.1109/PICMET.2008.4599654
- Perrin, J.C. (1991). “Technological innovation and territorial development: an approach in terms of network milieux”, en R. Camagni, (ed.) *Innovation networks, spatial perspectives*. Londres: Belhaven Press.
- Petronia, G., Verbano, C. y Venturini, K. (2015). Determinants and Catalysts in Intrafirm Technology Transfer: Learning From Case Studies. *Journal of Technology Management and Innovation*, 10 (1), 52-69.
- Phillips, Nelson; Sewell, Graham y Griffiths, D. (Ed.). (2010). *Technology and Organization: Essays in Honour of Joan Woodward*. Reino Unido: Emerald Group.

- Porter, M.E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*, Free Press.
- Porter, M.E. (1998). "Clusters and the new economics of competition". *Harvard Business Review*, noviembre-diciembre, pp.77-90.
- Powell, W. (1990). Neither Market nor Hierarchy: Networks forms of Organization. *Research in Organizational Behavior*, 12, 296-336.
- Powell, W. W., Koput, K. W., Smith-Doerr, L. y Owen-Smith, J. (1999). Network position and firm performance: Organizational returns to collaboration in the Biotechnology industry. *Networks In and Around Organizations*, i, 1-46.
- PwC-California Healthcare Institute. (2014). *2014 California Biomedical Industry Report*. California, EE.UU.
- Ramakrishnan, S. (2004). An industrial ecology framework to assist transferring environmental technologies. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*, 3(2), 147-165.
- Reddy, N. M. y Zhao, L. (1990). International technology transfer: A review. *Research Policy*, 19, 285–307. doi:10.1016/0048-7333(90)90015-X
- Rodríguez Maya, D. (2008). El proceso de transferencia de tecnología. In J. L. Solleiro y R. Castañón (Eds.), *Gestión Tecnológica: Conceptos y prácticas* (1st ed., pp. 223–246). México: Editorial México.
- Rodríguez Solares, E. (2012). *Oportunidades de TI en Manufactura Avanzada en México*. México.
- Rosagel, S. (2014, junio). Apoyo académico para dispositivos médicos. *Manufactura*, No. 233, Industria. Retrieved from <http://www.manufactura.mx/industria/2012/06/14/mexico-desarrollara-dispositivos-medicos>
- Rosenberg, N. y Frischtak, C. R. (1983). Long Waves and Economic Growth: A Critical Appraisal. *American Economic Review*, 73(2), 146–151.
- Rothwell, J. (1983). "Innovation and firm size: A case for dynamic complementary; or small reality beautiful?", *Journal of General Managment* 8(3), pp.5-25.
- San Diego Dialogue-UCSD Extension. (2005). *Innovación sin fronteras*. México.
- Sebastian, J. (2008). The knowledge transfer in the cooperation for development. *Arbor-Ciencia Pensamiento y Cultura*, 184(732), 719-728.

- Simon, D. (1991), International Business and the Transborder Movement of Technology: A Dialectic Perspective. En T. Agmon and M.A. Von Glinow (Eds.) *Technology Transfer in International Business*. Nueva York: Oxford University Press, 5-28.
- Shaohua, “Carolyn” Mu, D. R. G. y D. E. H. (2007). Foreign Subsidiaries’ Learning from Local Environments: An Empirical Test. *MIR: Management International Review*, 47(1), 79–102.
- Secretaría de Economía. (2011). *Mapa de ruta de dispositivos médicos*. México: SE-ProMéxico. Retrieved from http://www.promexico.gob.mx/work/models/promexico/Resource/1983/1/images/MRT_DispositivosMedicos.pdf
- Secretaría de Economía. (2013). *La industria de dispositivos médicos 2012*. México: SE-ProMéxico.
- Siegel, D. S.; D.A. Waldman y L.E. Atwater (2003). “Commercial knowledge transfers from universities to firms: improving the effectiveness of University–industry collaboration”. *Journal of High Technology Management Research*, 14, pp. 111–133.
- Shaohua, C. M., Gnyawali, D. R., & Hatfield, D. E. (2007). Foreign Subsidiaries’ Learning from Local Environments: An Empirical Test. *MIR: Management International Review*, 47(1), 79-102.
- Sölvell, Ö., Ketels, C. y Lindqvist, G. (2003). *Cluster Initiative Greenbook*. Estocolmo: The Competitiveness Institute, TCI.
- Solleiro Rebolledo, J. L. y Castañón Ibarra, R. (2008). *Gestión Tecnológica: Conceptos y prácticas*. (J. L. Solleiro y R. Castañón, Eds.) (1st ed.). México: Editorial México.
- Solleiro Rebolledo, J. L. y Castañón Ibarra, R. (2012). Competitividad, innovación y transferencia de tecnología en México. *Revista Innovación y Competitividad del ICE*, 89, 149–162. Retrieved from http://www.revistasice.com/CachePDF/ICE_869_149-162__28B36ABB73B9EFE326D8DE4C7EC0A3EE.pdf
- Svarzman, Gustavo (2007). *Empresas transnacionales: sus estrategias de investigación y desarrollo y el papel de Argentina y el Mercosur*. Chile: CEPAL.
- Sztulwark, S. y Lavarello, P. (2009). Tecnología desincorporada e inserción internacional de las empresas biotecnológicas argentinas. *Comercio Exterior*, 59(6), 443–458.

- Teece, D. J. (1977). Technology Transfer By Multinational Firms: the Resource Cost of Transferring Technological Know-How. *Economic Journal*, 87(346), 242–261. doi:10.2307/2232084
- Ul Haque, I. (1997). *Trade , Technology , and International Competitiveness* (2a ed.). Washington: The World Bank.
- UNCTAD. (2012). *Technology and Innovation Report 2012. Innovation , Technology and South-South Collaboration. New York*. Nueva York y Ginebra. doi:ISBN 978-92-1-112856-7
- United States-Mexico Border Governors Conference, El Colef y Arizona State University. (2009). *An agenda for a common future*. EE.UU.
- University of California-San Diego. (2014). *Technology Transfer. Annual Report 2014*. California, EE.UU. Retrieved from <http://www.ucop.edu/ott/genresources/documents/IASRptFY11.pdf>
- Unger, Kurt. (1984). “Transferencia tecnológica y organización industrial”, *Comercio Exterior*, vol. 34, núm. 12, diciembre, pp. 1201-1206, p. 1201.
- UNTACD. (1993). *Contribución de la tecnología a la industrialización y a la integración regional y mundial* (Vol. 93–16869). Retrieved from http://unctad.org/es/Docs/ecn161993d2_sp.pdf
- UNTACD. (2009). *World Investment Prospects Survey 2009-2011*. Nueva York y Ginebra. Retrieved from http://unctad.org/en/docs/diaeia20098_en.pdf
- UNTACD. (2010). *Foreign direct investment , the transfer and diffusion of technology , and sustainable development. Foreign Direct Investment, the Transfer and Diffusion of Technology, and Sustainable Development*. Ginebra. Retrieved from http://unctad.org/en/docs/ciiem2d2_en.pdf
- UNCTAD. (2012). *Technology and Innovation Report 2012. Innovation , Technology and South-South Collaboration. New York*. Nueva York y Ginebra. doi:ISBN 978-92-1-112856-7
- Vaitsos, C. (1975). The process of commercialization of technology in the Andean Pact. En H. Radice (Ed.), *International Firms and Modern Imperialism*. Harmondsworth: Penguin Books, 183-214.
- Vargas Leyva, M. R. (2006). *Perfiles de competencias profesionales demandados por cinco*

sectores productivos en la ciudad de Tijuana. Tijuana, B.C.: Instituto Tecnológico de Tijuana.

