



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
MAESTRÍA EN ECONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS
ECONOMÍA INTERNACIONAL

**La industria electrónica de Guadalajara y su zona metropolitana. Su
inserción a las cadenas globales de valor. 2001-2014**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN ECONOMÍA

PRESENTA:
LILA ILIANOVA SÁNCHEZ CARBAJAL

TUTOR:
MIGUEL ÁNGEL RIVERA RÍOS
FACULTAD DE ECONOMÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX. SEPTIEMBRE, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado durante mis estudios de maestría, así como al Instituto de Investigaciones Económicas y Facultad de Economía por todas las valiosas enseñanzas y a la UNAM que me ha brindado todo. A la administración del IIEc, en particular a Juan Martínez que me brindó apoyo en todo momento.

Agradezco más que profundamente al Dr. Miguel Ángel Rivera Ríos por la paciencia, atención y tutoría, sin él no hubiera sido posible la culminación de mi trabajo. Le expreso mi agradecimiento y respeto infinito. Así como a los sinodales por su atención y esmero en la revisión de mi trabajo, Dr. Sergio Ordóñez Gutierrez, Dra. Rosalba Polanco Piñeros, Dr. René Caballero Hernández y Dr. Enrique Dussel Peters.

A mis padres y hermana que son mi todo y quienes coadyuvaron al logro de este trabajo, pero además a cada logro y avance que he tenido en la vida; con ellos no me hace falta nada. Ílich, tu sonrisa nos iluminó la vida.

A mis primos que la vida no me permitió elegir pero sin duda lo hubiera hecho, Adriana, Diana, Ernesto y Víctor y a la familia que elegí Tania, Adri, Luis Carlos, Eduardo, Iñaki, Ricardo, Alma, Diana Rocío, Olaf y Emmanuel, gracias a todos por motivarme y hacer de la vida un camino tan divertido.

índice	
Introducción	5
Capítulo 1. Globalización y la nueva estructura mundial de la producción.....	17
1.1 Revolución tecnológica y nuevo régimen de producción: la manufactura flexible.....	17
1.2 Globalización e integración global de la producción. Cadenas globales de valor	19
1.3 Localización y dinámica territorial.....	26
1.3.1 Clusters tecnológicos	33
1.3.2 “Clusters” en países en desarrollo.....	35
Capítulo 2. La industria electrónica a nivel internacional	38
Ubicación.....	38
2.1 Estructura de la cadena de valor de la industria electrónica: de 1980 hasta finales de los 1990.	40
2.1.1 Sectores y agentes participantes.....	46
Equipo de cómputo.....	46
Semiconductores	48
Equipo de telecomunicaciones.....	51
Equipo de audio y video.....	53
2.2. Segunda etapa de la electrónica: La era de redes e Internet. Sectores y agentes participantes	56
Equipo de cómputo.....	57
Semiconductores	59
Equipo de telecomunicaciones.....	60
Equipo de audio y video.....	63
2.1.3 Producción y comercio, participación por regiones y países.....	64
2. 2Dinámica de las rentas tecnológicas	72
2.2.1 La dinámica de las rentas tecnológicas en la era de redes e internet.....	74
Capítulo 3. Contrastación del modelo de inserción en Asia y América Latina: México	77
3.1 Condiciones de aprendizaje en la cadena de valor de la electrónica, México ante la experiencia asiática.....	77

3.2 La industria electrónica en América Latina	82
3.3 La industria electrónica en México.....	85
¿Cómo logró México ese posicionamiento en las redes globales de la industria electrónica?	87
3.4 Antecedentes	87
3.5 Principales indicadores económicos de la industria electrónica en México	93
3.6 Especialización de la industria electrónica en México por estado-localidad	100
Tijuana.....	103
Ciudad Juárez	104
Guadalajara	105
3.7 Marco institucional	106
Capítulo 4. Restructuración del sector electrónico de Guadalajara y su zona metropolitana de 2004 en adelante: las empresas OEM y CM y la emergencia de la subcontratación en diseño.....	111
4.1 Antecedentes	113
4.2 El clúster electrónico de Guadalajara y su zona metropolitana. ¿Clúster o ecosistema?	117
4.3 La competencia de China y la restructuración del sector electrónico de Guadalajara.	118
4.4 El arribo y expansión de las OEM especializadas en diseño	123
4.5 La emergencia de un ecosistema y sus agentes empresariales participantes	124
4.5.1 Organismos empresariales	124
4.5.2 Los agentes no empresariales	138
Conclusiones	143
Bibliografía	147

Introducción

La industria electrónica con sus diversos segmentos (profesional y de consumo) se encuentra en el núcleo de la revolución tecnológica que permitió, sumada a otros factores como la globalización y la liberalización, el cambio de régimen de producción. Este cambio implicó pasar de la producción fordista integrada verticalmente a la producción flexible y a la segmentación global de la producción o producción global integrada (ver Ernst, 2006; Fajnzylber, 1983, Gereffi, 2001).

De esta manera, la industria electrónica forma parte del patrón industrial de las tecnologías de la información y la comunicación; junto con la computación, el software y las telecomunicaciones son el eje del nuevo paradigma que se empezó a constituir iniciada la década de los 1980. Por electrónica nos referimos esencialmente a los dispositivos que funcionan a base de semiconductores o transistores de los cuales existe una tipología en función del papel que desempeñan (Reid, 1985).

Se ha considerado al transistor como la célula básica de la tecnología informática; su papel consiste en “computar” es decir, crear la base de un sistema de comunicación entre el ser humano y la máquina, llamado originalmente binario, que permite ejecutar diversas funciones que antes las personas llevaban a cabo de manera muy trabajosa. Establecida la comunicación con ceros y unos, vino la programación y el software que implican dar instrucciones para resolver determinados problemas. Con el software se abrió un caudal de posibilidades para la ejecución de múltiples tareas industriales, de servicios y de entretenimiento. La tecnología genérica que emerge de esa simbiosis fue primeramente la computadora electrónico digital, primero aislada y luego en redes, que es el modelo fundamental en la actualidad. El software es indispensable para la industria electrónica si consideramos que el hardware requiere un sistema intangible para su funcionamiento, el cual es un medio de emitir instrucciones estandarizadas, o sea, propiamente un lenguaje comprensible para el ser humano; por lo anterior es por ello que en esta tesis se le incluye en el análisis. Aunado a ello, en Guadalajara y su zona metropolitana, se verificó cierto

avance en actividades que no son de la industria electrónica pero se derivaron gracias al ecosistema electrónico; tales como la prueba y la validación.

La industria electrónica es una de las más dinámicas en el mundo en términos de producción y comercio; además de proporcionar medios de producción es importante generadora de bienes de consumo (Dussel, 2004); la computadora electrónico digital puede ser a la vez un medio de producción o un medio de consumo. Los componentes – transistores- se dirigen a la producción y se destinan a equipo de computación y oficina, equipo de telecomunicaciones, electrónica de consumo: audio y video, componentes electrónicos y equipo de precisión (O’Reagan, 2008; Ordóñez, 2005); la cual es la clasificación estándar de la industria electrónica.

De los cinco elementos descritos, tres de ellos forman parte del patrón industrial de las tecnologías de la información y comunicación y contribuyeron a la revolución tecnológica y posterior segmentación de la producción: componentes electrónicos, equipo de cómputo y equipo de telecomunicaciones; en los cuales nos centraremos debido a su relevancia en la transformación productiva, pero sin dejar de lado al equipo de audio y video e instrumentos de precisión por su pertenencia al sector.

Los primeros avances en la industria datan de los 1950, sin embargo es importante destacar que fue hasta la década de los 1980 que se abrió una nueva etapa con la PC y quedó atrás la era de los mainframes. Con la digitación y las redes se dio paso a un cambio profundo en la producción a escala global, con bajas y altas de rentabilidad de las categorías específicas de productos (Rivera et al, 2015). El salto a la producción global integrada requirió otras adecuaciones político-institucionales como el cambio en los regímenes de competencia, reorientación de participación del estado en la economía, etc.

Convencionalmente el año de 1971 puede considerarse de instalación de la nueva tecnología y el avance gradual a su nuevo sentido común o nuevo paradigma tecnológico (ver Pérez, 2004, pp. 46). Ese año la empresa INTEL presentó el primer microprocesador destinado a comenzar un elevamiento exponencial del poder de computación. Así comienza un quinto Kondratiev ascendente que lleva a la difusión de la

revolución tecnológica. Por su amplitud espacial ese Kondratiev es global. La producción de los bienes informáticos materiales y los no materiales se fragmenta y se distribuyen globalmente, formando cadenas y redes globales de producción. Estas cadenas globales de valor o redes globales de producción están presentes en todo tipo de industrias, desde agropecuarias, textiles, electrónicas, automotrices, etc.

La tesis se centrará en las redes globales de producción de la misma industria electrónica. Los eslabones o etapas de dichas redes comprenden básicamente: I&D, diseño, proveeduría de materias primas y componentes; manufactura y ensamble y subensamble de componentes y productos terminados; prueba de producto, mercadeo y servicios post venta. Como expone Ernst (2003), las redes globales de producción han generado una actividad dispersa pero concentrada, es decir, se segmenta la producción y se coloca en distintas partes del mundo, pero a su vez, se concentran las actividades de mayor contenido tecnológico en ciertos territorios. Este proceso ha dado lugar a la creación de aglomeraciones industriales, *clusters* o ecosistemas.

Los siguientes temas de investigación son los que consideramos más relevantes:

- a) La extensión y profundización de las redes globales, incorporando una multitud de territorios locales en diversos países.
- b) La jerarquización de esta estructura de redes, definiendo centro de control y comando y agentes subalternos en diferentes posiciones de importancia.
- c) Conformación de una estructura de valorización, que canaliza ganancias extraordinarias a los agentes de posición jerárquica superior. Los agentes subalternos, aunque tienen una participación muy inferior en la rentabilidad, cuentan con la posibilidad de absorber el conocimiento tecnológico y convertirse en competidores, escalando a posiciones superiores en las redes globales.
- d) Constitución de ciclos de vida de producto y tecnología, que llevan al máximo las ganancias extraordinarias de una determinada categoría de producto, para después declinar al constituirse algunos en *commodities* (productos maduros con bajo margen

de ganancia). Cuando se llega a ese punto los *commodities* tiende a iniciar otro ciclo de vida, pero en países de desarrollo tardío.

- e) Potenciación del aprendizaje tecnológico: las redes funcionan como conductos para la transmisión de conocimiento tecnológico. Ello abre una posibilidad de *up- grading* a favor de las empresas de países atrasados (ver Gereffi, 1999).
- f) El *up-grading* es promisorio pero puede quedar confinado a un pequeño grupo de empresas y no llegar a adquirir masa crítica para afectar el desarrollo local-nacional.
- g) Restricción del aprendizaje tecnológico: Cuando la relación inter empresarial implica flujos patentados de conocimiento se restringe la posibilidad de que la entidad receptora haga progresos mayores en la cadena global de valor. A la vez, si las empresas globales extienden sus actividades por medio de filiales, o sea por medio de operaciones inter-firma, por definición quedan prácticamente excluidas las empresas nacionales y por ende las posibilidades de aprendizaje organizacional son limitadas.

Tratando de integrar los incisos anteriores tenemos: la producción de estar concentrada en un lugar ha pasado a estar dispersa, generando una división global del trabajo, o sea, una nueva organización caracterizada por la interconexión. La nueva organización implica que los países desarrollados pasan a ser gestores y coordinadores del conocimiento tecnológico y los países en desarrollo interactúan como entidades subalternas proporcionando elementos complementarios, sobre todo fuerza laboral; para superar o mitigar esa relación de subordinación los agentes productivos de los países atrasados deben captar y asimilar el conocimiento tecnológico con el fin de avanzar en las redes o cadenas productivas.

En función de los factores que potencian y restringen el aprendizaje tecnológico solo un puñado de países ha logrado avances significativos y generalizados en la cadena de valor (Ernst, 2010). Esos países, primero los “tigres” asiáticos y luego China, captaron los beneficios de las redes globales porque acumularon con antelación fuerzas mediante políticas activas o porque ejecutaron políticas paralelas de apoyo. Para la generalidad de los países subdesarrollados que desmantelaron sus estados intervencionistas o no pasaron por

procesos previos, la inserción a las cadenas globales de valor significó un confinamiento a actividades de bajo rango, mayormente ensamble, de baja rentabilidad. Las mayores rentas tecnológicas y valor agregado quedaron controladas por los líderes de red que erigen barreras a la entrada y derivan su poder del control de los activos de conocimiento.

De esta manera se pueden identificar dos niveles en términos de capacidades y rentabilidad: a) Coordinación de la red y la ejecución de actividades de alto rango (I&D, diseño) y b) Proveedores en actividades de rango medio y bajo. El primer nivel corresponde a países avanzados y sus respectivas empresas; el segundo a países de desarrollo tardío con o sin empresas propias. Este segundo nivel debe subdividirse en dos, para separar a los países que efectúan proveeduría de rango superior (núcleo endógeno cohesionado¹) de los que efectúan proveeduría de rango inferior, generalmente por filiales de empresas líderes (núcleo endógeno empresarial no cohesionado). Entre estos últimos cabe una ulterior diferenciación de acuerdo al nivel de industrialización de los países proveedores.

El caso más desfavorable desde el punto de vista de las opciones de desarrollo nacional es el de aquellos países cuyo núcleo endógeno está débilmente cohesionado y se asocia a desniveles intersectoriales o bajo nivel de industrialización. Como el concepto de núcleo endógeno desempeña un papel muy importante en esta tesis procederemos a su definición formal.

En el segundo apartado del capítulo V titulado: La eficiencia y el núcleo endógeno de la nueva industrialización, Fajnzylber se refiere a la centralidad que adquiere la “creatividad” (o capacidad para innovar en sentido amplio) para lograr un crecimiento con inclusión social en el que AL está trunco. El canon para América Latina que él está pensando es Japón. Dice: una expresión inequívoca de creatividad, desde la perspectiva de los sectores empresariales que lideraban el proceso, sería la organización económica de Japón.

En referencia a lo anterior, el núcleo endógeno tiene, en Fajnzylber, dos dimensiones. De una parte, como se desprende de su reflexión sobre Japón, y por extensión a Corea del

¹. De acuerdo a la definición de Fajnzylber, 1983.

Sur, sería la articulación empresarial en la que se define la estrategia para una industrialización basada en la creatividad; de otra parte están las llamadas relaciones intersectoriales a las cuales se debe orientar la acción estratégica del núcleo endógeno: a) la rama de alimentos agrícolas (que sintetiza la vinculación agricultura e industria), b) la automotriz y c) los bienes de capital (p. 372).

Por lo tanto el NE de la dinamización tecnológica consiste en lograr la superación de carencias y rezagos, "...apoyándose, en el caso de cada país, en las respectivas potencialidades en términos de recursos y conocimientos o tradiciones de especializaciones en ciertos sectores. El sentido general sería, entonces la adecuación del contenido de la industrialización..." (pp. 374-375).

Para el caso de México, adoptando el enfoque de Fajnzylber decimos que el NE en México es débil, queriendo significar obviamente que la articulación empresarial para una industrialización basada en la creatividad es débil o insuficiente y ello se expresa en el atraso de los tres sectores principales. No obstante, hay acciones esporádicas y expresiones materiales de creatividad, pero a escala menor, que pueden ser el punto de partida. Precisamente la experiencia que estudiamos en Guadalajara es expresión de eso último.

En el escaño más bajo cuando el núcleo endógeno es inexistente, como en la República Dominicana, se producen fenómenos regresivos en la inserción a las cadenas globales. Entre esos últimos están aquellos casos que Kaplinsky (2005) llama de inmisericación, donde los trabajadores que efectúan actividades de ensamble entregan más de lo que reciben; esa situación queda disfrazada, como explica ese autor, por el ambiguo sistema de registro estadístico, que sólo por excepción considera las exportaciones netas, no distingue el valor agregado territorial del nacional y no pondera por la intensidad del trabajo en las plantas y empresas maquiladoras (op.cit.). Ver cuadro 1.

Cuadro 1: Clasificación de capacidades y países participantes en las redes globales de producción.

a) Coordinación y actividades de rango superior (I&D, diseño)

Países avanzados y empresas líderes

b) Proveeduría de rango medio y bajo

b.1) Países con núcleo endógeno cohesionado-empresas doméstico-locales de proveedoras de rango medio. Economías dinámicas de Asia; China, India.

b.2) Con núcleo endógeno no cohesionado-proveeduría de rango inferior intra-firma

México

b.2.1) con alto nivel de industrialización

México

b.2.2) con bajo nivel de industrialización

Bangladesh

República Dominicana

El Salvador

Fuente. Ernst, 2003; Fajnzylber, 1983; Kaplinsky, 2005.

Las empresas de los países desarrollados no sólo crean las redes sino que controlan las opciones de inserción a las mismas, dependiendo del estado de la competencia y los avances tecnológicos imperantes. Dado lo anterior, habría que subrayar que a corto y mediano plazo los intereses de los países líderes y los intereses de los proveedores en su conjunto coinciden. A largo plazo, sin embargo, es preciso diferenciar entre los intereses estratégicos de los proveedores de sus intereses comerciales inmediatos (ingreso de divisas, empleos). Los países cuyas empresas nacionales no logran un *up-grading* generalizado y en general se ven confinados a actividades de proveeduría de bajo rango, están sacrificando sus intereses estratégicos. Volveremos sobre esta cuestión en el capítulo 4.

La incidencia en estos procesos en los países en desarrollo como México, tiene que estudiarse en el contexto de los puntos anteriores. Al ser un país que se inserta en condiciones “medianamente desfavorables” es decir, después del agotamiento de la ISI, sobre-endeudamiento externo y quiebra fiscal, pero vecino de la primera potencia mundial, su especificidad básica queda tendencialmente más próxima al extremo inferior; se trata de lo que Held, et al., 1999, llaman limitación estructural. Los factores institucionales, o sea,

las canales de modulación de la conducta colectiva son adversos porque hay poca disposición al aprendizaje y a la innovación, como quedó de manifiesto en los factores que llevaron al agotamiento de la ISI (al respecto ver Rivera, 2012, cap. 6). Se registran, sin embargo, casos exitosos de aprendizaje tecnológico, pero por los factores señalados, son la excepción no la norma.

Interesa también clarificar la relación entre el nivel de participación subordinada y el impacto provocado por la aparición de productos y mercados nuevos y la declinación de otros. Con base en el concepto de ciclo de vida del producto propuesto en los 1960 por Raymond Vernon (1966) centraremos la atención en los productos que antes eran novedosos, pasarán a la fase madura del ciclo de vida del producto (ver inciso d). Al llegar al escaño de maduración queda casi nulificada la ganancia extraordinaria que generaban, de modo que son reposicionados en la estructura global de producción (Pérez, 2001, Hobday, 1995, Amsden, 1989). A partir de este punto se abren teóricamente varias posibilidades. Los países que tienen más débil inserción (b.2 y especialmente b.2.2 del cuadro 1) tienden a seguir atrapados en la co-producción de productos de baja rentabilidad, viéndose inducidos a situaciones de mayor deterioro en términos salariales y de empleo. Los de mayor potencial de inserción, es decir, con núcleo endógeno articulado (b.1) que por ende tienen elevada capacidad de absorción, aprovechan la ventana de oportunidad que se abre con el fin del ciclo de vida del producto. En el caso de México, pese a la crisis de inicios de los 1980, hay posibilidades de progreso industrial, pero no ha habido suficiente acumulación de fuerza, principalmente por consideraciones de prioridad; los “tomadores de decisiones” consideran que los factores positivos y negativos están equilibrados, de modo optan por preservar el *status quo*, es decir, una inserción del tipo b.2.1. del cuadro 1.

Las consideraciones anteriores se manifiestan en la industria electrónica en México. Se trató del sector en el que fundamentalmente se realizó la inserción a las redes de subcontratación internacional en fase de pre-maduración del ciclo de vida del producto; lo anterior indica un punto de arranque relativamente favorable. A finales de la década de los 1990 e inicio de los 2000 el despliegue territorial en el país tendió a mostrar cierta especialización, con diferencias en productos entre Guadalajara y el Norte de México.

Sin embargo, al cabo de pocos años, quedó en evidencia que en nuestro país la subcontratación quedó constreñida en la modalidad intra-firma con escasa inserción de empresas doméstico-locales. Lo anterior aplicaba para los diversos territorios; cuando la electrónica entró de lleno a la etapa de maduración y estandarización con abatimiento de los márgenes de beneficio, los giros competitivos (el ascenso de China) resultaron adversos para México, incluso para Guadalajara que se puede considerar la localidad con mayor potencial de avance.

A partir de la crisis de las telecomunicaciones y la arrolladora expansión de China en electrónica, tuvo lugar un drástico reacomodo en las actividades en nuestro país, que generó efectos adversos en la generación de empleos y captación de divisas. Se puede hablar de una reestructuración pero limitada al caso de Guadalajara. En esa localidad se verificaron ciertos logros, sobre todo en servicios de software, pero el giro dramático y en cierta medida inesperado se debió a la llegada posterior de laboratorios globales (centros subalternos para la prueba de producto) en firmware (software embebido). Teniendo como eje la expansión de actividades de tales laboratorios, ha emergido el embrión de un ecosistema que tiende a conectar a los agentes de la localidad de una manera novedosa.

La referida modalidad de interconexión de los agentes no tiene precedentes en México y parece abrir la posibilidad de un giro en el proceso de subcontratación internacional vigente hasta esa fecha; desafortunadamente la rigidez persiste y el proceso tiende a quedar acotado a la experiencia intra-firma con limitado desbordamiento a los agentes locales. Esa deficiencia se expresa localmente, pero se le puede ver desde la óptica de la economía nacional, lo que sugiere una dinámica que va de lo local a lo nacional y vuelve a lo local. Las implicaciones de ese “retorno” dependen, como se señaló de la acumulación estratégica de fuerzas. En esta tesis, se expone ese proceso que conduce a la reestructuración del “clúster” o ecosistema de Guadalajara y su zona metropolitana. La hipótesis expresa el planteamiento anterior.

El método que se utilizó para la obtención de información directa en lo que concierne al núcleo del problema, fue el trabajo de campo en Guadalajara y municipios colindantes;

como parte de una investigación más amplia se realizaron entrevistas a algunos representantes de los distintos sectores de lo que llamamos el ecosistema electrónico de esas localidades; se trata de directores y colaboradores de empresas, directores de cámaras y funcionarios de Gobierno estatal. Las entrevistas se realizaron con ideas preconcebidas de tal forma que estaban dirigidas a obtener la información que se requería, la mayor parte de las ideas contenidas en las entrevistas puede reconocerse en su mayor parte de forma testimonial. El presente trabajo se hizo de forma paralela y también a continuación del artículo “Redes de producción y dinámica territorial en Guadalajara” publicado en la Revista Economía UNAM en el volumen 11, número 32 de mayo-agosto 2014; se presentan actualizaciones concernientes a la interacción de los agentes participantes; sin embargo el periodo de estudio está determinado por la proximidad con el trabajo de campo, por lo que sólo se consideró hasta 2014; considerando la distancia, un lustro, se tendría que actualizar el trabajo de campo. Agradezco enormemente a los co-autores del referido artículo, por cuanto es base de esa parte de la investigación.

La tesis, entonces, tiene como hipótesis que la reestructuración del clúster electrónico de Guadalajara se produjo, como consecuencia del reacomodo de la industria electrónica global un cambio en la composición de valor de las actividades realizadas en el territorio, pero siempre en la modalidad de subcontratación intrafirma. El proceso avanzó hacia el firmware y la apertura de laboratorios para prueba de producto, pero sin romper con las restricciones pre-existentes al apredizaje tecnológico. Las actividades en las que avanzó no están consideradas propiamente dentro de la industria electrónica, pero se derivaron de ella. Habiéndose abierto la posibilidad de avanzar en la integración del núcleo endógeno, esta oportunidad se ha diluido.

Los objetivos que se persiguen son: analizar el tipo de inserción del ecosistema electrónico de Guadalajara a las cadenas globales de valor, así como la participación de la industria electrónica de Guadalajara en la producción global de electrónicos; discutir los efectos para la región de dicha inserción en términos de empleo, exportaciones, producción y participación en la producción estatal y nacional; y por último analizar la reestructuración de las actividades locales en ese sector que se diseñaron e implementaron para hacer frente

a la primera crisis de las tecnologías de la información y la reconfiguración mundial de la producción por la entrada de China y sus efectos.

Para lo anterior, el trabajo se divide en cuatro capítulos, el primero atiende al marco teórico en el que se basa. En la medida que no existe un enfoque unitario que permita abordar el presente objeto de estudio y para probar la hipótesis, se integran diversas corrientes, contribuciones y aportaciones autorales que confluyen en el estudio de estructuraciones y dinámicas de territorios que se integran a la producción global, específicamente a la electrónica.

En este capítulo empezaremos por la revolución tecnológica que concebimos como una de las fuerzas causales de la gran transformación; luego seguirá una visión de la “gran transformación global”, entendida como una extensión, profundización y aceleración de la interconexión planetaria en todos los aspectos de la vida social actual, como lo plantea Held, et al, op.cit. (inciso uno).; después de la secuencia tecnológica pasaremos a un estudio puntual de las cadenas (agrupaciones de empresas por funciones), según la tipología de Gereffi (1999) y a las redes empresariales en sectores y subsectores específicos (Ernst, 2003, 2010); después abordaremos los factores de localización territorial en el sentido de las causas por las que las distintas partes de las redes, comandadas por las empresas líderes, deciden posicionarse en ciertos territorios y la influencia de éstos en ese proceso; después haremos una breve comparación acerca de las aglomeraciones en los países en desarrollo y los países desarrollados.