- Villavicencio, D. y Arvanitis, R. (1994). Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico. Reflexiones basadas en trabajos empíricos. *El Trimestre Económico*, 257–280.
- Williams F. y Gibson, D.(1990). Technology Transfer. A communication perspective. Newbury Park: Sage Publications.
- Wong-González, P. (2005). La emergencia de regiones asociativas transfronterizas Cooperación y conflicto en la región Sonora-Arizona. *Frontera Norte*, 17(33), 77–106.
- Wu, W. (2005). *Dynamic cities and creative clusters* (No. 3509). *World Bank Policy Research Working Paper*. Estados Unidos. doi:<http://dx.doi.org/10.1596/1813-9450-3509>

Entrevistas

- Entrevista a Ilse Esparza, coordinadora del Clúster de Productos Médicos las Californias, realizada el 5 de octubre de 2015.
- Entrevista a Orlando Zamarripa, programador maestro de producción de Flextronics, realizada el 11 de octubre de 2015.
- Entrevista a Mónica Jaque, subdirectora de Recursos Humanos de Geatbatch, realizada el 8 de octubre de 2015.
- Entrevista a Andrea Torres, encargada de ingeniería en manufactura de Nypro, a Jabil Company, realizada el 25 de septiembre de 2015

ANEXO

Tabla 1. Receptores de la TT: Distribución por municipio de las principales empresas del sector de equipo y dispositivos médicos en BC, 2014

Municipio	Núm. de empresas	Empresa	Nacionalidad	Sede de la matriz	Fecha de inicio de operación	Especialidad	Principales productos
Ensenada	4	Augen Ópticos S.A. DE C.V.	México	Baja California, México	1986	Oftalmología	Lentes de resina óptica, moldes de visión
		ICU-Medical de México S.A. de C.V.	EE.UU.	San Clemente, CA	2008	Cardiovascular	Catéteres con sensores avanzados, sistemas cerrados para la toma de muestras de sangre, sistemas de infusión
		Laboratorios Ópticos Treceux (Treceux S.A. de C.V.)	México	Baja California, México	2001	Oftalmología	Instrumentos y aparatos de uso oftálmico
		Zeffer Research & Assoc S. A. de C.V.	EE.UU.	N/D	N/D	Ortopedia	Férulas, soldaduras por ultrasonido y radiofrecuencia y soportes ortopédicos
		Andercraft de México S.A. DE C.V.	EE.UU.	Pomona, CA	1994	Hospitalización y cirugía	Componentes plásticos de mascarillas para productos respiratorios, jeringas, perillas para productos urológico, pipetas
		Breg México, S. de R.L. de C.V.	EE.UU.	Carlsbad, San Diego	2002	Ortopedia	Rodilleras, coderas, hombreras, soportes para fractura
		Calibaja Manufacturing Services S. A. De C.V. (CALIBAJA ELECTRONICS)	EE.UU.	Calexico, Imperial, California	N/D	Manufactura por contrato	Manufactura por contrato
		CareFusion (Productos Urólogos de México S.A. De C.V.)	EE.UU.	San Diego, CA	1983	Hospitalización y cirugía	Material quirúrgico, esponjas, soluciones, cepillo quirúrgico de asepsia y resucitador manual de oxígeno
		Carley Lamps	EE.UU.	Torrance, Los Angeles, CA	1988	Oftalmología	Lámparas oftálmicas, quirúrgicas y del oído
		Centurion Medical Products	EE.UU.	Williamston, Michigan	N/D	Hospitalización y cirugía	Kits de diálisis, catéteres, jeringas y conectores
		Industrial Vallera de Mexicali S.A de C.V. (Martech Medical Products)	EE.UU.	Harleysville, PA	1992	Manufactura por contrato	Catéteres epidurales y catéteres de hemodiálisis
Mexicali	16	Intuitive Surgical S. de R.L. de C.V.	EE.UU.	Sunnyvale, CA	2007	Hospitalización y cirugía	Pinzas de disección, instrumentos de cauterización monopolar y bipolar, fórceps, conductores de aguja, retractores, aplicadores de grapas, agarraderas de la sonda y estabilizadores cardíacos
		Lancer Orthodontics de México S.A. De C.V.	EE.UU.	Vista, San Diego, CA	1998	Odontología	Brackets, alambres
		Masimo	EE.UU.	Irvine, CA	2001	Otro	Monitores no invasivos de pulso, presión arterial y hemoglobina
		North Safety de Mexicali S. de R.L. de C.V.	N/D	N/D	1998	Hospitalización y cirugía	Pinzas, fórceps