En el capítulo dos dedicaremos a ubicar el papel desempeñado por la electrónica en su conjunto y por sus principales segmentos, la principal línea divisoria es el tránsito de la computadora personal sola a la red de computadoras; la digitación y las redes dan lugar a la comoditización de las computadoras, al predominio del software integrado a nuevos tipos de hardware, teléfonos inteligentes por ejemplo, con la centralidad del microprocesador a nano escalas (ejemplo de ciclo de vida tecnológico); después asociaremos el análisis de las cadenas de valor con el tratamiento de las sobreganancias internacionales y globales, siguiendo a Kaplinsky y Dabat, Rivera y Sztulwark, 2007.

En el tercer capítulo se propondrá una tipología de las modalidades de inserción a las cadenas y redes globales de producción; la idea básicamente es contraponer el modelo asiático con el de América Latina. Para tal fin nos apoyaremos en el concepto de núcleo endógeno de Fajnzylber (1983), complementado con el de endogeneidad territorial (Dussel, 2004) y aprendizaje social de Rivera (2009); esos conceptos son articuladores de otros conceptos en los que se fundamenta el estudio del aprendizaje tecnológico. Obviamente es esencial la visión organizativa de que la red global y la significación de sus dos modalidades límite en el proceso de aprendizaje tecnológico. Aquí sobresale el postulado de que los países que se insertan a las redes globales con un débil núcleo endógeno y bajo nivel de industrialización tenderán a quedar confinados a las actividades de rango inferior. La hipótesis de que un país, independientemente de su nivel de desarrollo, tiene la oportunidad de efectuar un ascenso o *up-grading* empresarial no tiene fundamento histórico.

Además se presenta el panorama para México de la subcontratación internacional en electrónica; después de un brevísimo panorama de la debacle de la electrónica para consumo doméstico (inciso uno) pasaremos a la visión territorial de la maquiladora electrónica para re-exportación distinguiendo los principales sub sectores (inciso dos). La discusión concreta sobre las implicaciones organizativas, la endogeneidad y el aprendizaje tecnológico son materia del tercer inciso, poniendo especial cuidado en los referentes teórico-analíticos (modalidad de inserción, modulación del impacto, trayectoria, formas organizativas dominantes y endogeneidad).

En el cuarto capítulo atenderemos en específico a la industria electrónica de Guadalajara y su zona metropolitana; en el inciso uno se ofrece un panorama histórico general de la industria en la región y después se intentan establecer las consecuencias de la reconfiguración de la producción a raíz de la entrada de china a la OMC y la crisis de las tecnologías de la información en el 2001. En el inciso cuatro se presenta el estudio del ecosistema organizado en torno a los laboratorios en firmware. Después de ello, nos referiremos a la especificación del ecosistema electrónico de Guadalajara como aglomeración, la naturaleza de su inserción a las cadenas globales de valor y se describirán los agentes que forman parte del ecosistema así como su vinculación entre ellos y la región.

Capítulo 1. Globalización y la nueva estructura mundial de la producción

1.1 Revolución tecnológica y nuevo régimen de producción: la manufactura flexible

El acelerado cambio tecnológico juega un papel primordial para la reorganización del geo-espacio global. La transformación o revolución tecnológica detonó a partir de los 1970 después de la crisis económica estructural internacional y el fin de la modalidad de crecimiento anterior, el fordismo, que había entrado en la fase terminal de rendimientos decrecientes (ver al respecto Fajnzylber, 1983).

Agotada la fuente del excedente económico originada por los métodos industriales del fordismo, el crecimiento económico o la reproducción ampliada a largo plazo del capitalismo pasó a depender de la informática. Nos referiremos brevemente a la funcionalidad del excedente en esta etapa.

De Castells tomamos la crucial noción de que el crecimiento económico depende de la apertura y explotación de nuevas fuentes de excedente económico (ver 1996). Relevando al uso intensivo de materiales y energía, la nueva era depende de la relación entre conocimiento e información (op.cit.). Los medios informáticos permiten, mediante creciente poder de cómputo, el procesamiento de información a velocidades cada vez mayores. A su vez ese poderoso e incrementado poder de cómputo permite crear y operar medios de producción, creando un caudal de bienes y servicios. (op.cit., Gordon, 2016; Ordóñez, 2006).

La ciencia, en particular la física de los estados sólidos aportó la base de conocimiento para construir los transistores, o sea, lo que Pérez llamó la célula básica del cambio tecnológico (2001). Con los transistores se dio la conversión de sistemas mecánicos, eléctricos y electro mecánicos a electrónicos, combinando con la miniaturización de componentes que permite una rápida adopción, difusión y expansión de las nuevas tecnologías (Lucas, Sands y Wolfe, 2009). Los transistores que son pequeños hasta llegar a nano escalas, de bajo costo y con alto poder de procesamiento, sustituyeron a los tubos de

vacío que eran enormes, necesitaban constante enfriamiento, eran muy costosos y su capacidad de procesamiento era baja (Lucas, Sands y Wolfe, op.cit.). Así comienza un quinto Kondratiev ascendente que lleva a la difusión de la revolución tecnológica; por su amplitud espacial ese Kondratiev es global. La revolución informática modificó las relaciones de producción en torno a la automatización flexible, la segmentación de los procesos productivos y la flexibilidad en su operación (Ernst, 2003).

Cabe mencionar que la constitución de la economía global no es sólo resultado de la revolución tecnológica, también es el resultado de la reunificación del mercado global que se concretó en los 1990 con la caída de la URSS y que permitió que las redes e interconexiones globales llegaran a casi el planeta entero y aumentaran dramáticamente las relaciones mercantiles (Dabat, op.cit.). Además, los países llamados en transición (los que pertenecían a la esfera socialista) entraron a la competencia exportadora con América Latina y con Asia Pacífico (Castells, 1996). Con esa integración se supera un límite a la expansión del capitalismo, dejando atrás la lógica de la guerra fría.

Asimismo, las nuevas políticas implementadas a partir de la década de los 1970 (los 1980 para América Latina) llamadas neoliberales, han sido primordiales para crear el marco institucional de la segmentación de la producción. Estas reformas tienen como base principal la liberalización en diferentes formas tales como comercial, de flujos de capital, de políticas de IED y privatización, que conllevan a un cambio institucional (Ernst, 2003). Los gobiernos son los agentes centrales en llevar a cabo estas políticas, sin embargo, también han participado otros agentes como entidades financieras, organismos supranacionales y coaliciones gubernamentales.

Como explica Ernst (op.cit.) el efecto de la liberalización ha sido la reducción de los riesgos por transacciones financieras y por lo tanto un incremento de la liquidez internacional; también ha permitido que las empresas líderes puedan establecer segmentos de la cadena en diversas regiones sin restricciones gubernamentales importantes; ello implica, un aumento significativo de los posibles territorios en donde establecerse y la

ampliación de las ventajas competitivas; en este contexto, el siguiente apartado abordará la creación de cadenas globales de valor como resultado de la revolución tecnológica.

1.2 Globalización e integración global de la producción. Cadenas globales de valor

La globalización representa el gran proceso transformador del mundo; transforma los procesos de producción y circulación, así como las reglas que sustentan el orden internacional.

Pese a su importancia, o quizás precisamente por ello, no hay unanimidad en cómo interpretar este cambio epocal, sus causas y consecuencias. Varios autores participan en el debate (ver Held, et al., op.cit.; Dabat, op.cit.; Dicken, 2015; Baldwin, 2016); por un lado están los hiperglobalistas, que tiene dos acepciones; la de derecha de un mundo sin fronteras o la consumación de la civilización occidental de la mano del neoliberalismo; el hiperglobalismo de izquierda concibe este cambio como el perfeccionamiento del capitalismo opresivo total (Held et al, op.cit.). Por otro lado los escépticos quienes niegan el cambio global, aceptando sólo la internacionalización o la formación de acuerdos regionales (op.cit.). Una alternativa a las dos primeras es la globalización como nueva fase histórica del desarrollo del capitalismo; afín a la anterior está la tesis transformacionalista (op.cit.).

Si se adopta la interpretación histórico-transformacionalista propuesta por Held et al. (ver también Dabat, op.cit.), la globalización aparece como un proceso multifacético (económico, político, social y cultural) y abierto; las redes de interdependencia ligan localidades, países y regiones, con las siguientes repercusiones: efectos recíprocos entre países de modo que un suceso en uno tiene consecuencias en otro, no necesariamente simétricas; la interdependencia es creciente; el ritmo de crecimiento es muy sensible a las tecnologías disponibles y a los cambios tecnológicos, y las relaciones sistemáticas entre redes son cada vez más importantes (Guerra, 2002).

Para entender la globalización es necesario referirse a una reorganización del geoespacio mundial (Dabat, 2004, Held et al., 1999). El factor que sustenta dicho cambio geoespacial está dado por la tecnología informática a través de ampliación de la red de telecomunicaciones, la digitación e internet (Carlsson B., 2004), como se abordó en el punto anterior.

Entonces la revolución tecnológica, la globalización sustentada por esta y la liberalización, impulsaron la segmentación de la producción; en los 1960-1970 la segmentación tuvo alcances modestos, pero desde comienzos de los 1990 el proceso se expandió a ritmos acelerados dando lugar al surgimiento de “sistemas internacionales de producción integrada²”, “redes globales de producción” o “cadenas globales de valor”; en las cuales hay una serie de eslabones en interacción que van desde la proveeduría de materias primas hasta la investigación y el diseño de productos finales e intermedios (Ernst, 2003; Gereffi, 2001; López et al., 2008). Tenemos entonces que en torno a la integración global de la producción se articula una nueva división del trabajo, denominada global.

La diferencia principal entre la actual división global y la anterior (llamada *nueva*), que se desarrollaba en los modelos de producción fordista, es precisamente la segmentación de la producción y la modularización.³ En tanto en la nueva división del trabajo, los productos aunque sean producidos por empresas extranjeras son aun “nacionales”, esta connotación desaparece en la nueva fase.

Lo distintivo es que en las cadenas globales de valor los segmentos se transfieren a diferentes países, sea porque se dispone de ventajas salariales, territoriales o estratégicas. Cuando el producto termina su recorrido, es decir, se diseña hasta darle los últimos retoques, llega a su mercado de destino. Al coordinarse e interactuar diversas empresas o unidades productivas, se plantea el problema de quien tiene el control y/o propiedad. De acuerdo con los diversos autores las cadenas están comandadas por las empresas líderes y ellas

²Es el concepto propuesto por la CEPAL

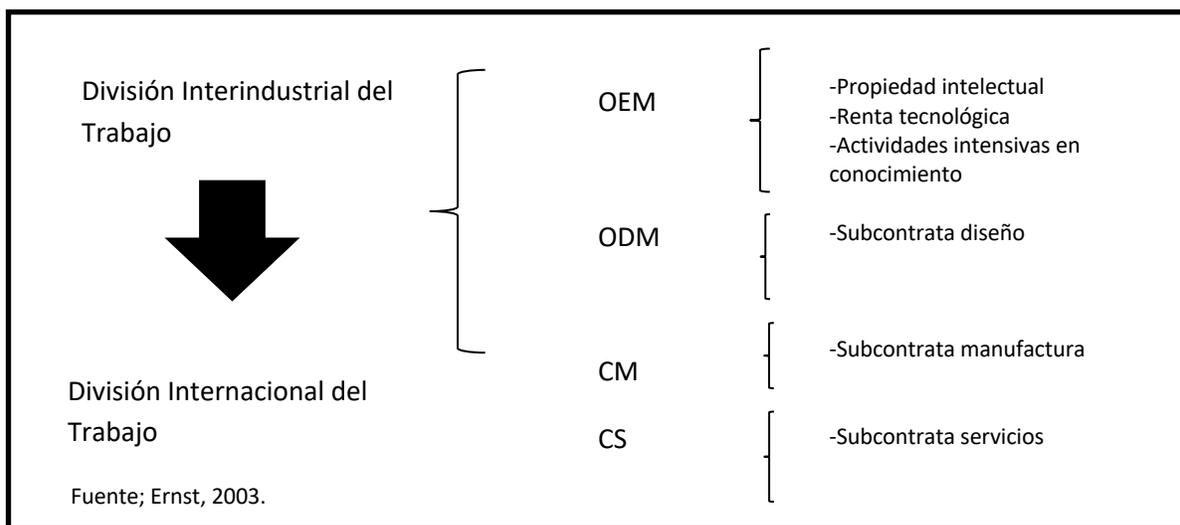
³Dicho término se refiere a la metodología en la cual los parámetros y tareas constituyen unidades interdependientes entre unidades (módulos) y dependientes a lo largo de ellas. (Ernst, 2010)

determinan los patrones de producción, los controles de calidad, la estandarización de productos y procesos, así como los proveedores de los diferentes círculos.

En las cadenas globales de valor las grandes empresas se transforman en líderes de redes, esbeltas y ágiles (Ernst, op.cit.; Corrales, 2007); y en ellas se integran segmentos de múltiples economías nacionales que se coordinan en torno a estrategias competitivas globales y obedecen a un centro dinámico mundial (Gereffi, 1994; Dicken, 2000). Ejemplo de ello es la empresa Apple quien subcontrata el 100% de la fabricación del producto y ocupa a múltiples empresas de diversos países que proveen las casi 500 partes que necesita por dispositivo (Linder, Kraemer y Dedrick, 2007). La relación que mantienen las líderes con respecto a los demás círculos, es una relación desigual, puesto que las líderes exigen los costos más bajos posibles de producción con pagos más restringidos en detrimento de los contratistas subalternos. A su vez, las contratistas tienen que establecer los mismos patrones para las empresas que ellas subcontratan (Brown, 2009).

Además de propiciarse debido a la revolución tecnológica una nueva división global del trabajo, también se generó una nueva división interindustrial del trabajo (Gráfica 1.1) en donde las empresas transnacionales que se convirtieron en jerárquicamente superiores son de dos tipos: los líderes de marca como HP o IBM y los fabricantes por contrato como Flextronics, que surgieron por dicha división (Ernst, 2003). En cuanto a los proveedores cabe diferenciar entre los de primera línea, que realizan rápidos procesos de aprendizaje y los proveedores subalternos, confinados a los escaños de menor rentabilidad (ver Kaplinski, 2005).

Gráfica 1.1 Nueva División Interindustrial del Trabajo



Los líderes de marca, también llamados OEM por sus siglas en inglés (Original Equipment Manufacturing), son los que coordinan e identifican las oportunidades para la obtención de rentas económicas. El origen de las rentas extraordinarias es central porque ello permite ubicar la posición de la firma líder y su dinámica de competencia. La actividad líder tiene altas barreras a la entrada y por lo general atiende a una competencia monopolista (Ver Kaplinski, op.cit.). La superioridad tecnológica y organizativa de los líderes explican el porqué pueden delegar la producción sin temor a perder el control sobre los beneficios y por qué con las ventajas que ofrecen las nuevas tecnologías y la segmentación de la producción ya no están interesadas en la integración vertical.

Estos líderes se encargan de segmentos clave de la CGV para mantener las rentas económicas y el monopolio; se trata de los segmentos de mayor valor agregado y de mayor relevancia para el éxito del producto final y están asociados principalmente a la investigación, el desarrollo, el diseño, y el mercadeo. Los líderes pueden apropiarse de estos segmentos debido a que cuenta con los recursos y capacidades para controlarlos. Dichas empresas son las que deciden la división del trabajo al interior de la cadena o red, la repartición del trabajo en términos geográficos, las decisiones de inversión y las capacidades tecnológicas que delega a las distintas regiones (Vázquez, R. y Oliver, R., 2009).

En cuanto al país origen de las empresas más importantes OEM'S, podemos observar que son principalmente de Estados Unidos, Japón y Europa, tal como se muestra en el cuadro 1.1. Cabe destacar la llegada de empresas asiáticas después del 2000.

Cuadro 1.1. Principales empresas electrónicas "OEM" en el mundo					
2000		2010		2014	
Empresa	País	Empresa	País	Empresa	País
IBM	EEUU	Hewlett - Packard	EEUU	Apple	EEUU
Hewlett – Packard	EEUU	Samsung Electronics	Corea del Sur	Samsung Electronics	Corea del Sur
Matsushita	Japón	Apple	EEUU	Intel	EEUU
Fujitsu	Japón	Nokia	Finlandia	Cisco Systems	EEUU
NEC	Japón	Dell	EEUU	Hewlett - Packard	EEUU
Lucent	EEUU	Sony	Japón	Hitachi	Japón
Siemens	Alemania	Toshiba	Japón	Qualcomm	EEUU
Sony	Japón	LG	Corea del Sur	Taiwan semiconductor	Taiwán
Motorola	EEUU	Panasonic	Japón	Ericsson	Suecia
Toshiba	Japón	Lenovo	China	Nokia	Finlandia

Fuente: Gartner (2016), Forbes (2014).

El otro tipo de empresas jerárquicamente superior, las empresas de manufactura por contrato (CM), surgieron por la división interindustrial del trabajo y se encargan de las actividades delegadas por las OEM y ODM tales como la manufactura, proveeduría, ensamble y subensamble (Ernst, 2003); y junto con ellas han formado fuertes estructuras de integración vertical (Dicken, 2000).

Las mencionadas empresas son los principales agentes que integran los procesos transferidos por los líderes de red; se especializan en la manufactura, pero pueden hacerse cargo de más funciones hasta llegar al "paquete completo" que implica actividades que van desde el ensamble hasta el mercadeo, aunque los productos son de marca original (ver Lado, Boyd y Hanlon, 1997). En 2012 el 80% de la producción en la industria electrónica se fabricaba en las CM bajo contrato de las OEM (ILO, 2015). Muchas de las manufactureras por contrato como Foxconn o Flextronics que representan miles de millones de dólares en ventas para las empresas líderes y tienen cientos de miles de trabajadores en el mundo, son poco

conocidas por los consumidores finales (Brown, op.cit.). Las CM obtienen sus ganancias por la escala de sus operaciones y no por el desarrollo de nuevos productos; su contribución a la rentabilidad de la red es considerable ya que posibilitan sustanciales reducciones de costos, rapidez de entrega con ajustes en la gama de productos, optimizando la red de valor. En el caso de la industria electrónica, las CM se dedican al ensamblaje de equipo electrónico y la marca pertenece a las líderes, se excluye de ellas los suministros de placa madre, los componentes activos y pasivos que están en control de las empresas japonesas (Lüthje, 2004).

Como se puede observar en el cuadro 1.2, tanto en el 2000 como en el 2014 las principales empresas CM provienen de Estados Unidos, en el 2000 son siete empresas estadounidenses, una canadiense y dos asiáticas; para el 2014 hay cinco estadounidenses, cuatro asiáticas y una de Canadá. Cabe distinguir que en el 2014 la empresa CM más grande del mundo es de Taiwán y no de Estados Unidos como en el 2000, esto da cuenta del avance tecnológico de Taiwán en la industria electrónica.

Cuadro 1.2 Principales empresas CM en el mundo			
2000		2014	
Empresa	País	Empresa	País
Solectron*	Estados Unidos	Foxconn (HonHaiPrecision Industries)	Taiwán
SCISystems	Estados Unidos	Flextronics	Estados Unidos
Celestica	Canadá	Jabil	Estados Unidos
JabilCircuit	Estados Unidos	FIH Mobile (Subsidiaria de Foxconn)	Taiwán
Nat Steel	Singapur	Sanmina	EEUU
Flextronics	Estados Unidos	Celestica	Canadá
Sanmina	Estados Unidos	Advanced Semiconductor Engineering (Antes USI)	Taiwán
APWeMech	Estados Unidos	BenchmarkElectronics	Estados Unidos
Manufacture Services	Estados Unidos	Plexus	Estados Unidos
Universal Sist.	Taiwán	Venture Corp	Singapur

Fuente: Reed Electronics Research (2000),
*Comprada en 2007 por Flextronics.

En otro peldaño de la división se encuentran los proveedores especializados (SS), que tienen elevados estándares de calidad y suministran a las CM productos complementarios que exigen elevada calidad. También la integración de los SS a la red es una estrategia

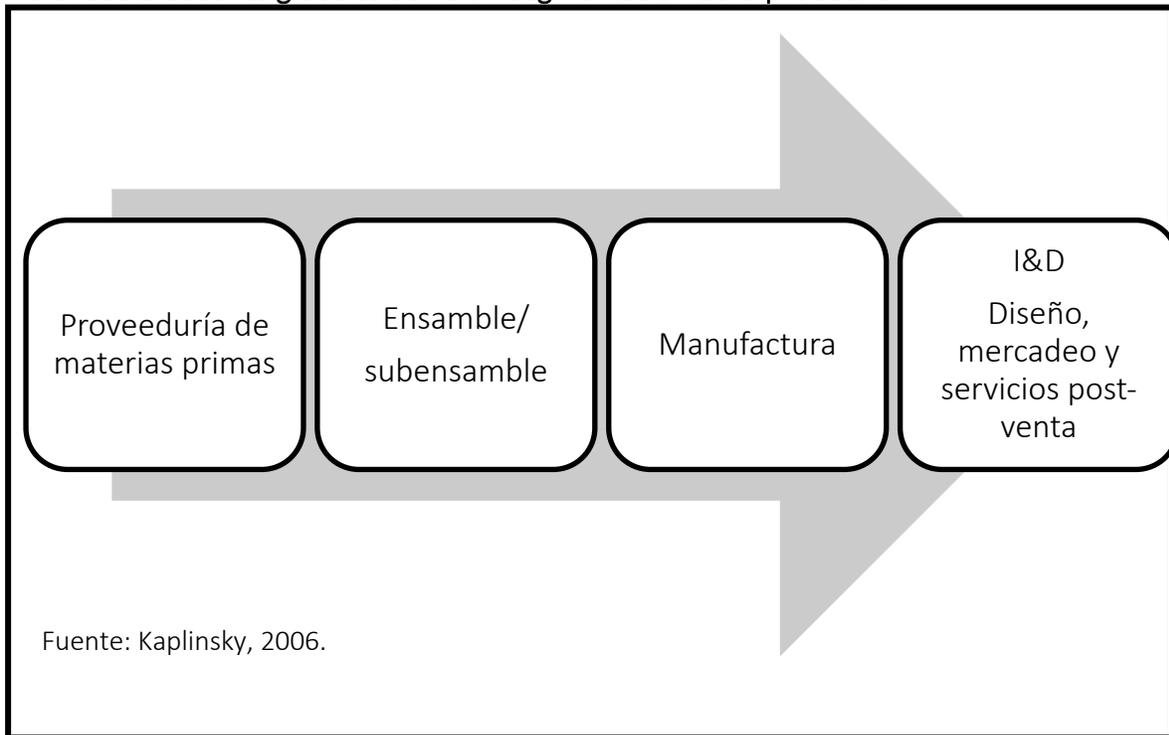
empresarial, pero cada vez más las CM prefieren tener a los proveedores cerca o “justo a tiempo” para complementar sus procesos y aumentar su productividad, así que muchos de los proveedores especializados se encuentran dentro de instalaciones de las CM para eliminar costos de almacenaje y realizar cambios inmediatos en los requerimientos si así se solicitan (Dussel, 2004).

A su vez, es preciso distinguir entre los niveles jerárquicos de los proveedores, por un lado tenemos a los proveedores de “alto nivel” que son capaces de llevar a cabo todos los pasos de la cadena salvo el mercadeo, diseño integral y la I&D básica, que queda de manera exclusiva en las OEM. Dichos proveedores están presionados para generar técnicas y capacidades complementarias necesarias para la introducción de nuevos productos y procesos. Por otro lado están los proveedores de “bajo nivel” cuyas características primordiales son el bajo costo como ventaja competitiva y rapidez y flexibilidad en la entrega (Ernst, 2004).

En un círculo posterior, encontramos empresas que abastecen a la CGV de insumos necesarios pero que no implican complejidad en la producción y en los cuales no hay transferencia de tecnología porque carecen de ella. Ejemplo de dichos insumos son los empaques, cables, arneses, plásticos, etc. Regularmente son empresas nacionales o locales, las cuales muchas veces son desplazadas por proveedores especializados debido a los requerimientos de calidad y cantidad (Dussel, op.cit.).

La segmentación y posterior integración se aplica a infinidad de productos, agrícolas, industriales, tradicionales y de último lanzamiento. En la gráfica 1.2 se presentan los segmentos más representativos de un producto convencional. Las actividades que forman parte de dichas cadenas son: I&D, diseño, manufactura, subensamble, ensamble, proveeduría de materias primas, prueba de producto, empaque, mercadeo y servicios posventa (Kaplinsky, 2006; Gereffi, op.cit.).

Gráfica1.2 Cadenas globales de valor. Segmentación de la producción.



1.3 Localización y dinámica territorial

Al segmentarse la cadena de valor provoca que los territorios locales (o subnacionales) se especialicen (Dussel, 2004). Desde el punto de vista de la empresa líder, es decir la organizadora y coordinadora de la cadena o red, se trata de una especialización vertical, que sustituye a la integración vertical de la era fordista.

Lo que le confiere la superioridad a las cadenas o redes globales de producción es que representan un salto exponencial en términos de competitividad, ya que el alcance geográfico brinda acceso a mano de obra barata y capacitada, disponibilidad de insumos intermedios y materias primas, apoyos gubernamentales, cercanía de mercados importantes, tratados comerciales, etc. Todos ellos contribuyen a la reducción sustancial en los costos de coordinación, logística, monitoreo de operaciones, transporte de mercancías

físicas e intangibles, etc., que conlleva a un aumento de las ganancias (López y Kosacoffi, 2008).