		Orthomed Internacional S.A de C.V.	EE.UU.	Calexico, CA	1997	Odontología	Kits de ortodoncia: brackets, alicates, fórceps
		Pexco Operaciones S. de R.L. de C.V.	EE.UU.	Atlanta Georgia	1998	Hospitalización y cirugía	Implantes reabsorbibles de alto rendimiento y bioplástico (anclajes de sutura y tornillos, pernos); tubos de catéter y componentes catéteres médicos avanzados
		SDS de México S. de R.L. de C.V. (Sybron)	EE.UU.	Orange, CA	1996	Odontología	Kits de sistemas de obturación endodóntica y relleno, producto de ultrasonidos de endodoncia, sistema de riego durante los tratamientos de endodoncia, kits de ortodoncia
		TRI-State de México S. de R.L. de C.V.	EE.UU.	N/D	1992	Hospitalización y cirugía	Material médico desechable
Tecate	4	Laboratorios Scantibodies S.A. de C.V.	EE.UU.	Santee, CA	2006	Hospitalización y cirugía	Componentes y reactivos clínicos para el diagnóstico (kits)
		Ortotec S. A. de C.V.	EE.UU.	N/D	N/D	Odontología	Brackets, tubos de cementado, bandas, ligaduras, alicates
		Teleflex Medical (Hudson Respiratory Care Tecate S. de R.L. de C.V.)	EE.UU.	Morrisville, NC	2004	Hospitalización y cirugía	Agujas espinales, agujas de bloqueo nervioso epidural y periférico, catéteres y bandejas, y bombas de dolor ambulatorios desechables
		Westmed de México, S.A. de C.V.	EE.UU.	Tucson, Arizona	N/D	Hospitalización y cirugía	Circuitos de anestesia, cánulas nasales para endoscopia de las vías respiratorias y kit de sedación consciente, filtros de humidificación y máscaras
Tijuana	37	Apon Industries	EE.UU.	San Diego, CA	1998	Hospitalización y cirugía	Mascarillas, conectores, jeringas, contenedores de desechos médicos
		Avent S. de R.L. DE C.V.	EE.UU.	Dallas, TX	N/D	Respiratorio	Cánulas de traquetomía, sistema de succión traqueal cerrada, collar protección de caucho para tráquea
		Biotix International S. DE R.L. DE C.V.	EE.UU.	San Diego, CA	N/D	Hospitalización y cirugía	Pipetas, tubos para muestras de laboratorio
		Block Medical de México S.A de C.V.	EE.UU.	San Diego, CA	N/D	Hospitalización y cirugía	Bombas de plástico para terapia intravenosa (aplicación de suero)
		CareFusion-Alaris (Sistemas Médicos Alaris S.A. de C.V.)	EE.UU.	San Diego, CA	1996	Cardiovascular	Sets de infusión, catéter intravenoso, bombas y colectores de sangre
		Carl Zeiss Vision Manufactura de México S. DE R.L. DE C.V.	Alemania	Oberkochen, Alemania	1985	Oftalmología	Lentes oftálmicos y recubrimientos
		Coastline International de México S.A de C.V.	EE.UU.	San Diego, CA	1981	Hospitalización y cirugía	Pistolas de grapas quirúrgicas, bolsas de diagnóstico esotéricos y electroforesis
		Covidien-Nellcore Puritan Bennet S.A. De C.V.	EE.UU.	Minneapolis, Minnesota	1981	Respiratorio	Filtros, máscaras y tubos endotraqueales
		Especialidades Médicas Kenmex S.A. De C.V. (Covidien-Kenmex)	EE.UU.	Minneapolis, Minnesota	1984	Gastroenterología	Catéteres de diálisis, jeringas de irrigación, catéteres de uretra y bolsas de drenaje
		Devicor Medical Products de México S. de R.L. de C.V.		Cincinnati, Ohio	N/D	Hospitalización y cirugía	Reactivos de prueba y sondas para detección de cáncer de mamá

		Dime-Pack S. DE R.L. de C.V.	EE.UU.	N/D	2000	Hospitalización y cirugía	Jeringas, conectores
		DJO Global S.A. DE C.V	EE.UU.	Vista, San Diego, CA	1994	Ortopedia	Rodilleras, coderas, tobilleras soportes, implantes y prótesis
		Fisher&Paykel Healthcare S.A. DE C.V.	Nueva Zelanda	Nueva Zelanda	2011	Respiratorio	Mascarillas para apnea del sueño y humidificadores respiratorios
		Flextronics Medical (Availmed S.A. de C.V)	Singapore	Singapur	N/D	Cardiovascular/ Hospitalización y cirugía	Catéteres cardiovasculares, material para injerto de piel, navaja de plasma y artroscópicas, sistema de inyección, equipos para la administración de insulina y dispositivos para laparoscopia
		Gambro Renal Products S.A. de C.V.	Suiza	Deerfield, ILL	1995	Gastroenterología	Equipamiento para diálisis renal, bombas para infusión de medicamentos y productos para terapia con sangre
		Greatbatch Medical, S. de R.L. de C.V.	EE.UU.	Frisco, TX	2005	Cardiovascular	Catéteres cardiovasculares, manijas de silicón, carcasas de marcapasos y de desfibriladores implantables, filtros
		Haemonetics México Manufacturing S. de R.L. De C.V.	EE.UU.	Braintree, MA	N/D	Hospitalización y cirugía	Bolsas de transfusión de sangre, sistema de autotransfusión perioperatorio
		Honeywell (Respiratory Protection de Sperian S. De R.L. de C.V.)	EE.UU.	Morris Township, NJ	N/D	Respiratorio	Máscaras de oxígeno y respiradores, absorbentes para oxígeno médico
		Integra Biotechnical, S.A. de C.V. (PROVIDIEN)	EE.UU.	Scottsdale, AZ	1997	Hospitalización y cirugía	Manufactura y ensamble de componentes de dispositivos médicos: Moldeo por extrusión y termoformado
		Manufatura Integrada del Pacífico S. de R.L. de C.V.	EE.UU.	N/D	1993	Manufatura por contrato	Manufatura de equipo médico
		MediMexico S. de R.L. de C.V	EE.UU.	Lawrence, MA	1991	Hospitalización y cirugía	Sets de sondas, agujas y conectores, tubos de sangre de hemodiálisis
		Medplats Group	EE.UU.	Tempe, Arizona	N/D	Manufatura por contrato	Moldeo de inyección de plástico, sub-ensamble y ensamble final y empaque de dispositivos.
		Medtronic México, S. de R.L. de C.V.	EE.UU.	Minneapolis, Minnesota	1998	Cardiovascular	Válvulas de tejido cardíaco, catéteres de equipamiento cardiopulmonar, catéteres para angioplastia coronaria, catéteres de hemodiálisis, fusión espinal y diabetes, válvula mecánica para el corazón, desfibriladores cardíacos y sistemas de entrega de medicinas.
		Nypro Healthcare Baja (NPA de México, S. de R.L. de C.V.)	EE.UU.	Clinton, MA	1994	Hospitalización y cirugía	Dispositivos quirúrgicos, sets de infusión y sets de bomba de insulina
		OnCore Manufacturing (OnCore de México S.A. de C.V.)	EE.UU.	Fremont, Alameda, CA	2006	Hospitalización y cirugía	Equipos de diálisis, glucómetros, dispositivos para remedio de migraña y termómetros electrónicos
		Össur S. de R.L. de C.V.	Islandia	Reykjavik, Islandia	2010	Ortopedia	Rodilleras para soporte de ligamentos y osteoartritis y collarines cervicales