Por lo tanto, nos encontramos con un fenómeno de localización que implica que los territorios sean los nódulos que se reconfiguran por la interconexión e interactúan con el resto de ellos insertos globalmente. Existe el punto de vista de que la división global del trabajo sólo atañe a regiones intra-nacionales (o territorios locales) que pueden insertarse con éxito a las cadenas globales de valor; es decir, son las regiones las que se insertan en la economía global, no los países. Sin embargo, las regiones a pesar de que son las que se conectan con entes supranacionales, es decir con las líderes de red, y éstas obedecen a decisiones centralizadas de las matrices, son las características estructurales e institucionales del país en donde se encuentran éstas, las que sobredeterminan todo el proceso. La incidencia nacional determina los vectores arquitectónicos, como son nivel de desarrollo, tamaño de la economía, dotación de recursos, base de habilidades y conocimiento, composición de la oferta laboral local y características políticas, sociales, económicas y culturales (Dicken, 2015). Por lo señalado hablaremos de inserción de local-nacional, dando a entender que la forma específica corresponde a los territorios locales, en una mutua interdependencia entre lo nacional y lo local (Rivera et al., 2014). En este sentido, lo local y lo global han parecido contrarios en los recientes estudios, sin embargo, en un mundo cada vez más interconectado, se ha vuelto la mirada a lo local (o región local) que cobra importancia al conectar y reproducir la globalización.

El primer autor que estudió con cierto rigor las aglomeraciones industriales fue Alfred Marshall, quien identificó tres factores clave que explican por qué las empresas de un mismo sector o sectores afines trabajan en conjunto con estrecha proximidad geográfica: fuerza de trabajo calificada, capacidades tecnológicas y mercado para insumos intermedios (Temouri, 2012). En los 1960 se adaptó el concepto a los distritos industriales que se había aplicado primero a Italia; la más famosa fue la “tercera Italia” surgió en el modelo de producción fordista y fue un antilógico de él. El concepto fue descrito como modelo de producción que yace en la especialización flexible, donde cada firma produce un insumo específico y coopera con otras en la misma localidad con el fin de entregar un bien final con calidad para los

mercados internacionales (Pioré y Sabel, 1984). Fue Becattinni quien lo reutilizó primeramente para su estudio, pero fueron Michael J. Pioré y Charles F. Sabel quienes dieron a conocer el proceso al mundo (Corrales, 2007).

El término clúster fue reformulado por Michael Porter y lo define como sigue: “Los *clusters* son una colección de compañías e instituciones geográficamente cercanas entre sí, las cuales están ligadas por intereses comunes y cuyas actividades se complementan. Dentro de los *clusters* existen también instituciones gubernamentales, asociaciones comerciales, universidades, etc.” (Porter, 1990).

Según Porter (op.cit.), la formación de un clúster depende los siguientes factores:

- a) Condiciones previas: tales como una infraestructura adecuada y diversificada, mano de obra calificada, una ubicación geográfica favorable, universidades e institutos de capacitación, científicos e investigadores.
- b) Existencia de una demanda interna creciente pues tanto las empresas como los consumidores de bienes finales tienden a desarrollar altos niveles de exigencia, lo cual también favorece el crecimiento de las empresas, no sólo en tamaño, sino también en eficiencia.
- c) Existencia de empresas proveedoras o susceptibles de ser proveedoras es un factor que favorece la instalación de nuevas empresas.
- d) Existencia previa de una gran empresa o grupo de empresas es un importante incentivo para desencadenar la llegada de nuevas firmas a la zona.

Estos cuatro factores son los que Porter (1990) denomina como “el diamante de la competitividad” y añade que los cuatro factores deben darse de manera conjunta e incluir agentes adicionales como el gobierno de la localidad y otro aspecto azaroso como la casualidad (Nery, 2001).

La limitación de las ideas de Porter es la escasa vinculación con las instituciones gubernamentales y con la entidad nacional. De las conclusiones de ese autor se desprende

que con suficiente innovación empresarial, la región en donde se ubica el clúster podría tener un crecimiento y actuar como elemento de arrastre del resto del país. Sin embargo se ha comprobado que si bien es importante la innovación empresarial para el crecimiento de la región, esta debe estar acompañada de sólidas precondiciones, de un plan ambicioso por parte de las autoridades para que desemboque en el beneficio de la población y de la región, aumento de la capacidad de absorción y fortalecimiento del núcleo endógeno, conceptos que se abordarán más adelante. Además, el crecimiento de una sola región parece insuficiente para ser elemento de arrastre para la economía en su conjunto, más bien se requieren muchos otros factores que son difíciles para un país desarrollado y mucho más para un país en desarrollo. Por lo tanto, como menciona Dussel (2004) hay que ir más allá de Porter, entender la competitividad en su dimensión sistémica, en niveles micro, mesa, macro y meta territorial.

Otros autores han destacado la importancia de la formación de *clusters* en la economía global. Por ejemplo Krugman (2003, citado en Soriano, 2008) explica que la concentración es evidencia empírica de la existencia de rendimientos decrecientes en la economía, y según él, las razones por las cuales una aglomeración de empresas funciona más que las empresas aisladas son: fuente abundante de trabajadores con habilidades especializadas, suministro y variedad de insumos a bajo costo específicos a la industria y derramas de conocimiento.

Tanto Marshall como Krugman concluyen que la simple creación de aglomeraciones traerá consigo economías externas beneficiosas para la región; sin embargo, otros autores como Schmitz, (1999) han demostrado que se necesita ir más allá de las economías externas, ya que sin cooperación las redes locales de empresas difícilmente pueden fortalecerse para actuar de forma colectiva frente a la competencia del exterior. Esto es, no basta la conexión interempresarial para el éxito del clúster, se tiene que compaginar la cooperación y la competitividad además de armonizar el marco institucional elaborado por los gobiernos locales para actuar en conjunto, a esto se le llama eficiencia colectiva (Schmitz, op.cit.); se define, como la ventaja competitiva derivada de las economías externas locales y la acción conjunta. Fuera del contexto de las aglomeraciones territoriales, las economías externas son

consideradas fallas del mercado y para resolverlas es axiomático pensar que el Estado es quien las resuelve, pero Schmitz propone unificar las derramas de conocimiento con la acción conjunta que se basa más en instituciones de auto ayuda local .

Dicha eficiencia puede tener una influencia positiva en el *upgrading* mediante numerosas instituciones públicas y privadas que forman redes locales, en ellas se encuentran agentes como el gobierno, universidades y centros de investigación además de cooperación internacional. En la mayoría de los *clusters* las economías externas pasivas⁴ son más frecuentes que la acción conjunta (Coelho, 2007), es decir, la “eficiencia colectiva” no es parte de todos los agrupamientos industriales. En el concepto de eficiencia colectiva actuar en conjunto no significa que todas las empresas e instituciones estén de acuerdo implica que todos se sometan a ciertas reglas impuestas por el Estado o gobierno local para lograr un fin común y ser más atractivos como región a nivel internacional, y además sobrevivir a la competencia. Por supuesto las empresas no pueden lograrlo solas, necesitan un líder que ponga reglas ambiciosas para hacer crecer a la región.

En otro sentido, Harrison, 1994, y Rivera, 2010, apuntan que el éxito de los *clusters* ha sido sobrevalorado y el éxito y la especificidad de las empresas que lo dominan poco valorado. Cuanto mayor sea la complejidad tecnológica de las actividades realizadas y mayor el acceso del personal local a tecnologías clave de mayor importancia, mayor será el impacto de la industria en la formación de capital humano. Los conocimientos adquiridos por medio de la experiencia y la capacitación formal pueden usarse para crear nuevas empresas. Además de nuevas tecnologías, el trabajo en la industria ofrece conocimientos sobre el funcionamiento y las necesidades del mercado, así como de la red de proveedores de materias primas y componentes. La falta de vinculación entre empresas líderes y empresas locales, restringe la transferencia de conocimientos tecnológicos, para que se de dicha transferencia es necesario fortalecer los encadenamientos productivos, como señalan Bair y Gereffi (2001). Con frecuencia las empresas líderes no dejan a los ingenieros o

⁴En donde sólo actúan las empresas. Las economías externas activas son en donde hay esfuerzos colectivos.

administrativos locales hacerse cargo de la dirección de la empresa para obstaculizar el desarrollo de aptitudes que puedan usar de manera independiente. Sin embargo aunque no es la regla, se ha dado el caso de aumento de líderes locales y de creación de empresas nacionales de tecnología por el aumento de la calificación de la mano de obra.

Además de tomar en cuenta la relación entre empresas y el tamaño de ellas, otros autores como Scott y Storper (1991) han propuesto que las aglomeraciones son exitosas debido a factores de localización tales como vías terrestres y aeropuertos, disponibilidad de capital de riesgo local, entorno empresarial innovador y creativo, existencia de tejido productivo, etc.

La integración formal de los *clusters* en la actual fase de desarrollo capitalista se basa en distintos tipos de cooperación entre empresas: la subcontratación, insumo-producto y el intercambio de información. La subcontratación es la relación entre dos empresas en la cual una de ellas contrata a la otra para que realice actividades que ya no le son rentables; las actividades son incorporadas al producto final que vende el contratista e incluye: ensamble, tratamiento, procesamiento o terminación de materiales. En el esquema de insumo producto, las empresas venden a otras algo que éstas últimas utilizan como insumos. El intercambio de información se da por el aprendizaje tecnológico que va de empresa a empresa por nexos familiares o de amistad, a través de organismos empresariales regionales o medios informales (Corrales, 2007).

Las aglomeraciones industriales en los territorios contienen una variedad de empresas e instituciones de distintos tamaños y origen de tal suerte que la conexión e independencia es distinta según su grado de desarrollo. En este sentido, Dicken (2015) establece que hay cuatro conjunto de relaciones fuertemente interconectadas en las aglomeraciones: las relaciones intra-firma, inter-firma, firma-lugar y lugar-lugar.

Las regiones insertas en la globalización son de características muy diversas. Vázquez (2005) identifica cuatro tipos según la interconexión de los agentes: 1) sistemas productivos locales formados por empresas que están vinculados entre sí y en donde el conocimiento fluye entre ellas; las actividades productivas primordiales se realizan en la misma localidad;

2) sistemas productivos locales con empresas que tienen actividades productivas vinculadas a otras regiones que mantienen las actividades estratégicas como la investigación y el desarrollo; 3) sistemas productivos locales formados alrededor de las grandes empresas, la actividad principal está conectada con la localidad y los proveedores son internos; y por último 4) sistemas productivos locales formados alrededor de grandes empresas integradas a una cadena externa y cuya convinculación con agentes locales es nula o débil.

La inserción de las regiones a las cadenas puede traer consigo efectos positivos para las regiones debido a que cada eslabón tiene implicaciones importantes en términos de organización industrial, desarrollo económico y social y cada uno implica distinta intensidad en el uso de recursos (Gereffi, op.cit. Padilla, et al, 2008). Dichos efectos positivos están en la creación de empleos, aumento de las exportaciones, aprendizaje tecnológico, tales como vinculación con proveedores locales, encadenamientos productivos y desarrollo de capacidades locales (Kaplinsky y Morris, 2001). Sin embargo, debe ponerse atención en el tipo de relación que se establece en la localidad y las características de su inserción.

El efecto positivo de tipo más general es el aprendizaje tecnológico. Las CGV son portadoras de conocimiento, que se transmiten mediante interacción entre líderes y proveedores. La transferencia de conocimiento técnico y administrativo se da como parte de la relación contractual por medio de la cual la empresa líder espera obtener de la empresa subalterna un servicio productivo. Sin embargo, como menciona Ernst (2003), que el conocimiento tecnológico esté disponible no implica que será apropiado por los proveedores locales; eso último sólo se da cuando el conocimiento es interiorizado y trasladado a la capacidad de los proveedores locales.

En el sentido de transferencia tecnológica Hobday (1995) señala que existen vías canales de transmisión de conocimiento tecnológico, tales como:

Cuadro 1.3 Mecanismos de adquisición de tecnología extranjera por empresas proveedoras

Inversión Extranjera Directa JointVentures Concesión de Licencias Fabricación de Equipos Originales (OEM Original Equipment Manufacture) Fabricación de Diseño Original (ODM Own-Design Manufacture) Subcontratación Clientes locales y extranjeros Medios informales (Entrenamiento en el exterior, contratación, repatriados) Adquisiciones extranjeras/Inversiones de Capital Asociaciones estratégicas para la tecnología
--

Fuente: Hobday (1995)

Por lo tanto la inserción a las cadenas globales de valor abre una oportunidad para un país en desarrollo, no una garantía de avance económico. Si los proveedores locales están confinados a los escaños más bajos de la cadena de valor y mantienen su posición a base de reducciones salariales y mayor intensidad laboral, puede haber un incremento de los niveles de pobreza y acentuación de la desigualdad (como sucede en países de América Latina). Aceptado que es preferible integrarse que no integrarse, puede haber un perjuicio tan grande para la población en su conjunto, que equipare a la no integración. En todo caso como argumentan Held et al., (op.cit.) sería un error hablar de perdedores o ganadores a nivel nacional; más bien el balance debe hacerse por grupo social. En tanto que la mayoría de los trabajadores puede salir perdiendo o quedar “a mano”, las élites pueden convertirse en grandes ganadores.

1.3.1 *Clusters* tecnológicos

Como menciona Rivera, Ranfla y Batiz (2010), el mosaico global está compuesto por regiones con distinto nivel de desarrollo y de ese desarrollo depende el éxito de la aglomeración. En general, las aglomeraciones de los países desarrollados están fuertemente orientadas a la

innovación y controlan las actividades clave de las redes globales de producción como el diseño, investigación y mercadeo. EL clúster de tecnología más exitoso en la historia de la industria electrónica es el Silicon Valley de California, en el cual se originaron las empresas más importantes de la industria mundial como Apple y Microsoft; actualmente aloja también a muchas start-ups. Otro ejemplo de ellos es el Jura Suizo dedicado a la producción de relojes, el de la industria de circuitos integrados de Minneapolis-St.Paul, de software y bioquímica en Seattle, de aeronáutica de Toulouse, o el de la reproducción del Silicon Valley de Singapur. Los países con aglomeraciones exitosas son Estados Unidos, Japón y varios países de Europa.

Dichas aglomeraciones son las de tipo 1, según la tipología de Vázquez, op.cit, descrita en el apartado anterior. Dichas aglomeraciones se asocian con ciertos factores estructurales como la acumulación de conocimiento y una matriz institucional que acelera el aprendizaje social y organizacional y el aprendizaje tecnológico. Es decir, cómo conduce el marco institucional la innovación que a su vez determina la modalidad de inserción.

En estas aglomeraciones hay interconexión entre las empresas no sólo comerciales, sino relaciones de apoyo para la mejora de procesos y productos; surgen también empresas que realizan actividades de soporte a la actividad principal con fuerte vinculación entre ellas. Por lo tanto hay flujo de conocimiento, asunción de riesgo e instituciones que fomentan el aprendizaje. Los territorios cuentan previamente con características amigables con la innovación y el aprendizaje como conocimiento, capital humano, disposición al financiamiento, etc. Por la difusión de conocimiento, se dan las ventajas de las economías de la aglomeración, en donde aumenta la productividad por la cooperación y competencia de las empresas internas que están basadas en relaciones de confianza.

En un estudio de la OCDE (Temouri, 2012) se identificaron los 80 *clusters* de tecnología más importantes a nivel mundial en dos rubros: manufactura de alta tecnología (HTM por sus siglas en inglés) y actividades de servicios intensivos en conocimiento (KISA), ver cuadro 1.4.

Cuadro 1.4 Principales <i>clusters</i> de tecnología (HTM)* y (KISA)**, según indicador compuesto***		
HTM		
Nombre del Clúster	País	Sector
Clúster de Biotecnología	Coimbra, Portugal	Biotecnología
Clúster de Bio	Dublín, Irlanda	Farmacéutica
Farmacéutica Uppsala BIO	Uppsala, Suecia	Ciencias de la Vida
Clúster de Mecatrónica	Sonderborg, Dinamarca	Ingeniería de Alta Tecnología
Clúster de Cambridge	Cambridge, Reino Unido	Cuidados de la Salud y Ciencias de la Vida
KISA		
Nombre del Clúster	País	Sector
Ciudad de la Ciencia Daedoek	Daejeon, Corea	TIC (Tecnologías de la Información y comunicación)
Clúster de Computación Predominante	Aarhus, Dinamarca	Medios digitales y TIC
Clúster Digital Cap	Paris, Francia	TIC
Clúster TIC	Lisboa, Portugal	Medios de comunicación y telecomunicaciones
Oulu	Oulu, Finlandia	TIC
Fuente: Temouri (2012)		
* HTM (Por sus siglas en inglés) incluye los sectores: aeroespacial; farmacéutico; equipo de oficina y computadoras; radio, televisión y equipo de comunicación; instrumentos médicos, de precisión y ópticos.		
**KISA (por sus siglas en inglés) incluye los sectores: correo y telecomunicaciones; computadoras y actividades relacionadas; investigación y desarrollo.		
***El indicador compuesto es un índice basado en seis variables: emprendedurismo, aumento del empleo, aumento del volumen de negocios, incremento de las ganancias, coeficiente de liquidez y coeficiente de solvencia.		

1.3.2 “Clusters” en países en desarrollo

En general, en los países en desarrollo no asiáticos las aglomeraciones han tenido resultados precarios; la relación que domina en ellos es la relación inter-firma con poca o nula conexión de agentes externos con agentes internos, es lo que Vázquez (op.cit.) determina como “sistemas productivos locales con empresas extranjeras con nula o escasa vinculación con agentes internos”, por lo tanto, el conocimiento no fluye y la matriz institucional es adversa al aprendizaje social. Los tomadores de decisiones no distinguen entre el núcleo endógeno y

se crean políticas de fomento para las empresas nacionales o extranjeras por igual; predomina el apoyo con base en resultados de corto plazo como la creación de empleo, aumento de exportaciones y atracción de inversión extranjera directa.

Según Rivera et al., (2010), los países tardíos pueden clasificarse en dos tipos, los tardíos “tipo A” que han tenido relativo éxito después del periodo de posguerra y han avanzado en las cadenas globales de valor, y los “tipo B” cuyas características fueron expuestas en el párrafo anterior y en los cuales, además, ha aumentado el *crowding out* y no hay vinculación ni transferencia de conocimiento. En China, India y Brasil, las aglomeraciones han alcanzado cierto nivel de desarrollo, y cabe clasificarlos como “tipo A” en la tipología del mismo autor (Rivera et al., op.cit.); aunque por debajo de las aglomeraciones de los países desarrollados, poseen capacidad de aprendizaje endógeno. Ejemplo de ellos son el clúster de Shangai, el “Valle del Silicio de Electrónicos y software” en Campinas, el “Clúster de computadoras, software y telecomunicaciones” y el “Clúster de Aeronáutica” ambos en Sao Paulo.

En las aglomeraciones de países tardíos “tipo B” los las empresas doméstico-locales no avanzan en el aprendizaje, están confinadas en actividades de bajo valor agregado y los factores de localización tienen relación con la disponibilidad de recursos naturales, mano de obra barata y no capacitada (o de capacitación básica); hay ventajas en la localización como cercanía con puertos, carreteras o mercados potenciales de países desarrollados. Como regla las relaciones recíprocas de estas empresas para mejoras de productos o procesos es débil, y están mejor conectadas con las filiales del exterior. Pueden surgir empresas con actividades de soporte pero no logran ser proveedoras de las grandes empresas instaladas, generalmente extranjeras.

En México, la aglomeración más avanzada en términos de vinculación y de actividades de mayor valor agregado es el “ecosistema electrónico de Guadalajara”⁵, en donde se hacen actividades relacionadas con la validación, prueba de producto, etc.

⁵Es el término adoptado por los agentes de la aglomeración.

En la referida localidad se verificaron ciertos logros, sobre todo en servicios de software, pero el giro dramático y en cierta medida inesperado se debió a la llegada posterior de laboratorios globales (centros subalternos para la prueba de producto) en firmware (software embebido). Teniendo como eje la expansión de actividades de tales laboratorios, ha emergido el embrión de un ecosistema que tiende a conectar a los agentes de la localidad de una manera novedosa. Sin embargo, mantiene características de una aglomeración con núcleo endógeno débil. Retomaremos el caso específico de ésta aglomeración en los siguientes capítulos al ser el objetivo central de éste trabajo.

En este sentido puede concluirse que las aglomeraciones industriales articuladas a una o varias filiales de poderosas corporaciones no garantizan el aprendizaje tecnológico que es teóricamente el objetivo que se persigue al insertarse en las redes globales de producción. Lo primero que tiene que estar presente es una capacidad estratégica para la toma de decisiones que cree las condiciones de base para impulsar el aprendizaje social, del cual el aprendizaje tecnológico de empresa a empresa es sólo una parte. A partir de allí siguen las acciones de alcance nacional y las de alcance regional y luego local. Todas las anteriores deben enfocarse en la infraestructura, y la educación y capacitación. Localmente, o sea en la aglomeración territorial, se requiere adicionalmente acción conjunta que permita potenciar la capacidad de absorción empresarial. Sin la acción de estos factores las regiones quedarán constreñidas en los escaños más bajos de las redes, aunque pueda haber efectos laborales de alguna importancia. Estos puntos se abordarán más adelante en la contrastación del modelo asiático con el latinoamericano.

Capítulo 2. La industria electrónica a nivel internacional

Ubicación

Estados Unidos es el líder tecnológico actual y ello se expresa en la industria electrónica. La electrónica definida por los sistemas computacionales se originó en ese país. Si nos preguntáramos cual país domina ese amplio sector, la respuesta no sería directa, porque han transcurrido casi 80 años desde la invención del transistor y la electrónica, como hemos señalado, se ha desinterado en sub sectores independientes con su ciclo de vida propio. Algunos han pasado a la madurez y otros son más jóvenes; ese nivel en el ciclo de vida tecnológico es lo que determina en principio la renta tecnológica. En efecto se ha verificado la participación de otros países y productos que eran muy rentables, pero se han convertido en *commodities*; han surgido avances que abren mercados nuevos, pero también se intensifica la competencia.

EEUU no tiene superioridad en todos los sub sectores, pero domina los más rentables y, entre ellos, aquellos de mayor contenido tecnológico; consolidó su liderazgo en microprocesadores, con Intel como empresa innovadora suprema; los componentes, en específico los semiconductores se convirtieron en productos altamente complejos, separándose el segmento de diseño del de fabricación, lo cual amplió la división internacional del trabajo. Japón se convirtió en competidor de EEUU y se impuso en electrónica de consumo, en audio y video, así como en chips de memoria de alta y muy alta integración; después Corea del Sur arrebató algunos de estos mercados a Japón. Europa tiene una participación modesta en segmentos específicos, aunque Cambridge, Inglaterra es uno de los *clusters* científicos más importantes del mundo. En términos de organización productiva lo fundamental fue la formación y consolidación de redes globales de producción, en donde a la participación asiática se le denominó fábrica global, en la que tienen un papel destacado Taiwán, República de Corea, Singapur, India y Malasia (Ernst, 2010). Como resultado de la dinámica de la fábrica global hacia el año 2000 China se convirtió en el principal productor mundial en esta electrónica básica, sobre todo cómputo, aunque es un aprendiz tecnológico

en semiconductores (Ernst, op.cit.). Los demás países en desarrollo participan meramente como ensambladores.

La dinámica de este sector y por ende su ciclo de vida está determinada por la integración de la computación con la comunicación que se verificó hacia inicios de los 1990 (Gordon, 2016). Antes de esos años la computadora era un dispositivo aislado y sus sistemas y componentes tenían funcionalidad limitada. Con la red de computadoras lograda por medio de los protocolos de interconexión e Internet, todo cambió. Vino el auge de la comunicación inalámbrica, los dispositivos móviles y los semiconductores fueron cada vez más pequeños y poderosos. Los equipos de telecomunicación móvil y sus sub-sistemas se convirtieron en el más dinámico y rentable subsector, colocando a las empresas estadounidenses de nuevo a la vanguardia con Intel, Qualcomm y naturalmente Apple.

En suma, se trata de una industria de carácter global en el sentido de que unos seis países dominan la producción y abastecen al resto del mundo. Por ejemplo la empresa estadounidense de teléfonos inteligentes acapara la franja más rentable del mercado mundial; en la de fabricación de ese teléfono participan, de manera subalterna empresas de unos 4 países, mayormente asiáticos. Los componentes vienen sobre todo de Japón, Corea y Taiwán. Los teléfonos marca Apple (un monopolio en ese país) enfrentan competencia global creciente, pero escasamente de dos empresas, o sea, estamos ante un oligopolio global, al que se suma Huawei.

En el caso de las computadoras el patrón de competencia cambió; de estar dominada también por EE. UU., se ha pasado a un oligopolio muy fluido, con creciente participación de empresas chinas.

Veremos a continuación los cambios verificados en el sector dividiendo en dos periodos: primeramente, el periodo comprendido entre inicios de los 1970 e inicios de los 1990, que llamaremos, siguiendo a Gordon (op.cit.) la era de la computadora; a continuación, el periodo de mediados de los 1990 a la actualidad que llamaremos la era de las redes e Internet (Ibíd.). Para cada período identificaremos principales productos, países

exportadores, y empresas, lo que equivale a definir la división sectorial e internacional del trabajo.

2.1 Estructura de la cadena de valor de la industria electrónica: de 1980 hasta finales de los 1990.

Las cadenas globales de valor difieren entre sectores e industrias, por lo tanto la industria electrónica cuenta con una determinada cadena global de valor en la que además convergen las cadenas de sus sub-sectores. A continuación trataremos primero la especificación de la industria y segundo la de su cadena.

La industria electrónica comprende todos aquellos dispositivos que funcionan a base de transistores o semiconductores. Partiendo que la célula es el semiconductor o sea el componente por excelencia, la clasificación estándar es la siguiente: a) equipo de cómputo; b) electrónica de consumo (audio y video); c) equipo de telecomunicaciones, d) instrumentos de precisión y e) partes y componentes. El software no es parte de la industria electrónica tipo hardware, pero es el complemento indispensable para su funcionamiento; apegándonos a la separación entre hardware y software, podemos centrarnos en el primer grupo, aceptando que el software es omnipresente, como lenguaje entre máquina-humano y entre máquinas, es decir, lenguaje o código de instrucciones (Gordon, 2016).

La electrónica-software es sinónimo de las tecnologías de la información. Su gestación fue muy prolongada. Inició con el transistor que se anunció públicamente por el Laboratorio Bell en 1948, pero no se patentó (Riordan y Hoddeson, 1997). Otro gran avance fue la computadora analógica y después digital constituida entre los 1940 e inicios los 1950. Castells (op.cit.) fechó el nacimiento de la revolución microelectrónica en 1971 con la aparición del primer modelo INTEL de circuito integrado (4004). Sin duda otro momento formativo central es el advenimiento de la PC anunciada por IBM a inicios de la década de 1980. La electrónica junto con las telecomunicaciones inalámbricas son el núcleo tecnológico de la tercera revolución industrial (Gordon, op.cit.; Lucas, Sands, y Wolfe, 2009). La industria

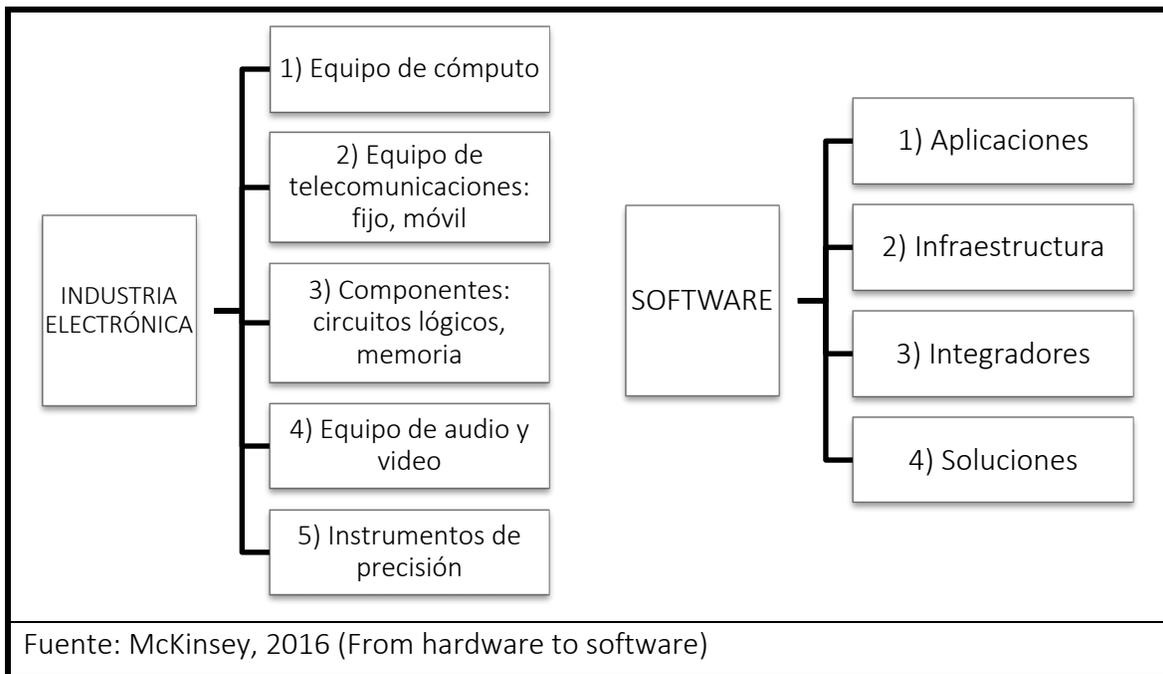
electrónica genera el patrón industrial de las tecnologías de la información; como se señaló por patrón industrial se entiende como el conjunto de industrias fundamentadas en una tecnología. Al ser parte de dicho patrón interactúa con otros sectores como el software y las telecomunicaciones pero ese patrón industrial se amplificó desde inicios de los 1990 con el lanzamiento de la *World Wide Web*, ya que se añade los dispositivos móviles de telecomunicación.

Viendo a la electrónica como parte de las TICs detectamos una etapa de rápida innovación y la correspondiente aceleración del aumento de la productividad en las industrias que producen componentes micro-electrónicos usados en casi todas las aplicaciones de la industria de tecnologías de la información (Castells, 1996, pp. 31– 32; OECD, 2001, p. 21). Desde fines de los 1990 con la salida de la PC de IBM es el producto que más se acerca al concepto de *commodity*, aunque la diferenciación de producto ayuda a mantener los márgenes de ganancia.

En una etapa de innovación rápida la PC logró difusión global con aguda caída de los precios de sus productos que es única comparada con otros sectores. El precio de sus componentes y dispositivos ha caído drásticamente, además dicha caída es mayor si se toma en cuenta el gran avance de su desempeño. Por ejemplo, el precio de la televisión cayó 1.3% por año de 1952 a 1983, pero si se toma en cuenta la mejora de su desempeño cayó 4.3% por año (Gordon, 2016). En cambio el precio de una computadora actual con un terabyte de memoria en el disco duro cuesta \$550 dólares. El cuadro 1.1 muestra la caída de los precios con respecto a la velocidad (en millones de instrucciones por segundo: MHz) y el costo por MHz.

Cuadro 1.1 Precios, velocidad y costo de velocidad, computadoras (Dólares).				
	1970	1984	1997	2007
Costo	\$4,600,000	\$4,000	\$1,000	\$550
Velocidad (MHz)	12.5	8.3	166	1,600
Costo por MHz	\$368,000	\$482	\$6	\$0.34
Fuente: AEI, 2007.				

Gráfica 2.1. Subsectores de la industria electrónica y del software.



Otra de las características principales de la industria es que es intensiva en conocimiento (trabajo científico y de ingeniería), además de que presenta en ciertas etapas (como la fabricación de la oblea de silicio en micras) alta intensidad de capital por la complejidad de los procesos y de los productos; los anteriores rasgos hacen que existan altas barreras a la entrada y a la salida para las empresas en los segmentos de circuitos lógicos (Ernst, 2010, 2014).

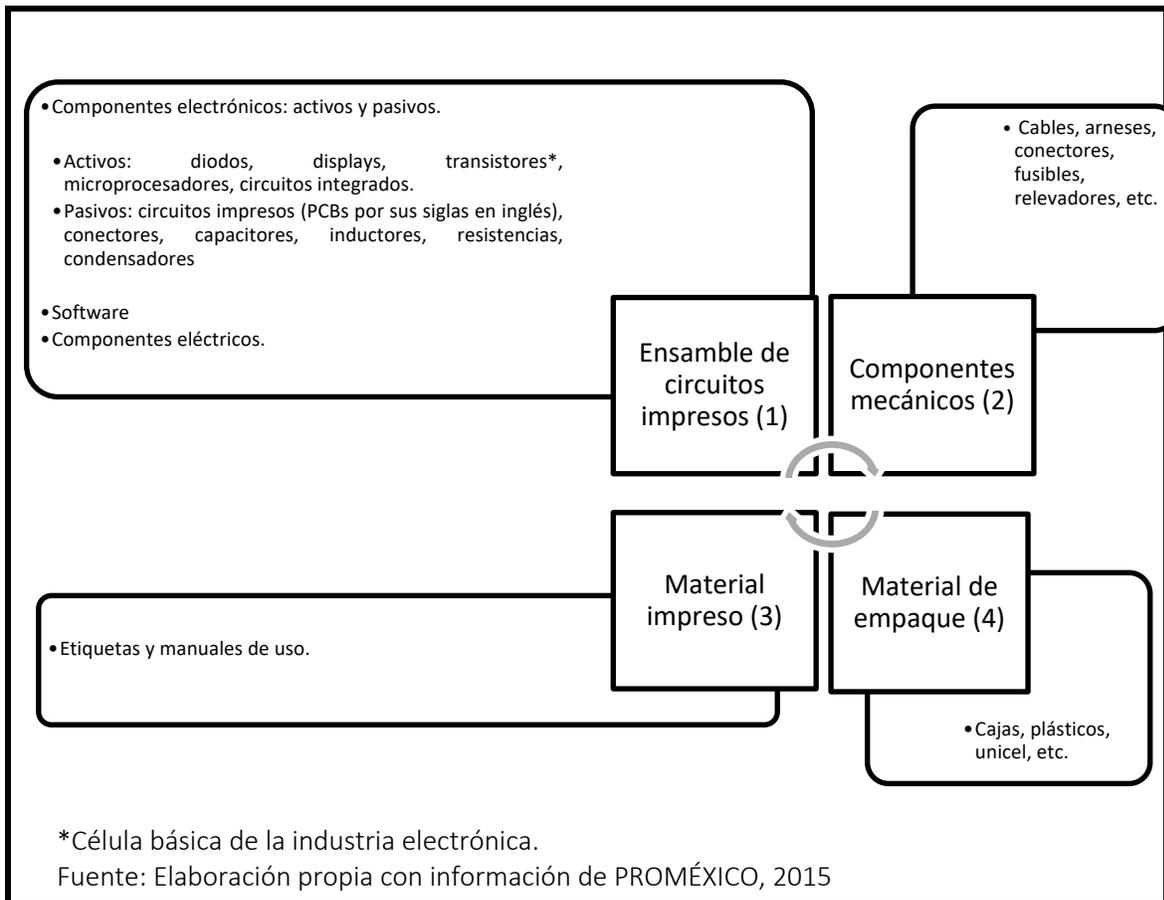
En este sector hay un alto grado de divisibilidad geográfica, como resultado, las empresas pueden integrar a escala global activos y usar recursos especializados como redes de proveeduría y de clientes, conocimientos tecnológicos y experiencia de producción estando ubicadas en diversas partes del mundo, sin ser necesariamente propietarios (Ernst, 1997). Los avances tecnológicos en el sector han permitido la interacción al instante con empresas líderes, proveedores, instituciones y clientes a través de diversos dispositivos y nuevas formas de comunicación. Esto brinda un excelente ejemplo de creación de redes de producción porque permite la transferencia de segmentos de las cadenas globales de valor a otros territorios (Dussel, 2004).

Los productos que forman parte de la industria electrónica contienen: ensambles de circuito impreso (1) (PCAs por sus siglas en inglés), componentes mecánicos (2), material impreso (3) y material de empaque (4) (PROMÉXICO, 2015). Los ensambles de circuito impreso son la parte fundamental de los dispositivos electrónicos dado que allí se encuentran los componentes electrónicos que hacen viable su funcionamiento; es en ellos donde se encuentra la célula básica de la revolución tecnológica según Pérez (2001), el transistor (Gráfica 2.2).

Los PCAs están formados a su vez por: componentes electrónicos pasivos y activos, software embebido y componentes eléctricos. Los componentes electrónicos son los que se conectan entre sí para formar un circuito electrónico; de ellos, los activos son los que generan ganancia o control y excitación eléctrica, los pasivos se usan para conectar a los componentes activos asegurando la transmisión de señales eléctricas; el lenguaje binario está contenido en los circuitos integrados y lleva el control del sistema para que cumplan diversas funciones y tareas; y los componentes eléctricos están integrados por cables, arneses, etc.

Los circuitos impresos (PCB) son tarjetas o placas que contienen caminos o pistas de material semiconductor sobre una base de material no semiconductor; hay PCB's de una capa, dos capas o multicapa. Se usan como base para la interconexión de componentes electrónicos que componen el circuito integrado, se describen de manera independiente debido a su importancia en la industria ya que son los que sustentan a los circuitos electrónicos. Actualmente, la fabricación de la oblea de silicio en escalas de micras se fue concentrando en unas 4 empresas globales entre las que sobresale TSMC de Taiwán. Considerado el líder (Ernst, 2016); el ensamblado se lleva a cabo por una diversidad de empresas, la mayoría contratistas de manufactura, pero en teléfonos inteligentes hay alta concentración.

Gráfica 2.2. Composición de los dispositivos electrónicos.



La cadena de valor en la industria electrónica, de lo más simple a lo complejo, está compuesta por: proveeduría de insumos primarios (como silicio), ensamble y subensamble, manufactura de partes y componentes, obtención de partes y componentes (como semiconductores), prueba de producto, mercadeo, I&D, diseño de productos y procesos. Cada segmento requiere de empresas sofisticadas y de sus respectivos círculos de proveedores (Gereffi, 1994; Dussel, 2004). Adicionalmente se añaden diferentes servicios como soporte técnico y publicidad, que generan un alto valor agregado. A su vez ciertos elementos del proceso de diseño se dividen en módulos que van desde la prueba y validación hasta el diseño crítico (Ernst, 2010).

Las partes más sencillas de la cadena y las que añaden menor valor, el ensamble y subensamble, las llevan a cabo en general empresas o filiales en (de) países en desarrollo menos avanzados, mientras que las empresas de los países en desarrollo avanzados realizan

funciones intermedias, tales como manufactura de componentes electrónicos y/o fabricación de obleas; las empresas de los países desarrollados atienden los segmentos con mayor tecnología, capital y valor agregado, tales como la investigación, desarrollo y mercadeo. Además las empresas filiales de los líderes globales pueden realizar actividades de diseño de módulos en Taiwán, China y Malasia (Ernst, 2010). También hay contadas regiones de América Latina en donde se llevan a cabo actividades de diseño modular o prueba de producto, se insiste en los escaños más bajos, como es el caso de Guadalajara (prueba y validación de producto).

El sector electrónico tiene una particular importancia en las cadenas de valor porque es en él donde se ha gestado la revolución tecnológica. Como proveedora del “insumo clave”, los transistores, genera un efecto multiplicador en los demás sectores de la economía que tienen el papel de usuarios de esos dispositivos. Además por sí mismo la electrónica es un sector muy dinámico de la economía internacional en términos de comercio y tiene sus propias cadenas globales de valor que tienen características específicas.

Esta cadena modelo se entrecruza con otra a partir de los componentes- Como vimos los componentes centrales son los semiconductores, de los cuales existe diversidad. La producción de semiconductores está a su vez organizada en una cadena de producción, siendo el más importante el que se destina a teléfonos inteligentes. Veremos a continuación las características generales de la cadena de valor de la electrónica.

Las cadenas globales de valor en la industria electrónica tienen varias características entre las que de acuerdo a Dussel (2004) sobresalen:

- Existe un alto grado de innovación, en donde cabe la disminución de los ciclos de vida de los productos y su rápida depreciación.
- Alto grado de diversificación de los productos finales.
- La reorganización industrial está liderada por las empresas de marca.

- En el sector de fabricación, la presencia de gigantes exportadores que coloca a tres países asiáticos en la cima, Taiwán, Singapur y China.

La revolución de los principales componentes de la industria electrónica inicia con la introducción del transistor, y posterior tiene elementos disruptivos como la aparición de la PC, de las redes, del teléfono inteligente y la tableta. A continuación, se describirá brevemente la tipología de sus agentes participantes en dos periodos, primero los inicios y de 1980 a 1990, la era de la computadora; después de fines de los 1990 a los 2010, la era de las redes e internet.

2.1.1 Sectores y agentes participantes

Equipo de cómputo

Hay antecedentes de las primeras computadoras en el siglo XIX. De un lado el diseño y prototipo de la llamada máquina analítica para efectuar operaciones aritméticas repetidas, concebido por Charles Babbage en Inglaterra; están también los telares mecánicos que podían reproducir tejidos automáticamente al leer tarjetas perforadas (Charles Jacquard en Francia); Babbage luego introdujo el sistema de lectura de tarjetas perforadas en sus máquinas (Hernández, s/f).

No obstante, fue hasta más de cien años después que se tuvo avances significativos con la introducción de los tubos al vacío. La primera generación de computadoras basadas en esos dispositivos inició en 1947 con la ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator) creada por John Mauchly y John Eckert de la Universidad de Pennsylvania (Comer, 2005); las computadoras consideradas de la primera generación eran computadoras enormes (la primera requería un sótano completo), muy costosas, necesitaban constante enfriamiento y estaban programadas en lenguaje de máquina o hardware. Contenían 18 000 tubos al vacío, pesaban treinta toneladas, y gastaban 150 kilowatts de potencia, en comparación con las PC que pesan 4.5 kilogramos y gastan pocos watts (Hernández, op.cit.); en cuanto al precio, las primeras computadoras costaban cerca del millón de dólares y las

primeras minicomputadoras costaban de 20 mil a 200 mil dólares (Comer, op.cit.). La segunda generación de computadoras, que marca el primer elemento disruptivo de la industria, tuvo como eje el reemplazo de los tubos al vacío por los transistores que permitía la producción de computadoras descentralizadas más pequeñas, baratas y confiables, además eran programadas con nuevos lenguajes de alto nivel programables bajo el principio de Von Newman (Hernández, op.cit.). La computadora “Cray-1 system” de los 1970 hacía 160 millones de operaciones por segundo y tenía una memoria de 8 megabytes; su precio fue de unos 8.8 millones de dólares en aquella época. De los *mainframes* a la *Personal Computer* (PC) surgieron elementos para facilitar las tareas de oficina como el software genérico: el sistema operativo, que provino de Microsoft (Gordon, 2016). La computadora electrónico-digital se concibió primero como la tecnología genérica de esta fase (ver Carlsson, 2004), pero los avances posteriores al 2000 dieron paso a otra tecnología genérica (ver McKinsey, 2011; Gordon, op.cit.).

La primera PC es una creación de IBM y salió al mercado en 1981; el chip era de Intel y el sistema operativo de Microsoft. Cabe destacar que IBM rompió sus tradiciones y usó productos de otras compañías, en este caso Intel (microprocesador) y Microsoft (software); para delegar en otras compañías reveló las especificaciones para que empresas externas pudieran desarrollar el hardware y software requerido. La PC de inicios de los 1980 contenía un millón de microprocesadores, para 1990 tenían 10 millones de ellos (Comer, op.cit.).

También surgieron las “Apple I y II” y de allí una serie de computadoras personales que mejoraban tanto hardware como software y pronto los modelos previos se hacían obsoletos. Contaban a su favor su reducido tamaño, precio accesible y fácil adaptabilidad (Gordon, op.cit.)

Es importante mencionar que el precio de las computadoras en tres décadas (de 1960 a 1990) cayó en un factor de mil. En esa última década ya se contaba con un adecuado hardware y software para posibilitar la interconectividad hasta llegar a internet, con lo que se dio la convergencia con las telecomunicaciones y con ello inicia la siguiente era, de la cual hablaremos en el apartado siguiente.

De las computadoras personales surgió un subsegmento: las computadoras portátiles o laptop; estos dispositivos surgieron por la necesidad de hacer móviles la capacidad y la información reservadas hasta ese momento a las computadoras de escritorio. Data de fines de la década de los 1980, aunque en ese tiempo tenían muy poca capacidad, eran costosas (el dispositivo Compass de la marca Grid, el cual es considerado la primer *laptop*, costaba 4,000 dólares) y no eran compatibles con las computadoras de escritorio. Para la década de los 1990, las computadoras portátiles tenían procesadores que consumían menos energía, eran compatibles con las de escritorio y podían tener conectividad Wi-Fi; al final de este periodo sus ventas alcanzaron 28.5 millones de unidades (The Wall Street Journal, s/f.).

Semiconductores

El transistor es la célula básica del cambio tecnológico porque es el elemento funcional de los semiconductores; son componentes electrónicos activos de material semiconductor que modulan los flujos de electrones en una señal de entrada y otra de salida, o sea binaria; la unión masiva de los transistores forma circuitos electrónicos; el cableado se efectúa con resistencias, diodos y capacitores (componentes pasivos) para que puedan funcionar; los transistores y sus conexiones avanzaron a circuitos integrados en 1959 y a microprocesadores en la década de los 1960 y 1970 (Castells, op.cit.); genéricamente a todos se les llama semiconductores. Un dispositivo electrónico digital necesita: una entrada, un procesador, memoria y una salida; los circuitos integrados constituyen el procesador y la memoria de los dispositivos (O'Regan, 2008; Rivera, 2015).

La escala de integración de los circuitos antes descritos (número de transistores conectados) se hizo mayor cada vez por lo que disminuyó el espacio disponible; disminuyeron dramáticamente los costos y la producción aumentó a gran escala; además permitió el cambio de circuitos electrónicos discretos⁶ a circuitos electrónicos multifuncionales o circuitos integrados (CI). Los primeros eran los que ejecutaban una sola

⁶Los circuitos electrónicos discretos aún están en muchos dispositivos.

función y los componentes se empacaban por separado; sin embargo, en 1959 Jack Kilby de la empresa de Texas instruments desarrolló el primer circuito integrado que creó un circuito electrónico sobre una base de silicio (Comer, 2005). Para 1960 la empresa estadounidense Intel ideó la forma de hacer un microprocesador⁷ genérico que en lugar de cumplir una sola función tuviera la opción de programarse según las necesidades; así fue como se avanzó de circuito integrado a microprocesador que se tradujo en la aparición de la minicomputadora y de la computadora personal posteriormente (O'Regan, op.cit. Rivera, op.cit.). Como se mencionó, Castells (op.cit.) fechó el nacimiento de las TICs en 1971 con la aparición del primer modelo INTEL de circuito integrado (4004).

En la etapa temprana de introducción de los circuitos integrados, tenían un alto grado de diferenciación, generaban amplias ganancias y su producción estaba confinada a Estados Unidos, pero conforme disminuyó la escala de integración, los circuitos se estandarizaron y se optó por economías de escala y cambio de locación para mantener las ganancias (Comer, op.cit.). La conversión en *commodities* fue más drástica en los circuitos de memoria, sobre todos los DRAM (memoria de acceso dinámica). Los circuitos lógicos requieren más ingeniería y por tanto su precio fue creciendo, aunque no en proporción de su potencia. Por ejemplo el Snap Dragon modelo 820 de la empresa Qualcomm tiene un precio por unidad de 300 dólares; debemos considerar que tiene 24 millones de transistores. El Intel 4004 de 1971 tenía 3500 transistores y el Intel 15-core Xeon Ivy Bridge de 2014 tiene 4.31 miles de millones de transistores, midiendo 22 nanómetros (Gordon, op.cit.)

El cofundador de Intel Gordon More predijo que el número de transistores en un chip se duplicaría cada dos años, y hasta la década de los 1990 fue una buena predicción (Gordon, 2017). En cuanto a los precios, la baja es absoluta en los transistores y relativa si se compara con el desempeño.

La producción de los semiconductores lógicos más avanzados constituye un ejemplo de desintegración vertical y organización en redes globales. Como explica Ernst (2010), hasta

⁷Circuito integrado de transistores dentro de un bloque de semiconductor, véase Rivera, 2015.

mediados de los 1980, las compañías globales especializadas en sistemas y en semiconductores hacían casi todo el diseño *in-house* (en el país desarrollado) e individualmente o sea diseño por componente (Ernst, op.cit.). Posteriormente desde mediados de los 1990 la firma líder desintegró el diseño y lo dispersó geográficamente, pero dentro de una concepción integral. Ello requiere, como explica Ernst (op.cit.) la colaboración de varias empresas, que se ocupan de un módulo del proceso (op.cit.). Básicamente se trata de:

- **Primer nivel**
 - Una empresa global como IBM es propietaria del concepto central.
 - Ese concepto lo recibe una empresa como INTEL, que diseña el microprocesador.
 - La fabricación del chip puede enviarse a proveedores especializados, por ejemplo TSMC de Taiwán establecida en 1987.
- Un **segundo** nivel de la RGI consiste en los proveedores de herramientas para diseño automático, verificación y prueba.
- El **tercer** nivel comprende a los contratistas de manufactura como Flextronics o Foxconn de Taiwán, que ensamblan el producto final.

Como se advierte el paso principal que se verificó gracias a la especialización vertical es la separación entre diseño y fabricación. Esa dicotomía se expresa en la relación entre *fabless* o *foundry*. Después esa relación incluyó a más agentes. Uno que define la arquitectura (concepto), otra el equipo, la plataforma, la que brinda bloques de diseño automático.

La propagación del diseño modular explica la conversión de Guadalajara en una aglomeración orientada a servicios tecnológicos, bajo la modalidad intra-firma, como veremos en el capítulo 4.

Equipo de telecomunicaciones

En cuanto a la industria de telecomunicaciones, es preciso señalar que en la era predigital, las telecomunicaciones eran monopolios estatales y la conmutación se efectuaba de forma electro-mecánica (Dabat, Rivera y Suárez, op.cit.). Para la década de los 1980 cuando se dio la convergencia antes mencionada, ya eran computadoras las que enlazaban las llamadas por lo que se agilizó el servicio; el mercado de los aparatos de telecomunicaciones se abrió en 1985 y la competencia aceleró los avances tecnológicos en el sector; aunado a ello el Estado cedió el control de la prestación del servicio, o sea, se efectuó la privatización. La gran transformación de las telecomunicaciones está en los sistemas inalámbricos, y de allí a su masificación.