		Phase 2 Medical	EE.UU.	Rochester, NH	2014	Manufatura por contrato	Ensamble de dispositivos médicos y envases barrera estéril
		Pall Medical - Ensatec S.A. de C.V.	EE.UU.	Covina, CA	1985	Hospitalización y cirugía	Sistemas de filtros para respiración, filtros para pruebas de función pulmonar, filtros de infusión en el suministro de fármacos y la nutrición parenteral
		Posey S. de R.L. de C.V.	EE.UU.	Arcadia, CA	1998	Otro	Cobertores y protectores de cama, alarmas para caídas, bolsas de incontinencia, dispositivos de relleno para talón, cinturones de seguridad
		Santek (San Technology de México S.A. de C.V.)	EE.UU.	San Diego, CA	2013	Oftalmología	Lentes oftálmicos
		Sig Armolite de México S.A. de C.V.	EE.UU.	Carlsbad, San Diego, CA	2001	Oftalmología	Lentes y ensamble de productos oftálmicos
		Smiths Healthcare Manufacturing, S.A. de C.V.	Inglaterra	St Paul, Minnesota	1996	Respiratorio	Cassetes para diálisis, respiradores, sondas para administrar sangre, tubos endotraqueales y y cobijas para cirugía
		Sunrise Medical Tecnologías S.A. de C.V.	EE.UU.	Fresno, CA	1998	Ortopedia	Sillas de ruedas, respaldos y cojines antiescaras
		Surgical Specialties México S. de R.L. de C.V.	Canadá	Vancouver, Canadá	1989	Hospitalización y cirugía	Hojas y suturas de fabricación para uso quirúrgico (dental oftálmico), cuchillos quirúrgicos
		Syntech de Baja California S.A. de C.V. (Bio Medical Devices)	EE.UU.	Irvine, CA	1992	Hospitalización y cirugía	Ropa de hospital esterilizada y no esterilizada (batas)
		Thermofisher Scientific (Labomex MBP, S. de R.L. de C.V.)	EE.UU.	Waltham, MA	1989	Hospitalización y cirugía	Pipetas y puntas de pipeta, tubos de almacenamiento criogénicos, recipientes de cultivo, botellas de centrifuga, viales de suero
		Welch Allyn de México, S. de R.L. de C.V.	EE.UU.	Skaneateles Fall, NY	2006	Otro	Tensiómetros, termómetros, fundas, medidores y diversas lámparas
61							

Fuente: Elaboración a partir de base de datos propia (consta de 61 empresas).

Tabla 2. Tranfesores o emisores de la TT: Empresas en BC con sede corporativa en California, excluyendo al condado de San Diego, 2014

	Empresas con sede corporativa en California	Sede	Planta en BC	Patentes otorgadas (2008-2012)	Acerca de la empresa
1	Andercraft de México S.A. DE C.V.	Cucamonga, CA	Mexicali	0	Es una empresa derivada de Productos Andercraft, S.A., la cual fue fundada en 1981 en Anaheim, California. Andercraft creció rápidamente y se movió a Pomona, California donde funcionó hasta 1991. En un tiempo la empresa tenía un total de 20 máquinas de inyección de moldeo y luego se movió a un nuevo edificio 30,000 pies cuadrados en el Rancho Cucamonga, California. Predominan el moldeo de productos médicos desechables. Cuenta con un cuarto limpio clase 100,000. Como la economía de California empeoró con respecto al moldeo, la mayor parte del trabajo se movió a China, y una planta maquiladora fue abierta en 1994 en Mexicali, México. La instalación cuenta con 60,000 pie cuadrado y tiene la capacidad para productos industriales y de depósito. Con el éxito de la facilidad Mexicali, la empresa decidió en 2004 instalar una planta en Nogales, México, con 58,000 pies cuadrados. Las plantas han combinado más de 40 máquinas de inyección que moldea variados tamaños y tipo de piezas, además operan bajo la ISO 9001:2008. En 2006, Andercraft Productos S.A. fue disuelto y reorganizado como NNMH Marketing, LLC para supervisar las operaciones mexicanas. Cabe señalar que también ofrece servicios de diseño de Ingeniería y asistencia de moldeo y manejo de moldeo y reparación de máquinas. http://www.andercraftdemexico.com/
2	Carley Lamps	Torrance, Los Angeles, CA	Mexicali	N/D	Carley Lamps tiene su sede corporativa, el núcleo de I + D y de ingeniería con capacidades de fabricación completos alojados en Torrance, CA, con la mayor parte de su producción en Mexicali, BC. Carley comenzó sus operaciones en Mexicali en 1988 y tiene una bien establecida fuerza de trabajo. A principios de 1990 Carley desarrolló una lámpara médica de alta intensidad para laringoscopia de fibra óptica. Curtis Carley, vicepresidente, desarrolló y patentó la marca de la lámpara médica Mediflector. La lámpara médica Mediflector incorpora un reflector miniatura alrededor de un gas de alta intensidad de la lámpara. La óptica de fibra Industrial se ha apresurado a aprovechar el rendimiento de la Mediflector y, desde entonces, ha experimentado un crecimiento intenso en el campo médico iluminación. https://carleylamps.com/about-us .
3	ICU-Medical de México S.A. de C.V.	San Clemente, CA	Ensenada	33	En 1984, ICU Medical creó el mercado para conectores seguros para vía intravenosa con el lanzamiento del ClickLock, y transformó la industria nuevamente en 1993 con el lanzamiento de Clave, el primer conector de infusión IV sin aguja y cerrado, que continúa siendo la tecnología más confiable y ampliamente usada de su tipo en el mundo. En 2015, la empresa adquirió Excelsior Medical, con sede en San Clemente, CA, en \$ 59.5 millones de dólares. Con esta movimiento, la compañía espera para 2016 unos ingresos de 18 a 20 millones de dólares. http://www.massdevice.com/icu-medical-medline-split-59-5-excelsior-medical-buy/
4	Intuitive Surgical S. de R.L. de C.V.	Sunnyvale, CA	Mexicali	35	Intuitive Surgical es líder mundial en el emergente campo de la cirugía mínimamente invasiva asistida por robot. El Sistema Quirúrgico da Vinci de la compañía permite a los cirujanos operar de manera mínimamente invasiva a través de unas pequeñas