En la era de la computadora, el equipo de telecomunicaciones estaba dominado por el teléfono fijo. En 1951, AT&T introdujo el sistema *Direct Distance Dialing*, que permitía marcar los números acorde a códigos únicos de área; la primera llamada se dio entre dos alcaldes de Estados Unidos que estaban de costa a costa y tomó 18 segundos conectarlos en comparación con los 36 minutos y 12 operadores que tomaba 36 años antes (Gordon, op.cit.). La reducción de los trabajadores y costos repercutió en la caída de los precios drásticamente. En la década de los 1970 surgió la comunicación inalámbrica que dio paso al equipo de comunicación móvil principalmente celulares, los cuales si bien aparecieron en los 1970⁸ y comercializaron en los 1980, fue hasta la segunda generación que surgió en los 1990 cuando indujeron el primer cambio abrupto. Aunque ya eran digitales, eran aparatos muy grandes y costosos que no eran tan atractivos para los consumidores, era un mercado destinado sólo a personas de elevados recursos. A inicios de la década de los 1990 el teléfono celular era accesible a una minoría y el mercado de masas todavía tendría que esperar varios años. El reto de las empresas era hacerlos cada vez más baratos y de menor tamaño.

⁸El primer celular data de 1973 y es de la empresa estadounidense Motorola, un directivo de la empresa marcó a su rival de la empresa AT&T. El dispositivo se comercializó hasta una década después en 1984, su nombre era "DynaTAC 8000X"

La entrada de más empresas al mercado desde fines de los 1990 generó más competencia y permitió la comoditización de los dispositivos, por ello los precios se redujeron considerablemente y, aunado a cierta bonanza económica basada en el crédito, las medias clases de Estados Unidos, Europa y Japón comenzaron a usarlos como bien destinado a convertirse en básico.

Para concluir este apartado, se presentan algunos datos de comercio exterior (exportaciones) por subsector; en el cuadro 2.2 podemos constatar el tremendo cambio en la cuantía de las exportaciones de 1980 a 2000. El sector con mayor crecimiento en la misma década fueron los semiconductores seguidos de equipo de telecomunicaciones. Vemos que comienza a cerrarse la etapa de la computadora y abrirse la de telecomunicaciones, que implica interconectividad y portabilidad.

Cuadro 2.2 Exportaciones mundiales de productos electrónicos									
Miles de millones de dólares									
Subsectores	1980	1985	% Crec. 1980/1985	1990	% Crec. 1985/1990	1995	% Crec. 1990/1995	2000	% Crec. 1995/2000
Electrónica de producción	56.4	97.3	72.5	252.3	159.3	486.2	92.7	787.1	61.9
-Semiconductores	14.2	22.5	58.5	65.3	190.2	163.5	150.4	262.4	60.5
-Computadoras y equipo de oficina	21.7	46.9	116.1	231.4	393.4	118.8	-48.7	172.4	45.1
-Componentes y accesorios de cómputo						83.7		137.3	64.0
-Equipo de telecomunicaciones	17.8	24.1	35.4	60.5	151.0	108.3	79.0	200.8	85.4
-Equipo médico	2.7	3.9	44.4	9.6	146.2	12.0	25.0	14.3	19.2
Electrónica de consumo	17.2	23.2	34.9	48.0	106.9	57.2	19.2	66.6	16.4
-Receptores de televisión	5.6	6.1	8.9	18.2	198.4	20.3	11.5	26.6	31.0
-Radiorreceptores	6.1	5.8	-4.9	13.4	131.0	17.5	30.6	15.4	-12.0
-Equipo de sonido	5.5	11.2	103.6	16.3	45.5	19.2	17.8	24.5	27.6
Exportaciones electrónicas totales	73.6	120.5	63.7	300.3	149.2	543.5	81.0	853.7	57.1
Fuente: Tomado de (Dabat, 2007) y (Dabat & Rivera, 2004)									

En el siguiente cuadro (2.3) se muestran las exportaciones según países y su concentración de mercado en los 1980, 1990 y 2000. De esos datos es importante resaltar el cambio de países exportadores puesto que en 1980, los 5 principales países eran desarrollados, Estados Unidos, Japón y tres europeos y en el 2000 se encuentran Estados Unidos y Japón a la cabeza y tres asiáticos más que no estaban anteriormente: Corea, Malasia y Singapur. De los países desarrollados que no pierden liderazgo, como se dijo al principio del capítulo, son Japón y Estados Unidos. México obtuvo mayor importancia de los 1980 al 2000, puesto que pasó de estar en el lugar 14 al 11 y su participación aumentó de 1.1% a 3.8%.

Equipo de audio y video

El equipo de audio y video, los televisores y aparatos radiofónicos y sus partes, fueron el eje de la industria electrónica antes de la digitalización y aparición de los transistores. En 1980 el 50% de la producción de la industria electrónica atendía a este segmento (Ordóñez, 2009).

Los aparatos radiofónicos fueron el componente medular de la comunicación desde su aparición hasta la primera mitad del siglo XX; incluso aunque el televisor apareció antes de la Segunda Guerra mundial, el radio fue el instrumento de comunicación durante el periodo de la guerra; el televisor se pausó en este periodo. En la década de los 1960 el transistor sustituyó a los bulbos en los aparatos radiófonos, principalmente en los de amplitud modulada y en los radios de bolsillo (Comer, 2005).

Posterior a la SGM, el televisor tomó el liderazgo de la industria electrónica y era el aparato de mayor consumo en los hogares; incluso se reconoce como el dispositivo con mayor impacto en la historia de la industria, en 1960 el 90% de los hogares en Estados Unidos tenían un televisor (Gordon, 2016); en esa misma década los precios de los aparatos cayeron abruptamente por la sustitución de los tubos al vacío por transistores. Sin embargo, tanto radio como televisor tuvieron un poderoso impacto en los hábitos y comunicación de los individuos y fueron vitales instrumentos de información con influencia en ámbitos político y económico, pero no permearon en el abrupto cambio en la forma de producir como lo hizo

la aparición del semiconductor y computador, y su influencia en las telecomunicaciones, digitación e internet.

En cuanto a su producción, Estados Unidos fue el líder en empresas dedicadas al subsector antes de la mitad de la década de los 1980 cuando Japón le arrebató el liderazgo, muchas empresas estadounidenses fueron adquiridas por empresas asiáticas como Philips que compró las plantas de Sylvania y Magnavox y LG Electronics que compró las operaciones de Zenith (Carrillo & Contreras, 2004). Es importante destacar que un importante número de las adquisiciones asiáticas mudaron sus operaciones a la frontera Norte de México, en donde se gestó una importante aglomeración exportadora de televisores, la cual fue la primera exportadora mundial de dichos dispositivos, la tercera de radioreceptores y la décima en aparatos de sonido (Ordóñez, íbid).

Cuadro 2.3 Hitos en el equipo de audio y video			
AÑO	HECHO	AUTOR	PAÍS
1897	Osciloscopio de rayos catódicos	Karl Ferdinand Braun	N.D.
1907	Intento de transmisión de imagen con tubo de rayos catódicos	Boris Rosing	Rusia
1912	Primera transmisión inalámbrica de audio	Frederick Lowensnstein	Estados Unidos
1914	Radio de amplitud modulada	Laboratorios RCA	Estados Unidos
1925	Radio de frecuencia modulada	Edwin H. Armstrong	Estados Unidos
1927	Tubo de rayos catódicos	Vladimir K. Zworykin y Philo Farnsworth	Rusia / Estados Unidos
1939	Televisión en blanco y negro	Laboratorios RCA	Estados Unidos
1940	Aparición del fonógrafo	N.D.	N.D.
1951	Televisión en color	Corporación RCA	Estados Unidos
Fuente: Comer (2005), Gordon (2016)			

Cuadro 2.4 Participación de los principales países en las exportaciones mundiales de electrónicos
Miles de millones de dólares, porcentajes y años seleccionados

1980			1990			2000		
País	Monto	%	País	Monto	%	País	Monto	%
TotalMundo	68.12	100.0	Total Mundo	318.22	100.0	TotalMundo	907.00	100.0
Japón	15.20	22.3	Japón	68.47	21.5	EEUU	126.72	14.0
Alemania	7.53	11.1	EEUU	53.61	16.8	Japón	110.11	12.1
EEUU	14.65	21.5	Alemania	22.75	7.1	Singapur	73.88	8.1
Reino Unido	4.18	6.1	Reino Unido	19.69	6.2	Corea	58.91	6.5
Francia	3.26	4.8	Singapur	19.26	6.1	Malasia	52.40	5.8
Total 5 principales	44.83	65.8	Total 5 principales	183.79	57.8	Total 5 principales	422.04	46.5
Italia	2.60	3.8	Corea	14.35	4.5	Reino Unido	50.29	5.5
Holanda	2.56	3.8	Francia	12.70	4.0	Alemania	47.53	5.2
Suecia	2.45	3.6	Holanda	10.68	3.4	China	43.61	4.8
Singapur	1.79	2.6	Malasia	8.21	2.6	Taiwán	39.22	4.3
Canadá	1.73	2.5	Italia	7.96	2.5	Holanda	39.22	4.3
Total 10 principales	55.98	82.2	Total 10 principales	229.75	72.2	Total 10 principales	641.94	70.8
Bélgica-Lux	1.65	2.4	Taiwán	7.04	2.2	México	34.27	3.8
Corea	1.60	2.4	Canadá	5.66	1.8	Francia	32.42	3.6
Malasia	1.15	1.7	Irlanda	5.15	1.6	Irlanda	25.52	2.8
México	1.11	1.6	Suecia	4.35	1.4	Filipinas	25.15	2.8
Irlanda	.72	1.1	Bélgica-Lux	3.59	1.1	Canadá	20.79	2.3
Suiza	.66	1.0	Tailandia	3.52	1.1	Tailandia	18.69	2.1
Austria	.63	0.9	China	3.14	1.0	Suecia	13.71	1.5
Brasil	.47	0.7	Austria	2.94	0.9	Bélgica-Lux	11.46	1.3
España	.33	0.5	España	1.81	0.6	Finlandia	10.91	1.2
Dinamarca	.32	0.5	Suiza	1.66	0.5	Italia	10.78	1.2
Total 20 principales	64.67	94.9	Total 20 principales	268.65	84.4	Total 20 principales	845.70	93.2

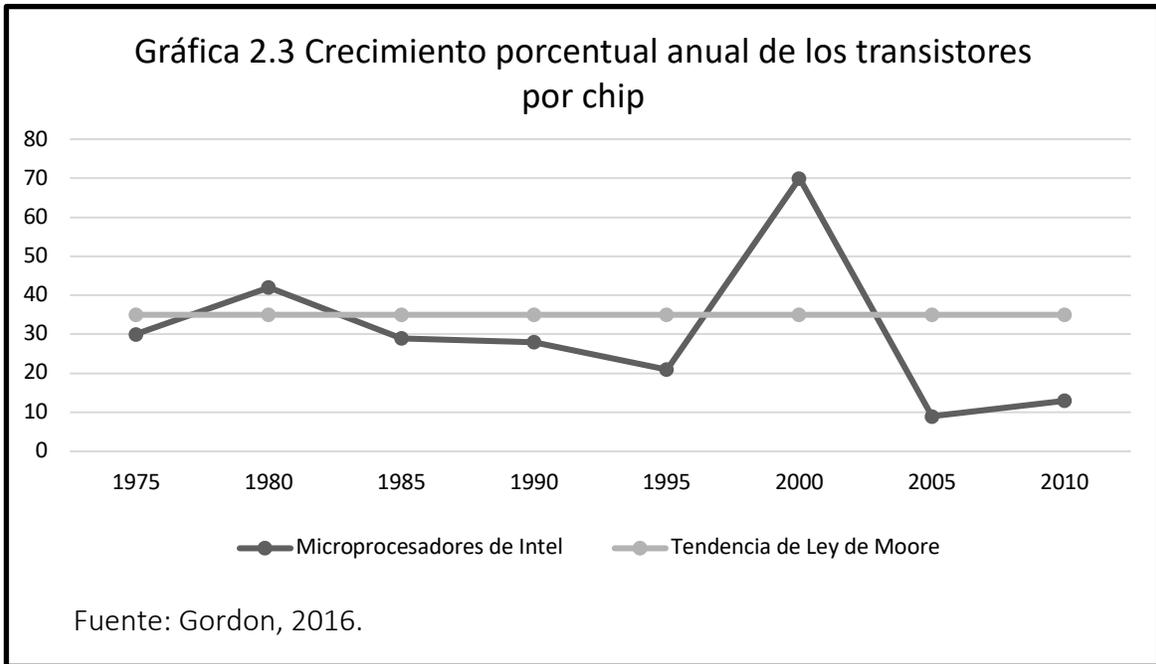
Fuente: (Ordóñez, Bouchain, Chávez y Vázquez, 2016)

2.2. Segunda etapa de la electrónica: La era de redes e Internet. Sectores y agentes participantes

En esta era, el elemento integrador es el aumento del poder de cómputo que se expresa en la Ley de Moore antes descrita, sólo que esta última se refiere a la cantidad de transistores por unidad de espacio físico, como se puede ver en la Gráfica 2.3 la ampliación del poder de cómputo permite masificar los dispositivos móviles interconectados y acercarlos a las computadoras a escala de un objeto liviano que cabe en la palma de la mano. El creciente poder de cómputo explica la mayor extensión y profundización de las redes globales de producción y genera inclusión de nuevos países localidades, además de nuevos servicios como el firmware; ya que abarató la coordinación entre agentes y por supuesto, los costos y precios. Una analogía que ejemplifica el colapso de los precios es la cita de Cringely (en Gordon, 2016):

Si un automóvil hubiera seguido el mismo desarrollo que una computadora, el Rolls Royce costaría \$100 y daría un millón de millas por galón y explotaría una vez al año matando a todos adentro.

Atendiendo a la Ley de Moore, de 1997 a 2006, en donde se puede enmarcar la era de la computadora a la que nos referimos en este apartado, se necesitaban 14 meses para doblar el número de transistores en un chip y la caída de los precios era de 60%.



En ese tenor, el aumento del poder de cómputo es que se configuran los subsectores de la industria electrónica en la segunda fase, la era de redes e internet. El internet reconfiguró los dispositivos pues pasaron de individuales a tener conectividad con el mundo. Bajo estas premisas es que se consideran los siguientes apartados, con las particularidades ente sectores.

Equipo de cómputo

Como se mencionó anteriormente la convergencia de la PC con las telecomunicaciones dio paso a la creación de redes de computadoras que se conectan mediante un módem y surge el internet y posteriormente la red de redes *World Wide Web* (Gordon, 2016; Ordóñez, op.cit.). Dichas redes son las que permitieron la segmentación de la producción y la creación de las redes globales de producción; puesto que permitían la comunicación instantánea con lugares remotos que fue aprovechada por las empresas líderes para trasladar los escaños de la producción y poder mantener el control.

La conexión de las computadoras mediante redes generó un nuevo tipo de ellas: los servidores, los cuales son los que dirigen las redes, contienen la información y el software, y deben tener amplia capacidad; las computadoras que dependen de ellas o clientes pueden operar sin software, con pocos periféricos y sin disco duro, por lo que se les llama computadoras “vacías” y son de menor costo (Dabat, Rivera y Suárez, 2004). Actualmente es posible prescindir de servidores, hay empresas que cumplen esa función con dispositivos de su propiedad; la información está en “nubes” y los usuarios sólo necesitan pagar una cuota cada determinado tiempo. Debido a las nubes y a los servidores, las PC son dispositivos cada vez más vacíos.

En cuanto a las computadoras portátiles o *laptop*'s dominaron el mercado desde la mitad de la década de los 2000 hasta el auge de los *smartphones* y tabletas (las cuales fueron introducidas en el 2010 por la empresa Apple). Recientemente se han combinado las características de las tabletas con las de las computadoras portátiles en dispositivos denominados “híbridos”. Las seis empresas líderes en producción de PC y Laptop para el 2015 son: Lenovo, HP, Dell, Asus, Apple y Grupo Acer, como puede observarse en el cuadro 2.5

Cabe recalcar que después de los cambios disruptivos de la industria de la computación, primero el paso de los mainframes a la PC, de la computadora personal a la red de computadoras y la introducción de las computadoras portátiles, actualmente la industria de la computación está totalmente estandarizada, ya son cajas cada vez más vacías con poca diferenciación. En 2015 fue el primer año desde el 2008 que no se superó la venta de 300 millones de unidades vendidas y tuvieron una caída de 8% (Gartner, 2016). Esta poca diferenciación, según la teoría del ciclo de vida del producto, implica que las empresas líderes sean de países aprendices tecnológicos como los asiáticos, en particular China.

Cuadro 2.5 Participación de mercado de las ventas globales de Computadoras Personales (Participación)								
Empresa	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Lenovo	7.4	7.5	8	10.9	12.5	14.9	16.9	18.8
Hewlett-Packard	18.1	18.2	19.1	17.9	16.6	16.1	16.2	17.5
Dell Inc.	14.2	14.1	12.1	12	11.7	10.7	11.6	12.9
ASUS	N.D.	N.D.	N.D.	5.4	5.7	6.9	6.6	7.2
Apple	N.D.	6.2						
Acer	9.7	10.6	12.9	13.9	10.8	10.2	8	7.7
Toshiba	4	4.6	5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Otros	46.5	44.9	42.8	40	42.8	41.2	40.7	29.6
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

*Toshiba dejó de ser líder en la venta de computadoras personales en 2010, después de ese año se concentra en la categoría de “otros”.

**Asus desplazó a Toshiba en las líderes a partir del 2011, antes se encontraba en la categoría de “otros”.

Fuente: Gartner, 2016.

Semiconductores

Para la era de redes, los semiconductores tuvieron mayores avances que en la era anterior, superaron las expectativas de Moore y de 1997 a 2006 sólo se necesitaban 14 meses para duplicar el número de transistores en un chip. Además, se volvieron más complejos capaces de procesar más tareas al mismo tiempo, trabajar con extensiones complejas y programas de elevado diseño gráfico; también cuentan con mas núcleos. Todo ello debido principalmente a los requerimientos del equipo de telecomunicaciones. La actividad más rentable, el diseño de dichos complejos componentes, se hace principalmente en Estados Unidos.

En orden jerárquico la empresa líder en semiconductores es la empresa estadounidense Intel, seguida de la coreana Samsung; juntas representan el 27.14% de las ventas totales de semiconductores en el mundo. La japonesa Toshiba pasó de ser la tercera empresa más importante en ventas en 2008 a la séptima en 2015 y sus ventas cayeron 9.8%.

Para ese mismo año con menos de la mitad de ventas de Samsung, está la coreana Hynix en tercer lugar y la estadounidense Qualcomm (Cuadro 2.6). Es importante destacar que los componentes de las líderes Intel y Samsung se usan principalmente para equipo de cómputo, la empresa más importante globalmente en semiconductores con tecnología 3G y 4G para móviles es Qualcomm.

Cuadro 2.6 Principales empresas de semiconductores(Participación).							
Empresa	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Intel	13.26	14.56	14.03	16.51	16.37	15.43	15.38
Samsung Electronics	6.82	7.74	9.39	8.92	9.54	9.73	10.21
Hynix Semiconductor	2.36	2.64	3.30	3.06	2.99	4.01	4.70
Qualcomm	2.54	2.81	2.41	3.26	4.39	5.46	5.67
MicronTechnology	N.D.	1.83	2.75	2.49	2.31	3.78	4.78
Texas Instruments	4.15	4.00	3.97	3.83	3.70	3.36	3.39
Toshiba	4.16	4.21	4.13	3.84	3.54	3.58	3.13
Broadcom	N.D.	N.D.	2.21	2.33	2.62	2.60	2.48
STMicroelectronics	4.03	3.73	3.46	3.14	2.81	2.57	2.17
Infineon Technologies	3.32	2.05	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.67
RenesasTechnology	2.78	1.99	3.41	3.47	3.05	2.53	N.D.
Otros	56.59	54.45	50.97	49.15	48.68	46.95	46.42
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
* Cifras estimadas Fuente: Gartner, 2016.							

Equipo de telecomunicaciones

Las telecomunicaciones junto con los semiconductores dominan la industria en la etapa de redes; particularmente el equipo de telecomunicaciones móvil. Esta etapa se equipara también como la era del celular puesto que desde fines de los 1990 se convierte en un producto de masas. La empresa que asumió primeramente el liderazgo fue Nokia; el dispositivo “Nokia 1110” vendió 250 millones de piezas por lo que representa el *gadget* más

vendido hasta entonces. El rápido aumento del poder de cómputo amplificó el espacio para perfeccionar la telefonía móvil y por ende redefinir tecnológicamente el producto.

La primera etapa de los celulares está caracterizada por los ahora denominados *dumb phones* en donde las mejoras estaban definidas por la inclusión de elementos como la cámara y la disminución del tamaño de los equipos. Nokia era quien tenía el liderazgo seguida de Motorola, Sony Ericsson y LG.

Sin embargo, hubo un elemento disruptivo que provocó una redefinición de los equipos de telecomunicaciones y que llevó al cambio de liderazgo, en donde es importante resaltar que Estados Unidos lo retomó; este cambio fue la introducción del *smartphone* de la mano de Apple. La introducción de dichos dispositivos reapuntaron la obtención de rentas tecnológicas y dos empresas tomaron el liderazgo desde entonces, Apple y Samsung. Por lo tanto, desde ese momento, el equipo de telefonía móvil ha estado sujeto a un oligopolio con dos líderes y pocas empresas con menor participación. El cuadro 2.7 da una idea de la cuota de mercado que tienen los dos líderes, 40.1% del total, mientras que la empresa que les sigue (Huawei) sólo tiene 5.47% para 2014.

La redefinición del equipo de comunicación móvil trajo consigo la complejización de sus componentes, puesto que los *smartphone* permiten la conexión con las redes e internet. Después de su aparición los dispositivos móviles inteligentes tuvieron consecuentes mejoras incrementales que demandaban mejores componentes, en los cuales los países desarrollados mantienen el control de diseño.

Cuadro 2.7 Principales empresas de celulares (Participación)				
Empresa	2011	2012	2013	2014
Samsung	17.74	22.03	30.92	24.71
Apple	5.03	7.45	15.55	15.38
Huawei	2.29	2.71	4.81	5.47
Lenovo*	2.27	1.94	5.92	6.54
Xiaomi	N.D.	N.D.	N.D.	4.54
Nokia	23.79	19.12	N.D.	N.D.
ZTE	3.20	3.86	N.D.	N.D.
LG Electronics	4.86	3.32	4.79	N.D.
TCL Communication	1.92	2.13	N.D.	N.D.
Research In Motion	2.90	1.96	N.D.	N.D.
HTC	2.44	1.84	N.D.	N.D.
Others	33.56	33.64	38.02	43.36
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
*En 2011 y 2012 sólo es motorola y después del 2013 es Lenovo y Motorola				
Fuente: Gartner, 2016				

Discutiremos primero la sucesión de generaciones en la tecnología de comunicación (de 1G a 4G). El avance en los dispositivos móviles ha demandado mejoras en la velocidad de las redes móviles. La primera generación fue la analógica y la segunda marca el cambio de analógica a digital; la tercera generación nació con el primer estándar de telefonía móvil UMTS en 2001, después con la introducción del LTE (Long Term Evolution) que es un estándar de comunicaciones desarrollado por la asociación 3GPP y que fue aplicado por primera vez en 2009 en Estocolmo y Oslo. Los estándares de comunicación son establecidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y dicha organización en 2008 estableció los requisitos para la cuarta generación, las cuales implican descargas más veloces y aprovechan el espectro radioeléctrico, las dos tecnologías aprobadas para 4G son la son LTE-Advanced 24 y WiMAX 2, desarrolladas por 3GPP y el otro por el IEEE (Escuela de Organización Industrial, 2014).

En el apartado que sigue veremos el cambio en la dinámica del mercado en función de la consolidación de la superioridad tecnológica de las empresas de EEUU. Finalmente veremos la distribución del valor agregado entre los participantes en la cadena de valor de equipo de telefonía móvil.

Equipo de audio y video

A finales de la década de los 1990, los televisores presentaron cambios decisivos en la transmisión y recepción; por un lado se transitó hacia los televisores con pantalla de plasma y cristal líquido y por otro lado hacia los dispositivos digitales. Se marca el año de 1998 como el de la aparición de la televisión digital. Ello implicó enormes requerimientos de innovaciones de proceso que además requerían la sustitución de partes y componentes (Comer, 2005, Carrillo y Contreras, 2004).

En la era de redes, además, el equipo de audio y video experimentó la convergencia con el internet. El mayor avance y convergencia ocurrió en los aparatos televisivos, cuyo desempeño fue cada vez mayor puesto que se mejoró la definición, aumentaron las pulgadas; su desempeño avanzó más que lo que sus precios caían (Gordon, 2016).

La tecnología de los televisores para elaborar pantallas de plasma y de cristal líquido surgió en las empresas coreanas, principalmente Samsung, y japonesas, principalmente Sony. Sin embargo, China entró en la competencia en la década de los 2000. Los mayores productores de televisores en el mundo son Samsung Electronics (Corea), Sony (Japón), Hisense (China), TCL (China), Skyworth (China), Panasonic (Japón) y Vizio (China); es decir es un segmento dominado por Asia y en particular por Corea, Japón y China (Forbes, 2015).

En cuanto a los aparatos de reproducción de audio, la tendencia ha sido hacia la digitalización primero, y hacia la miniturización; los medios de reproducción han dejado de ser tangibles para dar pie a la música digital y la extrema personalización de contenido. El aparato disruptivo como reproductor y medio de reproducción fue el *Ipod* de la empresa *Apple* que surgió en el 2005 (Gordon, ídem).

2.1.3 Producción y comercio, participación por regiones y países

Para 2014 la producción de electrónicos alcanzó el valor de 3, 789 mil millones de dólares, los países líderes en dicha producción son: Estados Unidos, China, Japón, Taiwán y Corea del Sur; el subsector con mayor participación fue el de semiconductores con un 33%, seguido del equipo médico e instrumentos de precisión y ópticos con 23%, equipo de computación 19%, equipo de comunicación 14% y equipo de audio y video 11%(PROMEXICO, 2017).

Según la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, UNIDO, (2016), el valor agregado de electrónicos⁹, según subsegmentos, en 2005-2013 estuvo liderada por: Estados Unidos, Corea y Japón en componentes, los cuales tienen un 70.81% de participación con respecto a los diez más importantes; Estados Unidos, China y Japón en fabricación de ordenadores y equipo periférico con 76.92% de participación; Corea, Estados Unidos y Japón en fabricación de equipo de comunicación con un 74.97%; Japón, Brasil y Corea en equipo de telecomunicación con un 59.67% y Estados Unidos, Alemania y Suiza con 75.47% de participación en equipo de medición, control, navegación y relojes. En el 2005 Asia llevaba a cabo la mitad de la producción (50.5%), América el 30.6% y Europa el 12%. Para el 2013 Asia representa el 49.8%, América el 37.1% y Europa el 3.8% (Cuadro 2.8).

En cada uno de los subsectores, Asia tienen una participación sobresaliente, lo que da cuenta del aprendizaje tecnológico de la región. También puede verse que según el ciclo de vida del producto, la producción se desplazó a otra región, en este caso Asia. A pesar de que la falta de datos no permitió completar el cuadro, también se puede observar la supremacía de Estados Unidos en la mayoría de los subsectores, sobre todo en componentes electrónicos. El sector líder en valor agregado es el de “fabricación de componentes”.

⁹Se consideró como electrónicos: el código 2610, 2620, 2630, 2640 y 265 de la división 26 “manufactura de computadoras, electrónicos y productos ópticos” de la CIIU (Clasificación Internacional Industrial Uniforme), revisión 4.

Cuadro 2.8 Valor agregado industria electrónica por sectores y países, 2005-2013
Miles de millones de dólares.

País/Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2610 Fabricación de componentes									
Estados Unidos	N.D.	N.D.	N.D.	71.258	N.D.	77.287	86.063	71.258	N.D.
Corea	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	71.789	73.092	N.D.
Japón	N.D.	N.D.	N.D.	57.060	43.333	63.691	N.D.	96.171	N.D.
China	N.D.	N.D.	37.641	38.804	33.425	40.353	39.739	44.080	46.627
Alemania	27.992	29.693	38.282	8.019	5.642	7.668	7.633	5.229	6.656
Singapur	6.089	8.014	8.625	7.575	6.330	10.217	8.781	8.784	10.517
Francia	14.655	13.835	15.731	4.984	3.954	4.555	4.384	3.948	3.985
Tailandia	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	6,173	N.D.	N.D.
Malasia	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	3,941,	5,589	N.D.	7,781	N.D.
Reino Unido	N.D.	14,641	17,041	3,026,	1,487	1,989	2,150	2,147	2,065
2620 Fabricación de ordenadores y equipos periféricos									
Estados Unidos	N.D.	N.D.	N.D.	38.727	N.D.	17.850	13.009	N.D.	N.D.
China	N.D.	N.D.	13.570	13.935	12.730	15.603	7.926	18.784	17.639
Japón	N.D.	N.D.	N.D.	10.675	10.537	13.625	N.D.	N.D.	N.D.
Singapur	3.032	2.240	1.758	2.524	2.616	4.007	3.532	4.034	3.419
Alemania	N.D.	N.D.	N.D.	3.904	1.799	2.018	2.260	2.144	2.057
Brasil	N.D.	N.D.	1.861	2.878	2.073	2.601	2.417	2.451	2.008
Malasia	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.616	1.728	N.D.	2.678	N.D.
Corea	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2.820	1.002	N.D.
Irlanda	N.D.	N.D.	N.D.	1.083	0.979	0.930	1.435	1.400	1.401
Filipinas	N.D.	N.D.	N.D.	0.436	0.372	0.321	0.507	0.489	0.555
2630 Fabricación de equipo de comunicación									
Corea del Sur	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	27.112	26.428	N.D.
Estados Unidos	N.D.	N.D.	N.D.	30.504	N.D.	20.890	21.158	N.D.	N.D.
Japón	N.D.	N.D.	N.D.	11.134	95.652	11.473	N.D.	N.D.	N.D.
China	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	4.922	N.D.	N.D.
Brasil	N.D.	N.D.	2.903	3.083	1.893	2.735	3.137	3.207	4.048
Alemania	N.D.	N.D.	N.D.	5.693	2.720	2.526	2.406	2.114	2.333
Canadá	N.D.	N.D.	N.D.	2.928	2.928	3.217	3.002	2.446	N.D.
Finlandia	N.D.	N.D.	N.D.	7.916	2.855	3.153	1.451	-0.462	1.089
Reino Unido	N.D.	N.D.	N.D.	2.583	1.619	1.903	2.468	2.047	2.166
Italia	N.D.	N.D.	N.D.	2.285	1.919	2.078	2.201	2.047	1.473
2640 Fabricación de productos electrónicos de consumo									
Japón	N.D.	N.D.	N.D.	6.481	6.622	8.579	N.D.	N.D.	N.D.
Brasil	N.D.	N.D.	1.407	1.844	1.931	3.114	3.597	3.113	3.373

Corea del Sur	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2.534	2.276	N.D.
Estados Unidos	N.D.	N.D.	N.D.	2.088	N.D.	1.239	1.497	N.D.	N.D.
Malasia	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.001	1.642	N.D.	1.681	N.D.
Alemania	N.D.	N.D.	N.D.	1.212	1.210	1.254	1.394	1.245	0.899
India	N.D.	N.D.	N.D.	0.667	0.876	1.879	1.188	1.065	N.D.
Reino Unido	N.D.	N.D.	N.D.	1.282	1.517	2.579	0.639	0.390	0.353
Tailandia	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.033	N.D.	N.D.
Indonesia	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.426	0.781	0.949	0.787
265 Fabricación de medición, control, navegación y relojes									
Estados Unidos	N.D.	N.D.	N.D.	62.982	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Alemania	N.D.	N.D.	N.D.	11.484	10.229	12.696	15.625	14.406	15.609
Suiza	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	7.524	9.290	12.667	14.470	14.541
Japón	N.D.	N.D.	N.D.	10.563	8.012	9.826	N.D.	N.D.	N.D.
Francia	N.D.	N.D.	N.D.	6.072	5.621	5.531	6.015	5.864	6.158
Reino Unido	N.D.	N.D.	N.D.	6.879	4.643	5.555	6.073	5.381	5.529
Corea del Sur	N.D.	N.D.	2.155	2.053	1.723	N.D.	3.186	3.116	N.D.
Italia	N.D.	N.D.	N.D.	2.415	2.033	2.277	2.259	1.942	2.269
Brasil	N.D.	N.D.	1.321	1.544	1.343	1.817	2.167	1.684	1.919
Suecia	N.D.	N.D.	N.D.	1.263	1.010	1.069	1.256	1.350	1.541
<p>Notas: Diez principales países por subsector. Debido a la falta de datos importantes, la tabla está acomodada según los promedios de valor agregado para cada país según los datos disponibles. Fuente: UNIDO, 2016.</p>									

En cuanto al comercio, se puede observar en el cuadro 2.9 que las exportaciones de la industria electrónica representaron un 13.1% para 2014, comparado con el año 2000 en donde la participación era de 16.6%. Es importante resaltar el efecto de la crisis de las tecnologías de la información que afectó a la industria, puesto que del 2000 al 2001 se ve reducida la cantidad de exportaciones en términos absolutos y se recupera hasta el 2003.

Cuadro 2.9 Exportaciones mundiales de mercancías y de productos electrónicos

Periodo	Exportaciones de mercancías		Exportaciones electrónicas	
	Valores	%	Valores	%
2000	6,456	100	1,071	16.6
2001	6,191	100	962	15.5
2002	6,492	100	983	15.1
2003	7,586	100	1,125	14.8
2004	9,218	100	1,369	14.9
2005	10,489	100	1,535	14.6
2006	12,113	100	1,753	14.5
2007	14,003	100	1,861	13.3
2008	16,120	100	1,933	12.0
2009	12,516	100	1,680	13.4
2010	15,237	100	2,034	13.3
2011	17,687	100	2,326	13.1
2012	17,384	100	2,307	13.3
2013	17,916	100	2,521	14.1
2014	17,894	100	2,352	13.1

Notas: Los autores consideraron como industria electrónica los grupos de la CUCI (Clasificación Internacional de Comercio Uniforme): 751, 752, 759, 761, 762, 763, 764, 774, 776, 871, 872, 873, 874, 8841.

Fuente: Tomado de Ordóñez, Bouchain, Chávez, y Vázquez, 2016.

En el cuadro 2.10 podemos observar la tendencia del equipo de telecomunicaciones comparado con el equipo de cómputo, parten de participaciones similares en el 2001 pero el sector de telecomunicaciones tiene mayor dinamismo casi en la mayoría de los años mostrados en el cuadro.

Cuadro 2.10 Tasas de crecimiento de las exportaciones mundiales de la industria electrónica por subsegmento, 2001-2014														
SUBSEGMENTO (CÓD. CUCI)/AÑO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
TOTAL	-26.00	2.25	14.42	21.72	12.11	14.17	6.18	3.87	-13.09	21.06	14.35	-0.80	9.28	-6.68
Equipo de oficina y computadoras (751, 752 y 759)	-7.46	-0.53	12.57	16.61	11.15	9.50	3.69	0.73	-14.60	13.56	4.71	0.85	-8.66	-6.18
Máquinas de oficina (751)	-4.16	-12.90	0.39	8.10	15.14	19.92	142.18	8.50	-15.00	11.81	1.86	-1.55	-8.59	-6.53
Equipo de cómputo (752)	-6.81	-0.73	14.71	19.51	9.77	9.18	1.06	1.48	-13.22	15.82	9.24	3.86	-8.39	-1.21
Partes y accesorios de equipo de oficina (759)	-8.51	0.86	11.08	13.79	12.60	9.14	-3.87	-1.77	-16.35	10.83	-1.17	-3.39	-9.14	-14.66
Equipo de telecomunicaciones (764, 8841)	-6.55	-0.65	12.43	28.63	21.30	15.63	1.10	7.98	-14.47	9.57	14.21	3.73	4.88	-6.14
Instrumentos de precisión (774, 871, 872, 873, 874)	2.34	4.49	21.19	25.06	13.65	14.00	15.40	10.79	-11.23	17.67	12.24	4.02	-5.80	-0.25
Equipo electrónico médico (774)	9.64	11.75	18.28	14.86	10.58	14.50	14.69	9.04	-7.82	-12.76	10.02	1.82	-9.08	-0.36
Instr. y aparatos de óptica (871)	-12.14	-1.26	62.64	56.63	35.67	26.54	25.08	13.32	-10.41	33.22	5.93	6.34	-16.72	-8.91
Instrumentos y aparatos de medicina, cirugía, odontología o veterinaria (872)	12.42	9.46	22.74	16.72	14.68	6.18	13.42	17.97	-3.04	9.03	11.74	4.41	-0.04	3.85
Medidores y contadores (873)	4.56	10.27	15.97	15.63	5.96	7.54	22.52	11.98	-13.17	22.78	18.51	4.80	2.16	8.98
Instrumentos y aparatos de medición, verificación, análisis y control (874)	-0.24	1.19	14.27	24.75	7.47	12.87	11.71	6.72	-16.72	23.94	16.56	2.97	-2.09	1.33
Componentes y semiconductores (776)	-20.99	5.31	15.80	20.73	5.31	14.83	8.57	-0.63	-10.25	26.39	3.22	-0.05	-1.09	-12.81
Electrónica de consumo (761, 762 y 763)	-4.46	13.14	19.30	27.62	12.64	14.18	9.34	4.18	-13.88	9.00	-4.15	-6.57	-9.08	-4.36
Televisores (761)	-0.68	12.09	15.95	30.48	18.61	36.47	15.35	8.52	-12.45	12.99	-5.44	-8.63	-6.40	5.96
Radioreceptores (762)	-14.47	0.88	-2.95	8.04	3.43	0.82	1.78	-8.29	-27.24	18.72	2.13	0.37	-6.54	-2.13
Equipos de sonido (763)	-0.53	22.35	34.62	33.09	10.96	-0.39	4.77	2.39	-12.25	1.58	-3.84	-5.48	-13.58	-20.76

Fuente: Tomado de (Ordóñez, Bouchain, Chávez, y Vázquez, 2016)

Refiriéndonos a los principales exportadores de la industria electrónica por subsector, podemos observar en el cuadro 2.11 como China tiene la mayor cuota de mercado en todos los subsectores salvo en instrumentos de precisión, además su participación aumenta considerablemente, por ejemplo, en computadoras y equipo de oficina pasa de 12.67% a 55.35%; además tiene un lugar importante en la generación de valor agregado, lo que pone de manifiesto su ascenso en las cadenas globales de valor.

Estados Unidos, en cambio, reduce su participación en las exportaciones de todos los subsegmentos. México figura como uno de los principales exportadores en el subsegmento de computadoras y equipo de oficina (5.68 %) y en electrónica de consumo (20.36%). En el segundo, nuestro país ocupa el segundo lugar, aunque tiene menos de la mitad de participación con respecto al primero, China.

Los países líderes en exportaciones no necesariamente coinciden con los países que añaden más valor en la industria, esto es porque algunos de ellos (como México) están confinados en los escaños más bajos de la cadena y su participación en el valor agregado es marginal; sin embargo tienen elevadas cantidades de exportación. Es necesario resaltar la participación de China, el cual es líder en cuatro de los cinco subsectores y además tiene un lugar importante en la generación de valor agregado, lo que pone de manifiesto su ascenso en las cadenas globales de valor.

Cuadro 2.11 Principales países exportadores de la industria electrónica por subsegmento 2000-2014 (Participaciones*)

Computadoras y Equipo de oficina por país (751, 752, 759)															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
China	12.67	16.05	23.51	31.80	35.77	38.47	41.49	48.19	49.40	49.58	50.80	49.38	49.12	49.45	55.35
Estados Unidos	46.60	40.52	31.85	27.09	24.52	22.24	20.74	18.68	18.20	18.20	17.05	17.66	17.03	17.13	19.28
Hong Kong	21.67	23.67	26.03	24.39	22.96	25.18	24.26	20.06	20.65	20.70	21.53	22.36	23.97	23.67	13.28
Alemania	11.06	10.77	10.70	9.94	11.05	10.07	9.71	9.73	8.86	8.20	6.68	6.37	5.34	5.38	6.40
México	8.00	9.00	7.90	6.78	5.70	4.04	3.79	3.33	2.89	3.32	3.93	4.22	4.54	4.36	5.68
Equipo de telecomunicaciones por país															
China	14.63	17.65	20.92	23.95	27.98	32.75	37.06	37.74	37.95	38.54	39.55	41.15	41.69	40.92	50.40
Hong Kong	31.64	31.01	33.92	33.95	32.21	31.24	30.47	32.69	32.31	32.13	33.44	32.44	33.60	33.73	19.48
Estados Unidos	41.34	37.19	28.59	23.46	19.99	18.23	17.42	15.60	15.46	15.33	15.02	14.92	14.15	13.28	15.85
Corea del Sur	12.34	14.07	16.45	18.52	19.72	17.70	14.97	13.85	14.08	13.60	11.20	9.63	7.37	7.52	8.62
Vietnam	0.06	0.08	0.10	0.11	0.09	0.08	0.08	0.12	0.20	0.41	0.79	1.87	3.19	4.56	5.65
Componentes y semiconductores por país															
China	3.24	3.67	5.11	6.18	7.72	8.87	10.25	11.44	13.19	13.44	15.67	16.77	19.38	23.81	22.50
Singapur	20.87	20.30	20.66	22.01	23.12	23.42	23.82	22.55	22.00	20.60	21.51	20.12	19.29	18.38	22.15
Hong Kong	15.50	19.05	21.79	23.10	24.53	25.94	26.31	29.92	30.53	34.48	31.87	33.00	32.49	31.65	21.85
Taiwán	13.19	12.78	13.62	14.05	15.01	15.13	15.69	15.21	14.45	14.64	15.16	15.87	15.59	14.50	19.67
Estados Unidos	47.20	44.19	38.81	34.66	29.61	26.65	23.92	20.88	19.83	16.83	15.78	14.24	13.25	11.66	13.83
De consumo por país (761, 762, 763)															
China	20.53	24.95	30.44	37.01	41.37	46.40	45.63	44.59	43.64	46.12	46.67	47.29	48.18	51.89	52.33
México	22.73	24.40	22.72	17.54	16.66	17.34	22.08	22.60	23.04	21.26	21.46	20.27	19.66	19.81	20.36
Estados Unidos	15.15	13.97	11.05	10.35	10.52	11.03	10.59	10.61	9.64	10.93	12.37	13.76	13.34	12.34	12.60
Eslovaquia	0.20	0.40	0.43	0.54	1.01	2.12	4.15	6.88	9.09	10.02	8.67	8.53	7.58	8.23	8.36
Japón	41.39	36.27	35.36	34.56	30.43	23.12	17.55	15.33	14.59	11.67	10.83	10.15	11.24	7.72	6.35
Instrumentos de precisión por país (774, 871, 872, 873, 874)															
Estados Unidos	50.77	51.69	48.40	44.16	40.28	37.10	35.97	33.50	32.73	33.41	30.96	30.16	30.40	31.08	31.40

China	3.57	3.56	4.76	7.24	9.96	12.98	13.81	17.11	18.24	18.07	19.54	20.33	23.12	23.63	23.06
Alemania	22.14	25.00	27.61	27.43	26.52	25.70	25.17	24.49	24.06	22.68	21.16	22.54	20.73	21.77	21.89
Japón	22.09	18.40	17.79	18.70	19.32	16.62	14.47	12.87	12.27	11.56	13.42	14.15	13.36	11.73	11.95
Corea del Sur	1.43	1.35	1.44	2.47	3.91	7.60	10.58	12.04	12.71	14.27	14.92	12.80	12.40	11.80	11.70
*Participaciones con base en los primeros 5 exportadores. Fuente: (Ordóñez, Bouchain, Chávez, y Vázquez, 2016)															

2. Dinámica de las rentas tecnológicas

Lo que explica en gran parte el control de ciertas actividades de las redes globales de producción, así como los incentivos a la innovación y la delegación de actividades es la obtención de rentas económicas. Las rentas son las ganancias que obtienen por la supremacía tecnológica y el liderazgo de las cadenas globales de valor, además es lo que les permite transferir la producción sin temor a una caída en sus ganancias. Kaplinsky (2000 y 2005) desarrolló una teoría de la renta acorde a la nueva configuración espacial mundial y a la producción flexible. Menciona que la renta nace de la escasez, significa que se tiene algo que los otros no poseen, recursos, una capacidad, conocimiento, etc., y para que sean duraderas necesitan barreras a la entrada; tal es el caso de la industria electrónica que tiene un alto contenido tecnológico.

Es posible identificar dos categorías de rentas distintas. Las primeras son aquellas que surgen del control sobre el proceso de producción, son en gran parte endógenas a la firma y a sus socios en el valor de la cadena. Son resultado de las acciones de firmas y de grupos de firmas. Las segundas rentas son aquellas que son generadas por fuera del mundo corporativo o son regalos de la naturaleza, reflejan la influencia de los agentes en el sector productivo, pero yacen en la dominación de otros agentes como los gobiernos. Para el caso de las cadenas globales de valor podemos referirnos a las primeras.

La sobre-ganancia endógena refleja la habilidad de las firmas para generar y apropiarse de rentas tomando ventaja o creando barreras a la entrada. Algunas de estas rentas son generadas dentro de firmas individuales, creando nuevas tecnologías (procesos y productos), habilidades productivas y específicas, nuevas formas de organización, diseño y mercadeo. Cada una de estas rentas está protegida por procesos no escritos de experiencia

o por barreras a la entrada formales como marcas, derechos registrados y patentes, ejemplo de ello es el caso de los farmacéuticos¹⁰ (cuadro 2.12).

Cuadro 2.12 Tipología de rentas económicas obtenidas en la globalización			
Espacio	Nacional	Internacional	Global
Definición	Rentas producidas y realizadas por empresas nacionales o extranjeras dentro de los mercados internos nacionales, a partir del control de una o varias fuentes nacionales. Se constituyen en función de la estructura nacional de los precios.	Rentas obtenidas internacionalmente por las empresas nacionales a partir de traslado de las fuentes nacionales al mercado internacional. Implica la interrelación entre la estructura nacional de precios/costos vs sus equivalentes internacionales.	Rentas obtenidas por una firma líder de cadenas productiva globales que integran capacidades nacionales dispersas.
Fuentes	Tecnológica; territorial (fertilidad del suelo, redes de infraestructura básica); transferencia estatal; barreras a la competencia internacional (control del mercado interno); financiera (disponibilidad de crédito).	Diferenciales nación/internacional en productividades y precios/costos; diferenciales a partir de condiciones naturales. Diferenciales a partir de condiciones estatales.	Propiedad/control de tecnologías centrales y de frontera (tic); capacidad global de coordinación productiva; logística global; control de canales globales de comercialización. Superioridad por fundamento institucional nacional; universidades, investigación y desarrollo, regulación nacional.
Región	Países subdesarrollados.	Países en desarrollo. (América Latina)	Países desarrollados. Países en desarrollo. (Asia, son rentas menores que en los PD pero significativas)
Fuente: Tomado de Dabat, Rivera & Sztulwark (2007)			

No debemos olvidar el ciclo de vida de los sectores líderes. Eso significa que las rentas tecnológicas se diluyen conforme aumenta la competencia y se abaten las barreras a la entrada. Hasta los 1980 el sub-sector en el que se maximizaban las rentas tecnológicas y de organización eran las empresas de equipo de cómputo, como IBM, HP, Compaq, etc. Sin embargo, conforme el conocimiento tecnológico para su producción se convertía en

¹⁰Sin embargo este sector representa un problema, puesto que al caducar las patentes los competidores están autorizados a producir las mismas medicinas o medicamentos genéricos y las rentas de innovación son erosionadas.

genérico, bajaron las barreras a la entrada y el equipo de cómputo, específicamente la PC, tendió a volverse un *commodity*.

2.2.1 La dinámica de las rentas tecnológicas en la era de redes e internet

En resumen, el ciclo de vida empieza a actuar de manera implacable y las rentas tecnológicas se reconfiguran. Se agotan ciertas fuentes de rentas tecnológicas, aparecen nuevas; pero hay nuevos entrantes en sectores comoditizados, que transforman al sub sector para obtener rentas de organización. Esos nuevos entrantes son empresas de economías dinámicas de Asia, sobre todo Corea del Sur y Taiwán.

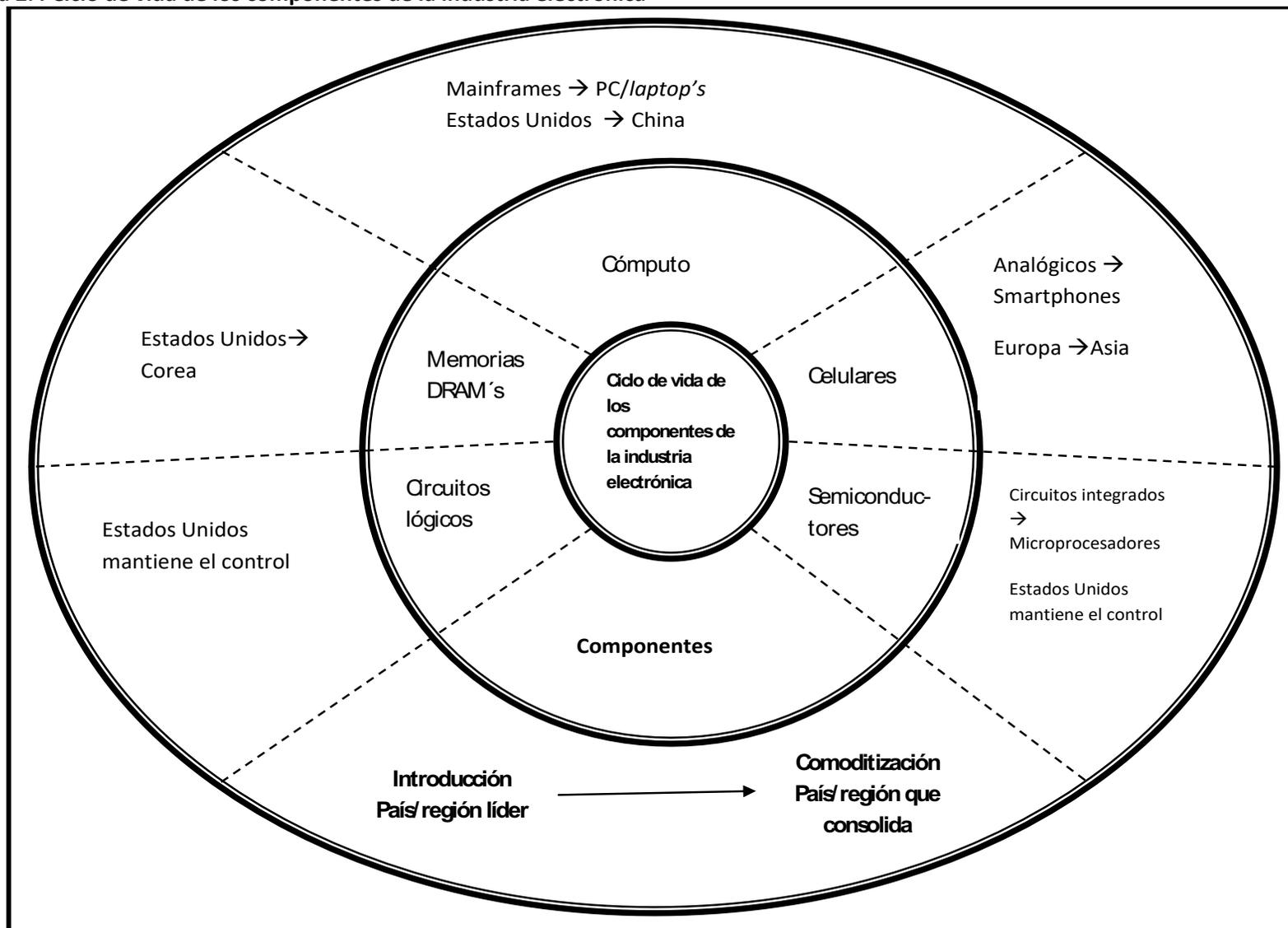
A partir del 2000, con la crisis de Internet y de las telecomunicaciones cambia la dinámica de la competencia en equipo de cómputo. Las primeras fuentes de rentas tecnológicas originadas en equipo de cómputo tienden a agotarse y los principales líderes de red se reposicionan, ocupando su lugar empresas chinas, Lenovo en particular.¹¹ Igualmente los componentes de equipo de cómputo: tarjetas madres, mouses, pasan al control de empresas taiwanesas, que consolidan su producción para obtener rentas de organización.