					incisiones o del ombligo. Con su sede central en Sunnyvale, California, Intuitive Surgical da servicio a clientes en todo Estados Unidos e internacionalmente. El prototipo original para el sistema da Vinci fue desarrollado a finales de 1980 en el antiguo Instituto de Investigación de Stanford bajo contrato con el Ejército de EE.UU. En 1999, puso en marcha el Sistema intuitivo da Vinci, y en 2000 se convirtió en el primer sistema quirúrgico robótico aprobado por la FDA para la cirugía laparoscópica general. En los años siguientes, la FDA aprobó el sistema da Vinci para la cirugía toracoscópica (pecho), los procedimientos cardíacos realizados con incisiones adyuvantes, así como urológica, ginecológica, pediátrica y los procedimientos de otorrinolaringología. En 2003, la compañía también adquirió su principal competidor, Computer Motion, Inc. http://www.intuitivesurgical.com/company/
5	Laboratorios Scantibodies S.A. de C.V.	Santee, CA	Tecate	0	El Laboratorio Scantibodies nació en mayo de 1976, en un garaje pequeño de la familia en San Diego. Treinta años más tarde, Scantibodies se ha convertido en una organización internacional, sin deuda, de más de 450 personas, fabricando más de 1500 productos. Hoy, vía el suministro a la mayor parte de empresas, prácticamente cada laboratorio clínico en el mundo tiene un componente o un equipo de prueba Scantibodies en su laboratorio. Durante los años 1990, Scantibodies abrió oficinas en posiciones estratégicas por todo el mundo. Hoy, cuenta con oficina en París, Francia, y Tokio, Japón, y también supervisa las actividades en el continente asiático. Una red de distribuidores alrededor del globo ayuda en la distribución de la 3a generación de equipos de prueba PTH y otros productos de cuidado crítico. En 2006, instaló una planta de manufactura en Tecate, BC, con 125,000 pies cuadrados. Esta planta realiza operaciones de fabricación PTK, y criadero del ratón de clase mundial vivarium diseñado para producir ratones virales libres en cuartos criadores para la producción de anticuerpos específicos. La planta también tiene laboratorios de investigaciones de la empresa y laboratorios de cultivo de célula. La mitad de la planta está actualmente disponible para la extensión de producción o contrato servicios de fabricación.
6	Masimo	Irvine, CA	Mexicali	0	Masimo Corporation es una empresa de tecnología global médica dedicada a la manufactura de dispositivos y sensores médicos no invasivos, para el monitoreo de nivel de oxígeno en la sangre, pulso cardíaco, hemoglobina, monóxido de carbono y actividad cerebral entre otros. El Corporativo se localiza en Irvine California. Fundada en 1989 por el Sr. Joe Kiani en un garage star-up. En 2001, inició operaciones en Mexicali con 15,000 ft2 y con una plantilla de 9 empleados. En la actualidad, tienen 140,000 ft2 con una plantilla de más de 2,000 empleados trabajando en 4 turnos en distintos horarios. Hoy en día, Masimo ha crecido hasta convertirse en una compañía de tecnología médica que cotiza en bolsa con éxito y proporciona empleo a más de 2,500 personas en todo el mundo, con unos ingresos de productos que han aumentado 4 veces en los últimos cinco años. Además, con licencia de la tecnología y los acuerdos con los principales fabricantes OEM de monitorización de pacientes que abarcan el planeta, tales como Atom, Datascope, GE Medical, Medtronic, Philips, Spacelabs y Zoll, entre otros. Masimo no sólo es el inventor de la oximetría de pulso y baja perfusión y tecnologías Pulse CO – oximetría–, sino también el líder en el mercado. Masimo es responsable de la invención de las tecnologías premiadas no invasivas que revolucionan la supervisión de paciente, incluyendo Masimo pulsa oximetry, Masimo el Pulso de Arco iris CO-OXIMETRY y la nueva hemoglobina Masimo no invasiva y continua total (SpHb). Recientemente,

					introdujo el primer dispositivo no invasivo que mide la hemoglobina total sin una aguja ni sangre. http://masimo.com/aboutmasimo/index.htm/http://www.siglo21.com.mx/index.php/11-medico/1637-masimo-anuncia-crecimiento-en-infraestructura
7	OnCore Manufacturing (OnCore de México S.A. de C.)	Fremont, Alameda, CA	Tijuana	0	OnCore Manufacturing es un proveedor líder de servicios de comercialización de productos de bajo volumen medio, productos de alta complejidad a blue-chip aeroespacial/defensa internacional , diversas empresas industriales y médicos de alta tecnología. La empresa tiene 13 lugares de fabricación, aproximadamente 3.750 empleados y unos ingresos anuales de aproximadamente \$ 770 millones. Los centros de servicios de ingeniería se encuentran en Naperville, IL, y Longmont, CO, e instalaciones de fabricación en Springfield y Wilmington, MA, Longmont CO, San Marcos, Fremont y San Jose, CA, Suzhou , China y Tijuana, México. OnCore gestiona productos de alta complejidad de los clientes mientras que les proporciona la máxima flexibilidad para administrar sus negocios en una estrecha colaboración. http://www.neotech.com/locations/otay-mesa-tijuana-mexico/ - http://www.ti.com/devnet/docs/catalog/companyfolder.jsp?actionPerformed=companyFolder&companyId=110
8	Orthomed Internacional S.A de C.V.	Calexico, CA	Mexicali	0	Ortho Med International Inc. es una empresa de ortodoncia, situado en Calexico, Imperial, California.
9	Pall Medical- Ensatec S.A. de C.V.	Covina, CA	Tijuana	0	Pall Corporation es un líder mundial en la filtración de alta tecnología, la separación y purificación, satisfacer las diversas necesidades de los clientes en todo el amplio espectro de las ciencias biológicas y la industria. Pall Life Sciences ofrece productos y servicios de vanguardia para satisfacer las necesidades exigentes de los clientes de descubrimiento, desarrollo y producción de medicamentos biotecnológicos, vacunas, terapias con células y productos farmacéuticos clásicos. Pall ofrece tecnologías médicas avanzadas, que suelen ser la última línea de defensa contra los patógenos peligrosos de un paciente. http://www.pall.com/main/about-us/about-us.page-http://www.pall.com/main/medical/co

10	Posey S. de R.L. de C.V.	Arcadia, CA	Tijuana	0	John Thornton Posey Posey fundó la compañía en 1937, cuando se construyó una cuna cama para un amigo hospitalizado. Dedicados a la manufactura de dispositivos médicos para el cuidado hospitalario de los pacientes en todo el mundo. Producen cobertores y protectores de cama para evitar caídas de los internos principalmente. Sin duda un tema muy importante para Posey, pues la prevención de caídas es su principal objetivo. Para ello cuentan con una amplia gama de productos que satisfacen estas necesidades. Hoy en día, la Compañía Posey fabrica más de 600 productos en todo el mundo. En el año 1998 fue fundada la empresa Posey en México, Tijuana. Actualmente Posey en México cuenta con 4 naves industriales en el Parque Industrial los Pinos. Una planta de manufactura y el resto esta en proyecto de transición para la instalación de los nuevos procesos y transferencia de producción. El mercado La empresa tiene sus oficinas centrales en Estados Unidos, Arcadia California, donde también llevan a cabo procesos de manufactura y funge como centro de distribución. Además de un centro de distribución en Chicago y una planta productiva en China. Bajo un programa de maquila, la operación local envía todo su producto terminado al corporativo para ser distribuido a diferentes partes del mundo, pues cuenta con una cartera de clientes que está creciendo significativamente. En 2014, inicio una reciente expansión que comprende 100 mil pies cuadrados de capacidad entre las 4 plantas, donde se albergarán nuevos productos y los que se producen actualmente pero en volúmenes más altos. Además de un edificio que funcionará como almacén de materias primas y producto terminado. Cabe señalar que a la fecha emplean a 350 colaboradores y se espera un crecimiento del 50% de nuevas plazas laborales. Asimismo, desde 2014, la planta está trabajando en la implementación de equipos y corridas piloto. http://siglo21.com.mx/index.php/sectores/11-medico/945-celebra-posey-su-15-aniversario-y-expansion-de-operaciones-en-tijuana
11	SDS de México S. de R.L. de C.V. Sybron	Orange, CA	Mexicali	18	Sybron era conocida anteriormente como SDS Holding Co. y cambió su nombre a Sybron Dental Specialties Inc. en agosto de 2000. La empresa se constituyó en 2000 y tiene su sede en Orange, California. Fabrica y distribuye aparatos e instrumentos dentales y de ortodoncia a través de subsidiarias, incluyendo Axis Dental, Kerr, SybronEndo y ORMCO. Sybron y sus filiales lideran los fabricantes tanto de una amplia gama de productos de valor añadido para la profesión dental, incluidos los mercados de especialidades de ortodoncia, endodoncia y la implantología, y una variedad de productos de prevención de infecciones para su uso por la profesión médica. Sus líneas de productos incluyen aparatos ortodoncia, los sistemas de implantes dentales, herramientas de limpieza y la impresión y materiales de restauración. La compañía también hace suministros de endodoncia (incluyendo cirugía dental), piezas de mano, desinfectantes, agentes de curado y otras herramientas. Fuera de la odontología, la empresa tiene una línea más pequeña de los productos para los médicos. Sybron comercializa sus productos tanto en forma directa a través de sus subsidiarias y a través de distribuidores en todo el mundo. La compañía es una filial de herramientas y gigante de la tecnología Danaher. En 2006, Danaher Corporation anunció que ha completado la fusión de su subsidiaria indirecta en Sybron y, como resultado, Sybron ha convertido en una subsidiaria totalmente de Danaher. http://www.kavokerrgroup.com/-http://www.siglo21.com.mx/index.php/11-medico/1296-sds-de-mexico-realiza-la-primera-semana-de-seguridad-salud-y-medio-ambiente-sds-2014