Hay también una consolidación en el sector de componentes, ya que los dispositivos lógicos, microprocesadores, están liderados por Intel. Los dispositivos de memoria DRAMs, se acercan a la categoría de *commodities* (tienen barreras a la entrada por la escala de las operaciones y la inversión de capital); la producción se reconcentra en Corea del Sur, que rehabilita al sector, eliminando la competencia de Japón.

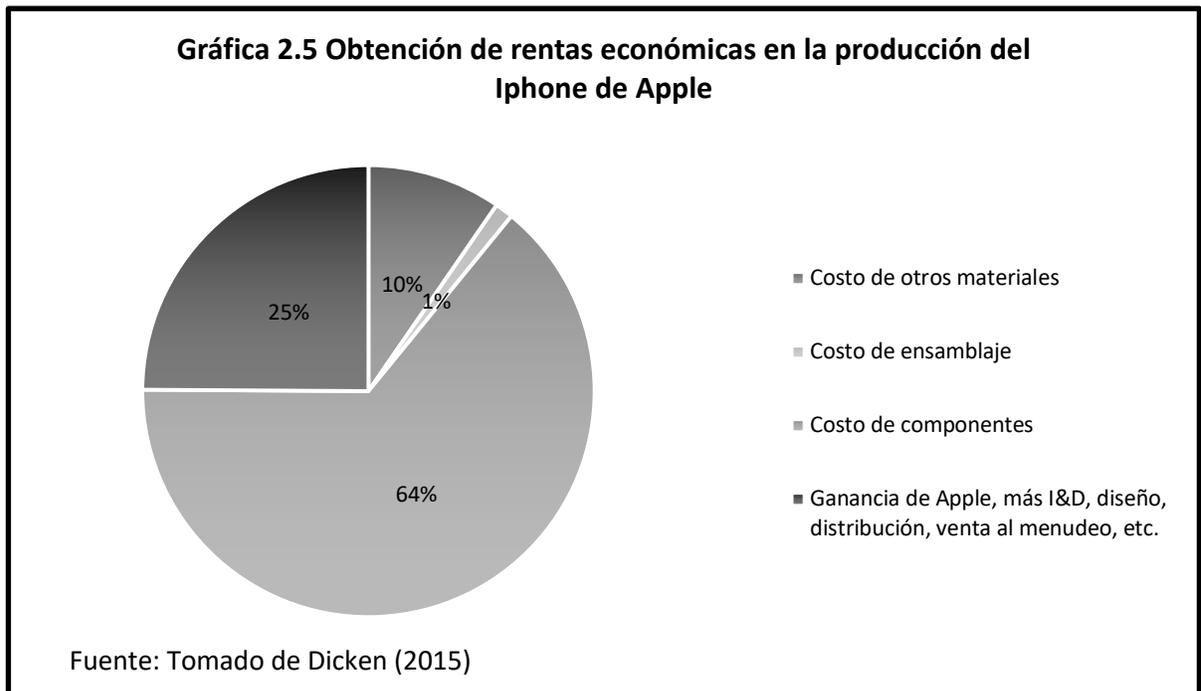
El equipo móvil de telecomunicaciones, esencialmente los celulares, se vuelve objeto de alta competencia, liderada temporalmente por Nokia. La aparición del *smartphone* cambia todo y genera una altísima renta tecnológica que rige de 2007 a 2016.

¹¹El equipo de audio y video está comoditizado y bajo el dominio de firmas coreanas que consolidan al sector.

Gráfica 2.4 Ciclo de vida de los componentes de la industria electrónica



Para ejemplificarla obtención de rentas, tomaremos la figura de Dicken (2015) acerca de la captura de valor del Iphone en las redes globales de producción. La mayor parte del valor agregado lo obtienen las actividades de la parte alta de la cadena: diseño, marca, propiedad y control, que representa un 64.2% del total; mientras que el valor agregado del ensamble es mucho menor, sólo el 1.3%. Respecto a la dispersión geográfica, quien obtiene mayor valor es Estados Unidos; a pesar de que China manufactura el grueso de sus productos. El componente más caro (el disco duro) se produce desde una empresa Japonesa (Toshiba) en China y Filipinas (Dicken, op. cit). Cabe recalcar que el costo de los componentes representa un 24.9% y el de otros materiales 9.6%.



Capítulo 3. Contrastación del modelo de inserción en Asia y América Latina: México

3.1 Condiciones de aprendizaje en la cadena de valor de la electrónica, México ante la experiencia asiática

El éxito de Asia radica en su papel de la llamada fábrica global (Ernst, 2010) ligada a sus políticas exitosas de industrialización. Como comenta Pérez (2001) el éxito de estos países se debe a la absorción de tecnología de los países más avanzados y a sus propios esfuerzos para adoptar, adaptar, modificar y dominar los conocimientos técnicos correspondientes. Es decir, para el escalamiento en las redes, es imprescindible el aprendizaje tecnológico o capacidad de absorción, fortalecimiento del núcleo endógeno, y el beneplácito de las empresas para transferir conocimiento, quienes son las que deciden la posición de las redes de las distintas partes del mundo; todo ello acompañado de factores político- institucionales orientados al aprendizaje.¹² Las regiones deben tener dichas características para insertarse en las redes globales con opción al escalamiento, sin ellas estarán confinadas a los escaños más bajos principalmente ensamble y subensamble.

Las regiones, insertas en países con vectores particulares, cobran importancia al conectar y reproducir la globalización, por ello hay que entender la competitividad en su dimensión sistémica (Dussel, 2004). Rivera, Robert y Yoguel (2009) en un enfoque sistémico, apuntan que para que un sistema¹³ cambie necesita las propiedades de autoorganización y adaptación, que se refieren a la capacidad interna de modificarse por la intención de los agentes y a la habilidad de cambiar como resultado de modificaciones en el ambiente; y también se requiere desarrollo de la capacidad de absorción y conectividad de las que emergen procesos como innovación, destrucción creativa y adaptabilidad, estos procesos,

¹²Un ejemplo de que las políticas por sí solas no traen consigo escalamiento, por ejemplo, Malasia emprendió en la década de los 2000 agresivas políticas de industrialización que no pudieron reposicionar al país en escaños superiores en las redes, pese a ellas seguía limitado al ensamble masivo de exportación (Ernst, 2004).

¹³Un sistema es un conjunto de partes interdependientes cuya suma es mayor a la simple adición de las partes. En este caso sistema implica varios niveles: firma, redes de firmas, países, regiones y países.

advierten, sólo devienen en crecimiento económico y desarrollo si los países tienen una matriz institucional orientada a la innovación (Cohen & Levinthal, 1989).

De esta afirmación nos detendremos en el concepto de capacidad de absorción, la cual es la habilidad para reconocer nueva información externa, asimilarla y aplicarla (Cohen y Levinthal, *op.cit.*, en Rivera, Robert y Yoguel, *op.cit.*). La capacidad de absorción se propuso como concepto empresarial, o sea, son las empresas las que absorben el conocimiento, sería en ese sentido sinónimo de aprendizaje tecnológico. En Asia los agentes nacionales actuaron cohesionando el aprendizaje a partir del desarrollo de capacidades de absorción y conectividad; cosa que no sucede en América Latina.

El aprendizaje tecnológico como concepto empresarial no distingue entre empresas nacionales y empresas extranjeras; en Asia hubo un avance importante de empresas locales que se hicieron competitivas tecnológicamente; es decir, no sólo hubo aprendizaje tecnológico en la región comandado por empresas extranjeras, sino que también por empresas nacionales lo que generó fortalecimiento del núcleo endógeno, que es el eje del milagro asiático. Según Fajzynber (1983) el núcleo endógeno es un modelo de crecimiento económico endógeno en donde la tasa de crecimiento está determinada por elementos potenciadores del progreso técnico, tales como la I & D, la capacitación de los recursos humanos, la equidad y los bienes de capital, entre otros, el cual debe ser potenciado y reforzado mediante el crecimiento y la creatividad, requisitos esenciales para lograr el empleo productivo y la equidad. El concepto de núcleo endógeno implica también la base de una estructura productiva mayoritariamente nacional que actúa como agente de aprendizaje y receptor de conocimiento y evita su dispersión (Rivera, 2007). El concepto mencionado se refiere a capacidades nacionales, las empresas filiales de extranjeras asentadas en determinado país no forman parte de él, debido a que las decisiones son tomadas en la sede fuera del país huésped.

Sin embargo, Fajzynber no le dio al concepto dimensión territorial, por lo que hay que darle coherencia en el nuevo contexto histórico (Rivera, 2007); en ese sentido retomamos a

Dussel (2003) que ha propuesto el concepto de endogeneidad territorial como complemento y parte crítica al concepto de competitividad sistémica. Este autor señala que el enfoque de competitividad sistémica carece de una perspectiva de endogeneidad territorial, es decir, de la forma específica en la que los territorios se integran a los encadenamientos mercantiles globales y la especificidad de competitividad sistémica que logran los agentes locales. Es decir, no serían las empresas, sino los territorios el punto de partida socioeconómico de análisis (ver Bair y Dussel 2006). El territorio es la unidad donde se organizan los agentes, utilizan los recursos disponibles y generan bienes y servicios, la capacidad que tengan los agentes para relacionarse con base en la cooperación es lo que generará difusión de conocimiento y aumento de la productividad (Vázquez, 2005).

Un concepto que va más allá del aprendizaje empresarial es el de “aprendizaje social” de Rivera (2005), del cual el aprendizaje tecnológico es parte y está inscrito en marcos sociales más amplios. El aprendizaje social radica en el funcionamiento colectivo de la sociedad e implica actividades de coordinación, cooperación y organización para encaminar los esfuerzos a ampliar y crear sistemas de conocimiento; evidentemente exige importante participación del sector público para guiar los procesos.

En cuanto a los factores político-institucionales, las exitosas políticas de industrialización efectuadas por el continente asiático tuvieron como trasfondo un choque exógeno, la intervención de Estados Unidos para evitar la contención del comunismo. Este choque representó un rompimiento del *lock in* en el sentido de Hoff y Stiglitz (2004) que permitió que las élites temieran perder el poder y decidieran hacer intervenciones estatales profundas que tuvieron efectos positivos. Asia fue la única región en donde el rompimiento fue exitoso. América Latina tuvo fuertes choques exógenos, como la crisis de la deuda en la década de los 1980, sin embargo, debido a que la clave de los choques radica en como la sociedad responde a ellos, las conmociones sólo tuvieron efectos adversos: concentración del ingreso y consolidación de las élites, es decir, en la nueva fase histórica del capitalismo en América Latina sólo resultaron ganadoras las élites, se hablará un poco más de la región en el siguiente apartado.

Entonces, de 1960 a los 1980 tuvo lugar un importante proceso de aprendizaje tecnológico entre los tigres asiáticos, particularmente Taiwán, Corea del sur y Singapur. El escalamiento productivo que resultó de ese aprendizaje permitió pasar de las actividades de ensamblaje, a las de mayor valor agregado, incluso en menor medida la investigación y el desarrollo. Sin embargo, los subsectores en los que pueden incursionar de esta forma están detrás de la frontera tecnológica y dependen de las patentes de los países industrializados. Las altas barreras a la entrada por medio de patentes y otros recursos son una estrategia para mantener las rentas tecnológicas y para contener a los países que amenazan su liderazgo (Ernst, 2003).

Es por ello que el continente asiático se introdujo en industrias de tecnología intermedia, es decir, tomaba prestada, compraba o hacía “ingeniería reversa” en aquellos segmentos que estaban por comoditizarse; debido a que las barreras tecnológicas en sectores de punta eran infranqueables y la industrialización en sectores intensivos de trabajo no eran suficientes; aunque ya después comenzaron a innovar porque las ventajas de la tecnología prestada tiene un límite (Hikino, Amsden y Wolson, op.cit.).

Como mencionan Dabat, Rivera y Suárez (2004) la transformación de Asia tiene dos repercusiones importantes: dado su crecimiento acelerado, la brecha promedio entre los países desarrollados y en desarrollo se cerró durante el auge de posguerra. Por lo que respecta a América Latina los acontecimientos que se presentaron con posterioridad a la crisis de la deuda determinaron que se rezagaran en la competencia internacional. Las economías dinámicas de Asia siguieron avanzando y el área del Pacífico se convirtió en el espacio más activo de la economía global en general y de las redes productivas de la industria electrónica.

China es crucial en el estudio de la industria electrónica internacional porque se ha convertido en el principal productor de electrónicos a nivel mundial desplazando a los tigres asiáticos en productos genéricos (Ernst, 2010). Según la ILO (Organización Internacional del Trabajo), 2014, el valor agregado de la industria electrónica de China pasó del 4 al 23%. Desde el inicio de su reforma hace treinta años, se han creado más de 500 *clusters* especializados

de gran escala (Naughton, 2007); unos de los más representativos en el sector electrónico son el de Dongguan y el de Yongkang (Naughton, op.cit.). Con su entrada a la OMC China produjo un reordenamiento de la producción mundial debido a sus bajos costos, y se convirtió en una de las regiones más atractivas para la inversión extranjera directa por bondades como infraestructura adecuada, mano de obra barata, crecimiento en la calificación de los trabajadores, incentivos gubernamentales, etc. Además ese país no sólo es competitivo para la producción, también representa un enorme mercado de consumo atractivo para las grandes corporaciones (Yueh, 2010).

China, y el resto del continente asiático, tiene otra ventaja que es desafortunada para el mercado de trabajo pero afortunada para la reducción de costos, hay una alta flexibilidad laboral (Naughton, op.cit.). En las plantas instaladas puede encontrarse trabajo infantil, jornadas excesivas y condiciones deplorables de trabajo. Por ejemplo, un estudio de la Organización Internacional del Trabajo (op.cit.), señaló que cerca del 56% de las personas que son víctimas de trabajo forzoso en el mundo se encuentran en la región Asia-Pacífico, comparado con un 18% de África y un 9% de América Latina. Otro ejemplo, particular de la industria electrónica, es el de Apple y sus proveedores (Foxconn principalmente) los cuales producen con condiciones deplorables de trabajo donde predominan los salarios insuficientes, horas extraordinarias ilegales, violaciones de los derechos de los trabajadores a la unión sindical, compensaciones no remuneradas, trabajo infantil, etc.

A manera de conclusión, se puede decir que el continente asiático fue la única región en lograr un escalamiento productivo significativo. La industrialización comenzó por el traslado de segmentos productivos de Estados Unidos en busca de menores costos para abatir la caída en la rentabilidad y se valió de su apoyo para evitar la propagación del comunismo en la región. Actualmente, a pesar de que empezaron con un nivel parecido de desarrollo, está distante de América Latina en cuanto a su posición en la nueva división global de la producción y cerca (sin pasar la frontera) de los países desarrollados; además el continente cuenta con un núcleo endógeno fuerte en comparación con el débil de AL. En cuanto a subsectores, el continente asiático está dividido como sigue, según su actividad primordial: Japón y Corea en electrónica de consumo, China en computadoras y móviles,

Malasia, Tailandia y Singapur en manufactura de electrónica de consumo, semiconductores, memorias de disco duro y otros componentes (OIT, 2014).

3.2 La industria electrónica en América Latina

Según su posición en la división global del trabajo, la región está confinada en los escaños más bajos de la producción de la industria electrónica: el ensamble y subensamble; tiene un núcleo endógeno débil lo que delimita su modalidad de inserción: la subcontratación intra-firma, es decir, son empresas mayoritariamente extranjeras con poca o nula vinculación en el territorio las que llevan a cabo las actividades de la industria. Este fenómeno Amsden (1989) lo define como *crowdingout*, que implica el desplazamiento de las empresas nacionales por las extranjeras en los sectores con mayores rentas tecnológicas y debilita el núcleo endógeno.

Las élites de AL tuvieron la oportunidad de aprovechar el choque exógeno, en el sentido de Hoff y Stiglitz, sin embargo, debido a que no amenazó su permanencia en el poder, prefirieron optar por beneficios de corto plazo que sólo consolidó a las clases más poderosas y polarizó a la población; es decir, prefirieron mantener el *estatus* de Estado depredador en detrimento del beneficio de la mayoría de la población (Rivera, Robert y Yoguel (op.cit.)

La industria electrónica en América Latina empezó en la década de los 1960 y los 1970 con el establecimiento de filiales de empresas transnacionales. Esas empresas gozaban de regímenes especiales que implicaban exenciones de impuestos, importación sin aranceles (siempre y cuando se reexportara la producción), etc. Ello involucraba una primera ruptura con el modelo sustitutivo de importaciones que estaba vigente y en las últimas tres décadas se ha dado prioridad a la industria de exportaciones debido a la orientación del modelo de desarrollo hacia fuera. Esto generó el establecimiento de cientos de empresas principalmente electrónicas, automotrices y textiles, que generaron un aumento sin precedentes en las exportaciones, el empleo, la IED y divisas pero sin otras variables

importantes como aprendizaje, creación de proveedores locales, conexión con el territorio vía contratación de empresas locales, etc.

Por esa vía y bajo el efecto de la revolución tecnológica y la creación del sector electrónico informático la transferencia masiva de procesos también llegó a América Latina. Los países de la región gozaban de ventajas comparativas mayoritariamente en mano de obra barata y disponibilidad de recursos; por su parte las políticas de apertura comercial y desregulación, otorgaban grandes facilidades al capital extranjero. Las empresas líderes globales comenzaron a transferir a países de bajos salarios como México, el Caribe y Centro América segmentos de procesos productivos, acordes a la dotación de factores. Esas actividades se convirtieron en eje del nuevo proyecto de los países mencionados.

La experiencia en América Latina fue distinta, puesto que a diferencia de Asia no se lograron resultados en aprendizaje tecnológico, dada su escasa capacidad de absorción sumado a su posición estratégica en el continente americano en el cual Estados Unidos es el líder y ha controlado y dirigido las redes de producción. El intervencionismo estatal asiático promovió activamente la industrialización y ésta logró consolidarse convirtiendo a esos países en potencias industriales emergentes (Rivera, 2007b). En AL hubo antes de la crisis de los 1980 fallas en el proceso estatal de fomento; a raíz de la reforma neoliberal se presentaron problemas igualmente serios, aunque de distinta procedencia: las fallas de mercado y la asignación de recursos adversos al aprendizaje. Estas fallas generaron una industria fragmentada, perdiendo o debilitando los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante (Rivera, op.cit.)

Como se mencionó, el grupo de América Latina (México, Caribe y Centro América) se dedica principalmente al ensamble y subensamble de partes y componentes, es decir, actividades de bajo valor agregado porque fracasaron los intentos de aprendizaje y escalamiento productivo (Rivera y Almaraz, 2013). En general, se han dado las condiciones para la llegada de empresas extranjeras con la potencialidad de aprendizaje tecnológico, pero la falta de instituciones y políticas ha derivado en un estancamiento de las actividades, ya que sólo se aprovechan ventajas comparativas estáticas. La modalidad de la inserción de

América Latina es la sucontratación intrafirma, es decir, se asientan grandes corporaciones extranjeras pero con escasos o nulos vínculos en la región; dichas empresas sólo se conectaban con las matrices y con sus proveedores especializados.

Si bien predominan las actividades intensivas en mano de obra, también hay contadas localidades que realizan actividades con mayor intensidad tecnológica e incluso hay centros de investigación y desarrollo, aunque en baja proporción, que es importante destacar (Padilla et al., 2008). Ejemplo de ello es el ecosistema electrónico del estado de Jalisco en México, el clúster de servicios de software de Campinas y el clúster electrónico de Sao Paulo en Brasil. Aunque son denominados *clusters* tecnológicos, cabe mencionar que su desarrollo se encuentra en un periodo embrionario y que necesitan de planes y políticas adecuados por parte del Estado para alcanzar el desarrollo que han tenido los *clusters* en Asia (Rivera, Ranfla y Batiz, 2010).

Las actividades en la modalidad de subcontratación que prevalece en América Latina, la subcontratación intrafirma, ha tenido que enfrentar la competencia de Asia y más recientemente la fuerte competencia de China con su entrada a la OMC en el 2001. La región debería desarrollar ventajas comparativas dinámicas para poder hacer frente a la fuerte competencia, tales como formación de capital humano, mayor infraestructura, fortalecimiento de instituciones de enseñanza e investigación, etc. (Padilla et al., 2008). Es decir, fortalecer el núcleo endógeno para tener una mejor capacidad de absorción y aprovechar los beneficios de la inserción a las redes globales fuera del sólo aumento del empleo, inversión y exportaciones. Además la modalidad de inserción que prevalece hace a la región vulnerable a los vaivén internacionales.

Una de las ventajas inamovibles que presenta América Latina con respecto de Asia, es la ubicación, puesto que puede entregar mercancía a Estados Unidos, el mercado más importante de mundo, en 48 a 72 horas, mientras que Asia sólo puede hacerlo en 6 u 8 semanas. Además de ello, hay productos frágiles que no pueden trasladarse mucho tiempo, o productos muy voluminosos que resultan muy caros de trasladar, por lo que su ensamble permanece en la región (Padilla et al., op.cit.). Otra ventaja que tiene AL es la exención de

aranceles para la entrada al mercado estadounidense por los tratados comerciales que tiene con este país (Gereffi, 1994).

Según Padilla (op.cit.) las ventajas de AL con respecto de Asia son: mezcla de productos, tiempo de respuesta, especialización, integración-escalamiento y volumen físico del producto. También destaca que las empresas líderes prefieren invertir en AL porque en Asia, particularmente en China, las tecnologías son susceptibles a plagios.

Es notorio que en las dos regiones hay marcadas diferencias en cuanto al escalamiento productivo y al aprendizaje tecnológico a pesar de que son ambas regiones de desarrollo tardío. La diferencia de éxito en las dos regiones, se debe en parte a las políticas concretas aplicadas y por otra a las condiciones específicas de las dos regiones (Pérez, 2001). Sin embargo, un cambio de política en AL, sin ser imposible chocaría contra numerosos obstáculos creados por los intereses favorecidos por las políticas aperturistas que desde el inicio prefirieron ventajas de corto plazo como el aumento del empleo (Rivera, 2012).

3.3 La industria electrónica en México

La industria electrónica es el sector en el que primordialmente México inició su inserción con el exterior, junto con la industria textil y automotriz. También fue el eje del crecimiento de la industria orientada al exterior en los 1990 y 2000, sin embargo, recientemente ha sido desplazada por la industria de automóviles.

La industria descrita comparte las características de la industria maquiladora mexicana y la modalidad de inserción del continente latinoamericano del que se habló en el apartado anterior: la producción es realizada por empresas extranjeras en una relación de subcontratación intra-firma, sus actividades están limitadas al ensamble y subensamble con bajo contenido nacional, Dicken (2008) dice que sólo el 5% de los insumos son mexicanos y son de bajo valor y poca tecnología. A pesar de que México ha sido un país representativo

en la industria electrónica global, por ejemplo, Tijuana es catalogada como la capital del televisor, la industria interna no ha tenido buenos resultados en términos de valor agregado y aprendizaje tecnológico. En contraste, China, como se mencionó, aumentó su valor agregado en la industria de un 4% a un 23% (OIT, 2014) del 2001 al 2013 y México apenas si figura en las estadísticas como se vio en el capítulo dos. Incluso algunos autores como Kaplinsky (2005) hablan de un proceso de inmisericordia en donde el país entrega más de lo que obtiene, pero se disfraza el proceso por los cuantiosos agregados macroeconómicos como IED, exportaciones y empleo.

Sin embargo, si bien lo anterior da cuenta de un núcleo endógeno débil, se puede decir que en algunas partes hay asomos de innovación, que aunque sea de forma incipiente, tienen actividades de mayor valor agregado. Algunos ejemplos de ellas son Guadalajara, Tijuana, Mexicali y la Ciudad de México; las actividades de mayor valor agregado son principalmente de software que no es parte de la industria electrónica pero se deriva de ella. El ascenso primordialmente se dio por el aumento de calificación laboral por la exigencia de las empresas extranjeras. Nos referiremos particularmente a Guadalajara y su zona metropolitana en el siguiente capítulo.