12	Sunrise Medical Tecnologías S.A. de C.V.	Fresno, CA	Tijuana	0	Sunrise Medical es uno de los mayores fabricantes y distribuidores de sillas de ruedas, respaldos y cojines, scooters eléctricos, grúas hospitalarias y ayudas técnicas. La oficina central de Sunrise Medical está en Malsch, Alemania y la sede corporativa de América del Norte está en Fresno, California. La compañía emplea a 1,800 asociados. Cuenta con fábricas en Estados Unidos, México, Alemania, Reino Unido, España, Polonia y China. La gama de productos incluye marcas líderes como RGK, Quickie, Jay, Zippie, Breezy, Sterling y Coopers, los cuales son distribuidos en más de 130 países por todo el mundo.
13	Syntech de Baja California S.A. de C.V. (Bio Medical Devices)	Irvine, CA	Tijuana	0	Syntech Internacional ha estado en el negocio desde 2004. Antes de eso, Syntech Internacional estaba llevando a cabo negocios como Bio-Medical Devices, que ha estado en el negocio desde 1994. Durante los muchos años Syntech ha estado en el negocio, han convertido una amplia variedad de materiales, utilizando una amplia variedad de técnicas de procesamiento. Syntech Internacional ha desarrollado e implantado un sistema de calidad extremadamente robusto Six Sigma. Cuenta con las certificaciones de la FDA , el NIOSH , CE e ISO 13485.

Tabla 1.3. Transfesores o emisores de la TT: Empresas en BC con sede corporativa en San Diego, California, 2014

	Empresa con sede corporativa en San Diego	Sede	Planta en BC	Patentes registradas (208-2010)	Acerca de la empresa
1	Apon Industries	San Diego, CA	Tijuana	0	Desde 1998, APON Industrias es un creador de inyección verticalmente integrado que provee de la responsabilidad sola de la fuente con el grado óptimo que fabrica condiciones. APON satisface a los clientes que requieren el moldeado de precio bajo y la ensambla con un compañero de la fabricación que proporciona la calidad superior, el funcionamiento, y entrega a tiempo. APON se estableció en 1998 con cuatro máquinas, 80 toneladas con un cliente, con un edificio de 5000 pies cuadrados. En el año 2000, la empresa creció con un edificio de 25,000 pies cuadrados y 21 máquinas. Durante 2003, aumentó a 80,000 pies cuadrados, logró la certificación de ISO, añadió más máquinas. En 2003, comenzó la división médica. En 2008 añadió otro cuarto limpio. Para 2011, tiene un total de 46 máquinas de inyección de moldeo y 4 blow molding. En 2012, Nishiba Industry Coportarion y Apon Industries Corp Merged se aliaron y nació ANAGLOBAL LLC. Apon Industries Corp Merged y Corp de Industrias Nishiba han combinado sus operaciones bajo la nueva identidad Ana Global LLC, basado en San Diego. Ana Global emplea aproximadamente 1,250, obreros especializados en la fabricación de herramientas. La firma utiliza cuatro instalaciones de producción mexicanas - tres en Tijuana y un en Nogales - y maneja 110 máquinas de inyección de moldeo de 25-1,600 toneladas. También maneja cuatro blow molding. La producción de metal y plástico médico representa aproximadamente el 35 por ciento del volumen de las ventas de ANA e incluye componentes moldeados para sistemas respiratorios. Los biseles, cabinetry y el mercado de televisión de lustre alto representan el 20 por ciento de ventas, y los ambientadores cubren aproximadamente el 12 por ciento. ANA invirtió cerca de 3 millones de dólares durante 2013 para el equipo, incluyendo

					máquinas de moldeo plástico. Las operaciones de ANA incluyen sitios de producción de componentes médicos en Tijuana (en 1998) y Nogales (2010). Los plásticos de precisión se procesan en una de las plantas de Tijuana y otra planta fabrica hojas metálicas, también en Tijuana. En Tijuana, se llama Apon Medical Molding and Assembly SA DE CV http://www.plasticsnews.com/article/20120928/NEWS/309289971/apon-industries-merges-with-nishiba-to-form-ana-global
2	Biotix International S. de R.L. de C.V.	San Diego, CA	Tijuana	0	Es un fabricante de bienes consumibles de laboratorio y soluciones líquidas. Han desarrollado las pipetas más avanzadas con tecnologías de punta disponibles en la fabricación de categoría mundial y normas de calidad. La oficina central Biotix Corporativa está localizada en el Valle Sorrento en el corazón de la industria biotecnológica de San Diego. Lo más reciente 46,000 pies cuadrados Las instalaciones principales alberga al equipo ejecutivo, el desarrollo de producto, el marketing, la información y reclamaciones, la contabilidad, y el centro de distribución. Recostado en el centro de productos médicos de California junto con otras empresas principales estadounidenses como la Sonda general, GE la Asistencia médica, y Medtronic, Biotix funciona maneja 70,000 pies cuadrados de instalaciones. Dispone de una planta de fabricación en Baja California. La planta está certificada tanto con ISO 9001:2008 como FDA certificado. Biotix es un miembro de la Sociedad Americana para la Calidad (ASQ). Biotix ha desarrollado más de 100 nuevos productos innovadores, y ha realizado 30 solicitudes de patentes, en el campo de ciencias de la vida, clínica, farmacéutica y laboratorios de biotecnología. El sitio también tiene la infraestructura para apoyar hasta 100 máquinas de moldeo de producción. Esta posición expresamente fue diseñada por Ingeniería de Biotix que busca apoyar la fabricación de punta mediante la robótica. http://biotix.com/sites/default/files/biotix_company_profile_sep_2012.pdf
3	Block Medical de México S.A de C.V.	San Diego, CA	Tijuana	0	En 1996, Block Medical Inc. fue adquirida por I-Flow. Block Medical es una compañía de bomba de infusión ambulatoria que fabrica y comercializa dispositivos de infusión ambulatorios. La empresa tiene su base en San Diego, California. La compañía de Irvine, I-Flow, dijo que espera que pagar \$ 17 millones en efectivo y acciones por los activos de Block Medical's. Block Medical's, una unidad de Hillenbrand Industries Inc. en Batesville, Ind., tuvo ventas de \$ 13.5 millones para el año fiscal de 1995, en comparación con el total de I-Flow de \$ 10.1 millones el año pasado. Block Medical's incluye 160 trabajadores de fabricación en su planta de Tijuana. La empresa tiene una patente, de 1996, del sistema de infusión programable a distancia. El sistema de infusión programable a distancia comprende una memoria para almacenar un protocolo programable y un puerto de comunicación a distancia para enviar una señal de voz a un transceptor de tonos remota y para recibir una señal de programación remota desde el transceptor remoto. http://articles.latimes.com/1996-04-24/business/fi-62218_1_san-diego
4	Breg México, S. de R.L. de C.V	Carlsbad, San Diego	Mexicali	9	Fundada en 1989, Breg tiene su sede en Carlsbad, CA y es una empresa de Water Street Healthcare Partners, un inversor estratégico enfocado exclusivamente al cuidado de la salud. Breg fabrica productos de medicina deportivos y servicios que avanzan en el cuidado del paciente ortopédico. Es pionero de la terapia fría y en la innovación del servicio al cliente del cuidado ortopédico y ganadora de soluciones de negocios en

					prácticas ortopédicas.
5	Calibaja Manufacturing Services S. A. De C.V. (CALIBAJA ELECTRONICS)	Calexico, Imperial, California	Mexicali	0	Es una empresa maquiladora con una experiencia de más 20 años. Fundada en 1994. Han producido una gama diversa de productos en distintas industrias y procesos. La empresa tiene experiencia extensa: Embalaje del ensamble de fabricación de electrónica y ensamble, y fabricación de dispositivo médicos y ensamble de productos dentales, entre otros. Emplea a más de 350 empleados extendidos sobre México, California y Pensilvania con una clientela entre el rango de tamaño desde las 500 corporaciones de Fortune hasta empresas pequeñas de recién inicio. Su planta está ubicada en Mexicali, ya que hay una mano de obra barata, estable, y profesional, su proximidad con Estados Unidos, tecnología vanguardista, recursos naturales abundantes, la infraestructura de categoría mundial, y costos de producción a escala mundial competitivos.
6	CareFusion (PRODUCTOS URÓLOGOS DE MÉXICO S.A. DE C.V.)	San Diego, CA	Mexicali	17	En 1897, Maxwell Becton y Fairleigh Dickinson fundaron a Becton, Dickinson and Company por una visión para mejorar resultados para los pacientes. BD es de capital estadounidense y desde hace más de 100 años fabrica y vende suministros para equipos médicos, instrumentos de laboratorio, anticuerpos, reactivos y productos para el diagnóstico. BD tiene tres sectores de productos: BD diagnóstico, BD biosciencias y BD Medical, con una amplia gama de dispositivos médicos. La empresa productora de catéteres intravenosos CareFusion fue adquirida por la empresa Becton, Dickinson & Company (BD), en marzo de 2015, en una transacción valuada en 12,600 millones de dólares, más 2,000 millones de deuda. Con esta alianza se convertirán en una de las firmas más importantes de la industria médica en el mundo. De conformidad con los términos del Acuerdo de la fusión, CareFusion se hizo una filial totalmente poseída de BD. Como consecuencia de la terminación de la adquisición, CareFusion dejará de comerciar, y será borrado de la Bolsa de Nueva York. CareFusion es una empresa que genera cerca de 4 billones de dólares al año, comentó, mientras que BD genera otros 8 billones. Las operaciones de ambas firmas se realizarán bajo el nombre de BD y unidas serán la quinta empresa más importante a nivel mundial en la manufactura de productos médicos, con alrededor de 45,000 colaboradores. Por su parte, BD tiene canales de venta muy fuertes en Europa, Asia y Latinoamérica, en tanto que CareFusion los tiene en Estados Unidos, de ahí que esta alianza generará un importante crecimiento en todas las plantas del corporativo. CareFusion pone en venta productos como sistemas de infusión intravenosos y la distribución de medicación automatizada y sistemas de manejo de suministro. Actualmente, la planta de Tijuana produce en promedio 1 millón de sets de catéteres intravenosos al día, con una plantilla laboral de 4,700 colaboradores. Dicha cifra la coloca como una de las empresas más grandes en Baja California, debido al volumen de empleos, además de ser una de las que fabrica la mayor cantidad de sets intravenosos alrededor del mundo, abasteciendo por sí sola a casi 50% del mercado de Estados Unidos. Originalmente, Sistemas Médicos Alaris se funda con capital norteamericano en 1997 cuando se fusionan en una sola entidad las compañías IVAC e IMED. Para 2003 Alaris logra obtener ventas récord por 525 millones de dólares. En junio del 2004 es adquirida por el corporativo a nivel mundial Cardinal Health convirtiéndose en parte de una empresa que cuenta con más de 55,000 colaboradores en todo el mundo. Para el 2009, con la visión de la seguridad en los pacientes y la reducción en el costo

					del cuidado de la salud, nace CareFusion como una compañía global de tecnología médica al servicio de la industria del cuidado de la salud con productos y servicios que ayudan a los hospitales a mejorar perceptiblemente la seguridad y la calidad de la atención. Se convirtieron en una empresa independiente que cotizaba en bolsa desde el 1 de septiembre de 2009, tras la separación de la empresa de productos clínicos y médicos Cardinal Health. http://eleconomista.com.mx/estados/2015/03/25/adquiere-bd-planta-carefusio/
7	CareFusion-Alaris (Sistemas Médicos Alaris S.A. de C.V.)	San Diego, CA	Tijuana	15	Misma información de la empresa anterior.
8	Coastline International de México S.A de C.V.	San Diego, CA	Tijuana	0	Coastline International ha estado fabricando productos de alta calidad para otras empresas desde 1981. Con su sede en San Diego, California, es una corporación privada estadounidense con instalaciones extranjeras de fabricación en Tijuana. El cliente típico de la empresa desarrolla y vende productos de electrónica o productos de dispositivos médicos en EE UU y mercados extranjeros. En el sector médico, produce productos de Clase I y II, desechables y consumibles, esterilizados y no esterilizados. La empresa ha fabricado dispositivos médicos para clientes OEM durante más de 30 años. Manejan varios cuartos limpios Clase 8 (Clase 100,000), dentro del registro de FDA. La empresa reduce al mínimo la inversión del cliente en tiempo y recursos al manejar toda la logística para transportar (importando como apropiado) todas las materias primas y componentes para dispositivos médicos a su facilidad de la fabricación en México Tijuana. Las capacidades son el ensamble manual de componentes y sub ensamblajes de procesos secundarios de fabricación; la soldadura de rayo láser ultrasónico y el embalaje y el empaquetado -el embalaje del producto final- la pre esterilización, el etiquetado -la impresión y la esterilización de aplicación; el textil médico; la costura. La empresa tiene 250-350 empleados y casi 40,000 pies cuadrados de instalaciones de la fabricación, incluyendo varias ISO 13485 Clase 8 espacios limpios. Tienen la certificación FDA e ISO. http://www.coastlineintl.com/about.html
9	DJO Global S.A. DE C.V	Vista, San Diego, CA	Tijuana		Elaboración de dispositivos ortopédicos de alta calidad, dedicados al deporte, rehabilitación y terapia, así como implantes y prótesis. El producto más importante es el soporte. Al principio, la empresa se llamaba DonJoy e inició en un pequeño garaje de Carlsbad, California en 1978. Los primeros productos eran mangas simples hechas de neopreno cosido que fue tirado sobre la rodilla, el tobillo, y articulaciones del codo para el apoyo. El negocio realmente comenzó a crecer en 1980 cuando la empresa introdujo un dispositivo de apoyo de rodilla disponible rígido que llamó la abrazadera de rodilla de 4 puntos. La era moderna de medicina deportiva estaba en su primera infancia y los productos como los de DonJoy contaban de repente con la alta demanda. En 1987 Smith & Nephew, conglomerado de dispositivos médico basado en Londres, compraron DonJoy por veinte millones de dólares. En 1995 DonJoy adquirió Procure, una empresa de productos ortopédicos, y antes de finales de los años 1990 DJO generaba aproximadamente cien millones de dólares por año. En 1999, el equipo directivo DonJoy arregló una compra leveraged, cambió el nombre de DonJoy a la DJ Orthopedics y se convirtió en una empresa pública. Durante varios años la empresa experimentó un periodo sin precedentes de crecimiento. Todo o parte de siete nuevas empresas fueron adquiridas, incluyendo el negocio de tejidos de Depuy; de estímulo de crecimiento de hueso de Orthologic; la línea de productos de terapia fría de Durakold; equipo superior médico, de Axmed; el negocio de tejidos

					ortopédicos de Bis; y finalmente Aircast en 2006. Aquel mismo año el nombre de la compañía fue cambiado a DJO Incorporado para reflejar la amplia gama de líneas de productos. En 2007, DJO fue comprado por el Grupo Blackstone y otra vez se hizo una empresa privada. Con las empresas combinadas dieron el nombre de DJO, cambiando la industria de dispositivos ortopédica prácticamente de la noche a la mañana con su ofrecimiento de rehabilitación, la terapia de dolor, la fisioterapia, e implantaciones quirúrgicas reconstructivas. Durante los últimos años, DJO ha comprado varios de sus distribuidores en posiciones claves, incluyendo Australia, Canadá, Sudáfrica y Túnez. Estas adquisiciones estratégicas dan el control casi total a la empresa sobre las ventas y la distribución de sus productos en los más de tres docenas de países. Hoy, DJO Global sigue cultivando sus ofrecimientos de producto con adquisiciones estratégicas, incluyendo el Bell-Horn, la terapia elástica y Dr. Comfort. DJO Global es ahora la empresa de mil millones de dólares dedicada al permiso de la gente vivir sus vidas a lo más lleno por proporcionando dispositivos inteligentes médicos y servicios de la prevención a la recuperación. En los últimos años, DJO ha comprado varios de sus distribuidores en el extranjero en lugares clave, como Australia, Canadá, Sudáfrica y Túnez. http://www.djoglobal.com/corporate-info/our-company/history
10	Lancer Orthodontics de México S.A. De C.V.	Vista, San Diego, CA	Mexicali	0	Con más de 40 años de historia en fabricación, Lancer es un proveedor global de productos de ortodoncia para unos miles de ortodoncistas y dentistas por todo el mundo. La empresa diseña, fabrica y pone en venta productos que utilizan tres sistemas: tradicional (bastidor), progresivo (inyección metálica que moldea MIM) y nuevo Ortho individualizado (aplicaciones específicas personalizada a pacientes). Fabrica casi 7,000 productos, con más de 230 empleados. Utilizan moldeo de inyección de metal. http://fichas.findthecompany.com.mx/1128108031/Lancer-Orthodontics-de-Mexico-S-A-de-C-V-en-Mexicali-B-C
11	Santek (San Technology de México S.A. de C.V.)	San Diego, CA	Tijuana	0	San Technology, Inc. (Santek) se dedica a la fabricación de artículos oftálmicos y elaboración de lentes en tercera dimensión y de displays. Es una empresa basada en San Diego, California, que se especializa en displays. Mientras su oficina central está localizada en San Diego, la fábrica principal fue establecida en Shanghai, China, en 2003, como una filial totalmente propiedad de San Technology, Inc. (Santek). Además de la planta de Shanghai, Santek maneja una segunda fábrica en Zhuhai, China, y una tercera fábrica en Tijuana, México. Hoy, las fábricas de Shanghai y Zhuhai emplean a aproximadamente 1,000 empleados. Además de la oficina central mundial en Estados Unidos y tres fábricas en China y México, tienen filiales en Japón, Hong Kong y Alemania para satisfacer las necesidades de Asia, Oceanía y mercados de Europa. http://www.sandiegored.com/noticias/45003/Dos-nuevas-maquiladoras-llegan-a-Tijuana/
12	Sig Armolite de México S.A. de C.V.	San Diego, CA	Tijuana	0	Signet Armorlite, Inc. celebra su 67 aniversario desde su incorporación. La oficina central y el centro de tecnología de lentes, Signetek, están localizados en Carlsbad, California. Las lentillas de cristal y moldes son diseñados y producidos en Crossbows Optical, una filial con total propiedad localizada en Irlanda del Norte. El sello Armorlite sostiene la licencia de distribución mundial para lentillas KODAK y es un distribuidor autorizado para 3M para óptico en Norteamérica, con aproximadamente 1,000 empleados. El sello de los productos de Signet Armorlite es protegido por patentes en EE UU y en otras partes, y es propiedad o licenciado al sello Armorlite.

Fuente: A partir de base de datos de INEGI, DENEUE, y Sedeco (Medical Device and Manufacturing Directory) y sitios web de corporativo