En cuanto a los cuantiosos agregados macroeconómicos descritos anteriormente, debido a la relocalización de la producción y a las ventajas competitivas como la proximidad con Estados Unidos, el mercado más grande del mundo, México se ha convertido en un importante centro de ensamble de computadoras, celulares y televisiones de pantalla plana a nivel mundial. En 2014 la producción estimada fue superior a los 63 mil millones de dólares, exportándose una cantidad similar. El principal mercado ha sido Estados Unidos; la IED ascendió a 312 millones de dólares y proviene de Estados Unidos, Países Bajos, Suecia y Japón (PROMÉXICO, 2016). Según INEGI (2015), hay 766 unidades económicas relacionadas con el sector, repartidas en los estados de Baja California, Chihuahua, Distrito Federal, Nuevo León, Sonora y Jalisco principalmente; además, el sector de manufactura de electrónicos genera cerca de 479 mil empleos en el país.

¿Cómo logró México ese posicionamiento en las redes globales de la industria electrónica?

3.4 Antecedentes

Como otros países de América Latina, particularmente Brasil y Argentina, en nuestro país se verificó desde los 1960 una sustitución de importaciones en electrónicos como consolas, aparatos estereofónicos y televisores (ver Peres, 1990). A fines de los 1960 se abrió la otra vía de participación en la industria, o sea, la industria maquiladora de exportación: en 1968 llega a Ciudad Juárez la empresa estadounidense RCA que se dedicaba a la fabricación de televisores; el objetivo era comenzar el ensamble para re-exportación. En los 1970 avanzó la SI pero sin capacidad para exportar, (op.cit.), y sólo se producían bienes de consumo con poca complejidad y elevada cantidad de insumos importados, por lo que hubo un desarrollo precario del sector (Ibíd). No hay que olvidar que en esos años Japón ya era un potencia en electrónicos y estaba redefiniendo la producción de los electrónicos de consumo a datos de transistores. El equipo de cómputo, las *mainframes*, minicomputadoras ya habían aparecido en el mercado. La comercialización masiva de la computadora personal estaba en camino.

Tratando de responder a la nueva situación, en 1981 se anunció un nuevo programa gubernamental para promover el equipo de cómputo y revitalizar la sustitución de importaciones, complementándola con las exportaciones. Sin embargo, ese esfuerzo se truncó en 1985 cuando la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial le permitió a IBM tener una subsidiaria de capital 100 por ciento extranjero; esa disposición contradecía la Ley vigente sobre Inversión Extranjera (Rivera, 2007) concebida para impulsar la sustitución de importaciones y el aprendizaje de la nueva tecnología. La decisión de 1985 representó la liquidación de la estrategia desarrollista basada en la autonomía de la empresa nacional y con ello inició la cesión del control total a la empresa extranjera. En lo específico, el respectivo Reglamento tuvo implicaciones muy relevantes para el sector de la electrónica en Guadalajara, donde IBM estableció operaciones. Nos referiremos a ello más adelante.

Más amplio fue el efecto de la liberalización comercial iniciada en 1985, y la firma del TLCAN en 1992. Antes de la apertura, la industria electrónica era de los sectores más

protegidos y después de la apertura tiene en general tasa cero. Además, no existen limitaciones en la cantidad de inversión extranjera para el sector, lo que explica que la mayoría de las empresas asentadas en México, o al menos las más grandes, sean de origen extranjero (Dussel, 2003).

La IME fue recibiendo desde mediados de 1980 creciente apoyo a través del PITEX (Programa para la Importación Temporal para la Exportación) y poco después el ALTEX (Programa de Empresas Altamente Exportadoras). Ambos programas pretendían convertir al ensamble en una actividad central para toda la economía tanto por su capacidad de crear empleos y generar divisas. No hay que pasar por alto que el PITEX retomaba y operacionabilizaba la política preconcebida en los primeros debates de los 1970 por Balassa (1988), Little et al. (1971) y Corden (1971) de que los exportadores debían tener la opción de elegir insumos importados, ante la baja calidad de los insumos nacionales. El traslado de esa prescripción al nuevo contexto pos-aperturista se convirtió en un camino a ninguna parte, porque sólo tenía sentido un contexto de sustitución eficiente de importaciones, lo que suponía también política industrial activa.

Los programas de importación temporal fueron eliminando restricciones, por ejemplo se otorgó el derecho de operar en toda la república y vender la producción en el mercado interno. Para el 2006 se creó el IMMEX (Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación) que fusionó al Programa de Maquila y al PITEX (Programa de Importación Temporal para producir artículos de Exportación) (Padilla, et al, 2008; Gambriel, 2006). También bajo el cobijo de los mencionados regímenes se permitió que las empresas maquiladoras gozaran de ciertas exenciones impositivas por los insumos siempre y cuando la producción se destinara a la exportación. Como se advierte se fue haciendo borrosa la distinción entre la operación de maquila para exportar de la producción para el mercado interno, lo que en sí reflejaba la prioridad de exportar, que por sí sola traería aparejado lo demás, es decir, el desarrollo industrial.

La apertura comercial y las otras disposiciones generaron un *boom* sin precedentes en las exportaciones de electrónicos en México, en la atracción de IED, y en la creación de

empleos, por ejemplo de 1994 a 2001 el aumento del empleo fue de 364% (SE, 2013); dicha apertura posicionó a México como un importante exportador de electrónicos a nivel mundial. Sin embargo, se reitera, la actividad primordial ha sido el ensamble y no ha habido incrementos importantes en el valor agregado de contenido nacional, salvo pocas excepciones como el de Guadalajara y su zona metropolitana que ha comenzado a perfilarse como un centro embrionario de actividad con mayor valor agregado que no depende sólo del ensamble. Por razones obvias entonces la apertura llevó paulatinamente a la desaparición de la industria doméstica propiamente dicha, agobiada por los consabidos vicios y convirtió en dominante el abastecimiento externo, fuera para consumo o re-exportación (ver Rivera, 2007).

Como se advierte, el posicionamiento de México en las redes globales de la electrónica, se explica en parte por el fracaso de la sustitución de importaciones y la urgente necesidad de encontrar una fuente masiva de empleos. En tanto que en Asia nororiental el ensamble para exportación dio paso e impulsó al ascenso de una industria nacional altamente competitiva, en México pasó al contrario: la industria doméstica se eclipsó para ceder el terreno a la maquiladora.

Sin embargo a diferencia de países de menor grado de industrialización la IME fue evolucionando incluso en los electrónicos. Se comenzó con electrónicos simples, pero se pasó a otros más complejos. El escaño superior fue equipo de cómputo y de telecomunicaciones.

El arribo del nuevo siglo trajo para la IME en general y para el sector de la electrónica nuevos problemas, además de la crisis de 2001 a la que se ha hecho referencia, está la competencia que significó la conversión de China en potencia electrónica (Dabat, Ordóñez y Suárez, 2006). Con la entrada de dicho país a la OMC, se reconfiguró la producción mundial y se produjo una dramática reducción de los costos principalmente laborales (op.cit.) Aunado a ello, hubo una crisis de sobreproducción por la participación conjunta de los países asiáticos en la producción global, en donde las empresas líderes siguen la estrategia llamada de las

orcas voladoras, es decir, el traspaso completo de actividades a esos países que significó la disminución de los precios de los electrónicos (Ibíd.).

Para México, el reto chino produjo diversas repercusiones; unas fueron a escala nacional y otras locales, aunque interrelacionados. En primer término hubo retiro de líneas de producción, que presagiaban una debacle para el país. Los menores costos laborales y otras características de China lo convirtieron en un serio competidor en toda la gama de productos. En consecuencia comenzó a buscarse un nuevo perfil productivo en México, que implicaba la preponderancia de *ítems* de productos de ciclo de vida avanzados, con alta participación de contratistas de manufactura. Se ha constatado el incremento de la intensidad laboral y el deterioro de los salarios.

Debido a los anteriores factores lo que siguió para México fue una crisis de la industria maquiladora de exportación, así como para la industria electrónica que es uno de sus pilares; golpeó en general a los principales centros de localización de plantas como Tijuana, Ciudad Juárez y Guadalajara. Sargent y Matthews (2009) son probablemente los autores que sostuvieron con mayor insistencia la hipótesis de que la implacable competencia de China llevaría a la debacle la industria maquiladora de exportación en México. No se llegó a ese extremo, pero se produjo ciertamente un fuerte impacto centrado en el ensamble de equipo móvil de telecomunicaciones, de cómputo y audio-video, que se explicará más adelante.

A partir de 2004-2005, después de costosos ajustes, hubo cierta vuelta a la normalidad, pero con resultados desiguales según la localidad. En Tijuana no se tomaron acciones coordinadas, sino que más bien se dejó que las compañías globales decidieran lo que más les convenía; obviamente hubo varios cierres de plantas importantes. Entre 2000 y 2005, los peores años, el número de plantas pasó de 800 a 560 y el empleo se redujo cerca de 25% (ver Rivera y Almaraz, op.cit., p. 108). Posteriormente hubo una recuperación pero es difícil de precisar, ya que las estadísticas de maquiladoras y manufactura se fusionaron, pero los salarios nominales permanecieron a su mismo nivel, lo que implica una reducción real sustancial (op.cit.). En electrónica el valor de las exportaciones se recuperó después de 2007, según veremos más adelante, pero la participación relativa de Baja California

disminuyó con emperoramiento de las condiciones laborales y salariales (Rivera y Almaráz, op.cit.).

En cuanto a Guadalajara que es la región que más nos interesa, el gobierno estatal adoptó de política una basada en la colaboración expresa con las empresas globales: lo anterior incluyó la vinculación de universidades, empresas y Gobierno, se buscó la reconversión industrial para encontrar fortalezas y nuevos nichos de mercado en los que México podía participar (Rivera, et al, 2014). Dado que no era posible disminuir los costos al nivel de los de China, y la ventaja de la cercanía con Estados Unidos no era suficiente, se pensó en un cambio en la producción de “alto volumen y bajo valor” a “bajo volumen y alto valor”, es decir, a productos más especializados y que añaden mayor valor agregado, así como a la orientación a la producción de bienes intangibles como el software (op.cit.). Paralelamente se intentaron promover los sectores de servicios con alto valor agregado como multimedia, servicios en TI, etc. (Ibíd).

No debe dejarse de lado que aunque la industria se reestructuró hasta cierto punto, aún en nuestro país no ha habido un proceso de escalamiento productivo ni de aprendizaje, puesto que la actividad principal sigue siendo la maquila, salvo en casos muy contados y embrionarios.

A partir de 2005 la electrónica de ensamble se vio sobrepasada por el ensamble automotriz, que se convirtió en el principal exportador a nivel nacional. No obstante se verificó cierto amalgamiento entre ambos sectores que se concretó en los sistemas embebidos o Firmware, que es el objeto del siguiente capítulo, por ser un sector ligado con la electrónica y derivado de ella, en donde se pudieron tener modestos avances.

En siguiente cuadro (3.1) se puede verificar el auge de la industria en la década de los 1990 tanto en producción como en personal ocupado; con una tasa promedio de crecimiento en producción de 34% para todos los sectores de 1994 a 1999; la tasa más alta es de 132% en 1995 para el sector 382302 Fabricación, ensamble y reparación de máquinas de procesamiento informático.

Cuadro 3.1 Principales Indicadores Económicos de la Industria Electrónica* 1994-2008						
Valor de la producción, miles de pesos corrientes						
Periodo	1994	1995	1996	1997	1998	1999
382301 Fabricación, ensamble y reparación de máquinas para oficina	35,614	39,714	55,280	65,661	76,742	60,066
382302 Fabricación, ensamble y reparación de máquinas de procesamiento informático	399,580	929,181	1,812,183	3,002,674	3,786,751	4,036,097
383201 Fabricación, ensamble y reparación de equipo y aparatos para comunicación, transmisión y señalización	142,368	151,558	163,499	278,734	400,162	352,542
383202 Fabricación de partes y refacciones para equipo de comunicaciones	8,366	11,443	8,110	15,941	28,422	31,696
383204 Fabricación y ensamble de radios, televisores y reproductores de sonido	77,798	102,036	145,232	186,396	219,114	244,998
383206 Fabricación de componentes y refacciones para radios, televisores y reproductores de sonido	19,069	30,991	42,198	56,456	74,007	87,484
385001 Fabricación y reparación de equipo instrumental médico y de cirugía	25,111	38,401	65,200	79,483	77,224	86,872
385004 Fabricación y reparación de aparatos e instrumentos de medida y control técnico-científico	12,241	18,908	22,744	35,502	45,629	60,705
Personal ocupado						
Periodo	1994	1995	1996	1997	1998	1999
382301 Fabricación, ensamble y reparación de máquinas para oficina	2,487	2,407	2,705	2,847	2,878	2,462
382302 Fabricación, ensamble y reparación de máquinas de procesamiento informático	6,530	6,615	8,628	12,066	13,735	14,695
383201 Fabricación, ensamble y reparación de equipo y aparatos para comunicación, transmisión y señalización	3,971	2,987	2,538	3,262	3,352	3,123
383202 Fabricación de partes y refacciones para equipo de comunicaciones	1,008	991	482	525	714	777
383204 Fabricación y ensamble de radios, televisores y reproductores de sonido	2,022	1,701	1,897	2,184	2,510	2,452
383206 Fabricación de componentes y refacciones para radios, televisores y reproductores de sonido	2,079	1,785	1,807	2,030	2,285	2,368
385001 Fabricación y reparación de equipo instrumental médico y de cirugía	2,720	2,707	3,353	3,608	3,358	3,100
385004 Fabricación y reparación de aparatos e instrumentos de medida y control técnico-científico	1,029	888	918	1,249	1,635	2,107
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, CMAP (Clasificación Mexicana de Actividades y Productos), INEGI, 2019.						
*Se consideró como Industria Electrónica los subsectores descritos en la tabla, los cuales pertenecen al Sector VIII "Productos metálicos, maquinaria y equipo".						

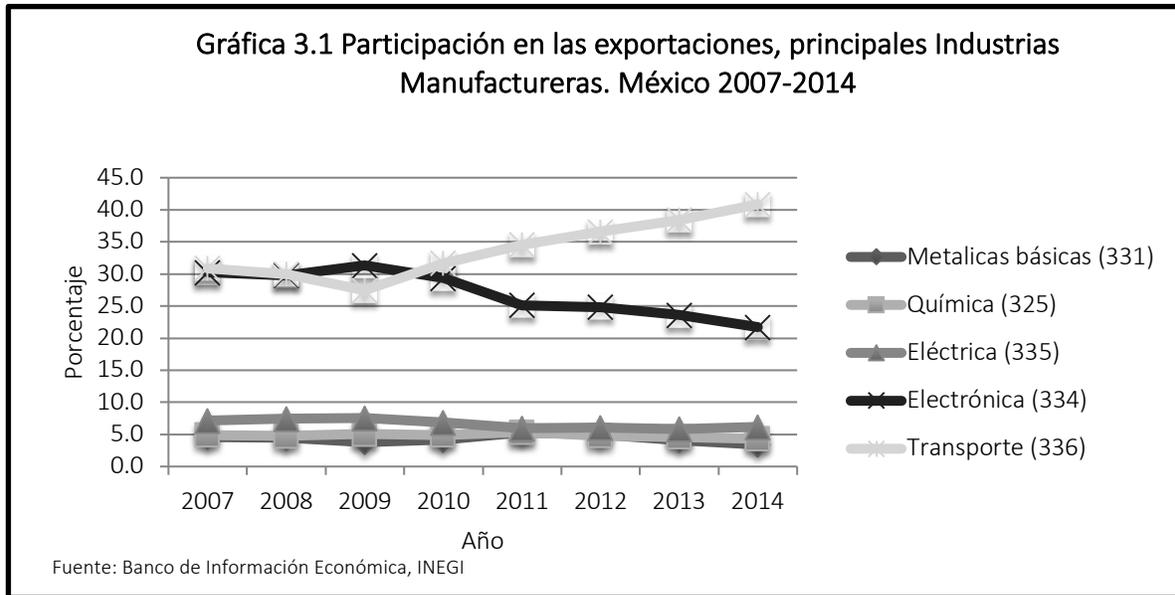
3.5 Principales indicadores económicos de la industria electrónica en México

La electrónica es uno de los principales sectores de la manufactura; su participación se elevó tras los cambios de estrategia de los 1980, llegando a su cúspide en los 1990. Hacia 2007, según datos de INEGI, su participación fue de poco más de 30 % de la producción manufacturera, pero por las razones explicadas disminuyó al 21% en 2014. Debido a los cambios en el registro de los datos estadísticos, se dificulta una serie histórica larga¹⁴ pero los datos disponibles indican que aunque el empleo generado por la electrónica aumentó en términos absolutos, aunque en relación a la PEA, ha disminuido.

La rama manufacturera con mayores ventas al exterior es la 336 (equipo de transporte), la cual representó el 40.8% para 2014 (Gráfica 3.1). Después de ella le siguen la industria electrónica¹⁵ con 21.7% y la industria eléctrica con un escaso 6.1%. Las dos primeras suman el 62.5% de participación en el total de las exportaciones manufactureras en el 2014. Cabe recalcar la pérdida de participación de la industria electrónica en las exportaciones de México del 2010 a la fecha; en contraste, la industria automotriz ha ganado terreno en este indicador.

¹⁴En este apartado se consideran datos de dos clasificaciones distintas: la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP) y el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), que se tratan por separado para evitar inconsistencias. En la CMAP, del periodo 2000 a 2008, se considera como industria electrónica algunos subsectores del sector VIII “Productos metálicos, maquinaria y equipo”, los cuales están descritos en los cuadros; en el SCIAN, del periodo 2009-2014 se considera como industria electrónica algunos subsectores del sector 334 “Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos” que de igual manera están descritos en los cuadros. Se hará la aclaración correspondiente en cada presentación de datos. Cabe aclarar que del sector 334 de la clasificación del SCIAN se prescindirá del subsector 3346 “Fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos” cuando se dispongan de datos desagregados.

¹⁵El sector 334 del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN).



Aun cuando en términos relativos disminuyó su participación en años recientes, la industria electrónica es aún una de las más dinámicas de la economía mexicana y representa uno de los sectores con mayor participación dentro de la manufactura. Presentó una tasa de crecimiento 4.9% en promedio anual de 1993 a 2015 (INEGI, 2016). Los principales productos exportados por México son: televisores de pantalla plana, computadoras, micrófonos, auriculares, altavoces, teléfonos celulares, unidad de control o adaptadores y consolas de video juego.

En el cuadro 3.2a, es notoria la caída de producción y de personal ocupado en el 2001 y 2002, que puede explicarse por la crisis de las TIC del 2001, la caída del sector en su conjunto fue de 8.78% para 2001 y de 13.06% para el 2002. También podemos observar que en general el desempeño fue menor que en la década de los 1990 en donde el promedio de crecimiento fue de 34%.

El subsector cuya participación en producción y en personal ocupado fue dominante en ese periodo fue el de “382302 Fabricación, ensamble y reparación de máquinas de procesamiento informático”, el cual representa 81% con respecto del total de la industria en valor de la producción y 48% en personal ocupado.

Cuadro 3.2a Principales Indicadores Económicos de la Industria Electrónica* 2000-2008									
Valor de la producción, miles de pesos corrientes									
Periodo	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Total	5,677,389	5,178,987	4,502,417	4,529,388	4,315,065	1,909,314	2,032,882	1,946,821	2,047,547
% crecimiento		-8.78	-13.06	0.60	-4.73	-55.75	6.47	-4.23	5.17
382301 Fabricación, ensamble y reparación de máquinas para oficina	73,853	48,635	56,330	ND	ND	ND	ND	ND	ND
382302 Fabricación, ensamble y reparación de máquinas de procesamiento informático	4,645,241	4,206,578	3,764,792	3,724,195	3,440,801	1,096,077	1,284,186	1,154,643	1,282,250
383201 Fabricación, ensamble y reparación de equipo y aparatos para comunicación, transmisión y señalización	409,573	415,089	196,319	288,538	328,147	323,133	255,035	286,243	249,886
383202 Fabricación de partes y refacciones para equipo de comunicaciones	59,986	47,995	52,618	ND	ND	ND	ND	ND	ND
383204 Fabricación y ensamble de radios, televisores y reproductores de sonido	246,367	208,087	248,544	294,058	315,567	284,611	255,090	256,117	254,563
383206 Fabricación de componentes y refacciones para radios, televisores y reproductores de sonido	87,888	78,921	24,736	24,673	25,946	28,566	43,582	48,217	50,841
385001 Fabricación y reparación de equipo instrumental médico y de cirugía	84,929	90,601	73,979	102,065	102,666	87,946	95,735	96,574	103,997
385004 Fabricación y reparación de aparatos e instrumentos de medida y control técnico-científico	69,553	83,081	85,100	95,859	101,939	88,980	99,253	105,028	106,011
Personal ocupado									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Total	33,748	30,742	23,068	24,801	23,136	14,798	16,076	15,727	14,582
% crecimiento		-8.91	-24.96	7.51	-6.71	-36.04	8.64	-2.17	-7.28
382301 Fabricación, ensamble y reparación de máquinas para oficina	2,348	2,089	2,109	ND	ND	ND	ND	ND	ND
382302 Fabricación, ensamble y reparación de máquinas de procesamiento informático	16,226	13,645	7,784	11,688	11,747	4,820	6,036	5,470	4,530
383201 Fabricación, ensamble y reparación de equipo y aparatos para comunicación, transmisión y señalización	3,103	2,986	2,494	3,165	2,305	2,099	2,054	2,085	2,061
383202 Fabricación de partes y refacciones para equipo de comunicaciones	1,033	907	902	ND	ND	ND	ND	ND	ND
383204 Fabricación y ensamble de radios, televisores y reproductores de sonido	3,213	3,469	3,543	3,277	2,873	2,302	2,400	2,656	2,720
383206 Fabricación de componentes y refacciones para radios, televisores y reproductores de sonido	2,299	1,956	914	885	736	744	812	845	956
385001 Fabricación y reparación de equipo instrumental médico y de cirugía	3,011	2,997	2,582	3,003	2,707	2,660	2,712	2,562	2,502
385004 Fabricación y reparación de aparatos e instrumentos de medida y control técnico-científico	2,514	2,694	2,740	2,784	2,768	2,172	2,061	2,109	1,814
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, CMAP (Clasificación Mexicana de Actividades y Productos), INEGI, 2019.									

Como se puede observar en el cuadro 3.2b la producción bruta de la industria electrónica en México durante el periodo 2009-2014 tuvo una tendencia positiva en el sector total, sin embargo, algunos de los subsectores tuvieron una caída en el 2011: el 3341 fabricación de computadoras y equipo periférico, 3343 fabricación de equipo de audio y de video y 3344 fabricación de componentes electrónicos; el subsector 3342 fabricación de equipo de comunicación también tuvo una contracción pero para el 2012; estas caídas están acordes a la gran recesión global en donde la tasa de crecimiento del comercio internacional bajó. El único subsector que ha aumentado a lo largo de este periodo es el 3345 Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico.

En este indicador, producción bruta, el que mayor porcentaje representa es el de componentes electrónicos con un 35%, seguido de equipo de computación con un 25%, equipo de comunicación y equipo de audio y video con 15% e instrumentos de precisión con un 10%.

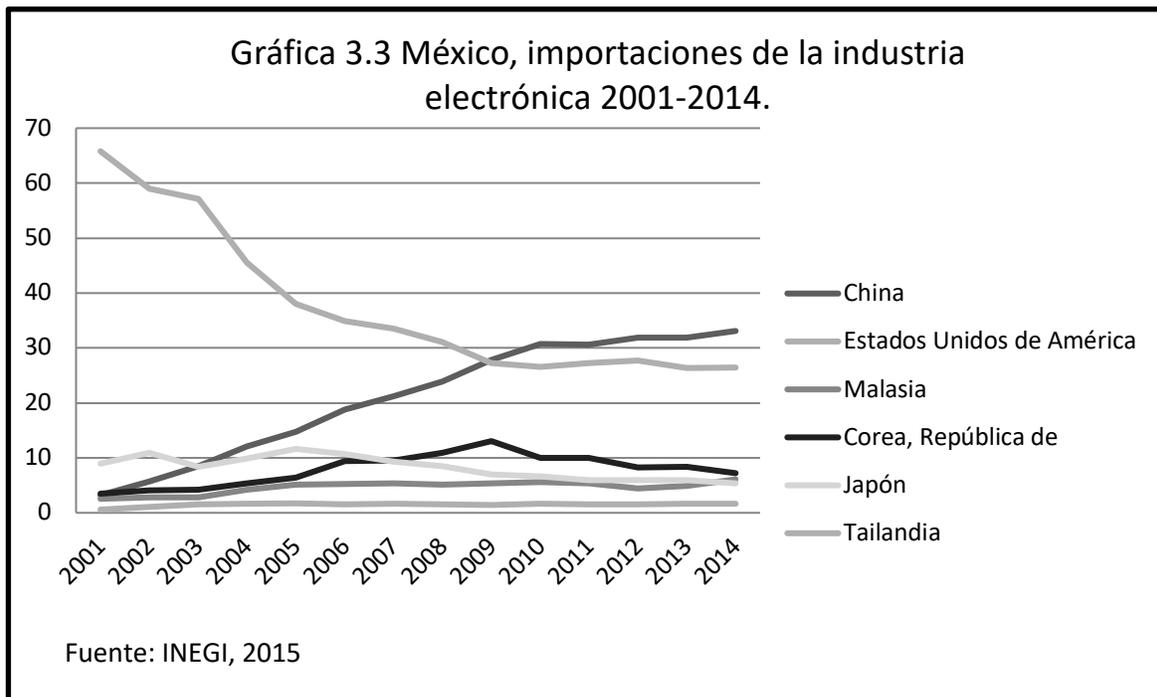
En cuanto a las exportaciones, también tienen una tendencia positiva para el sector en general, aunque también presentan algunas caídas por subsector como el de equipo de computación en el 2011 y de comunicación en el 2012; en cuanto a las participaciones, el grueso lo representa el equipo de computación con un 55%, seguido de componentes electrónicos con un 17%.

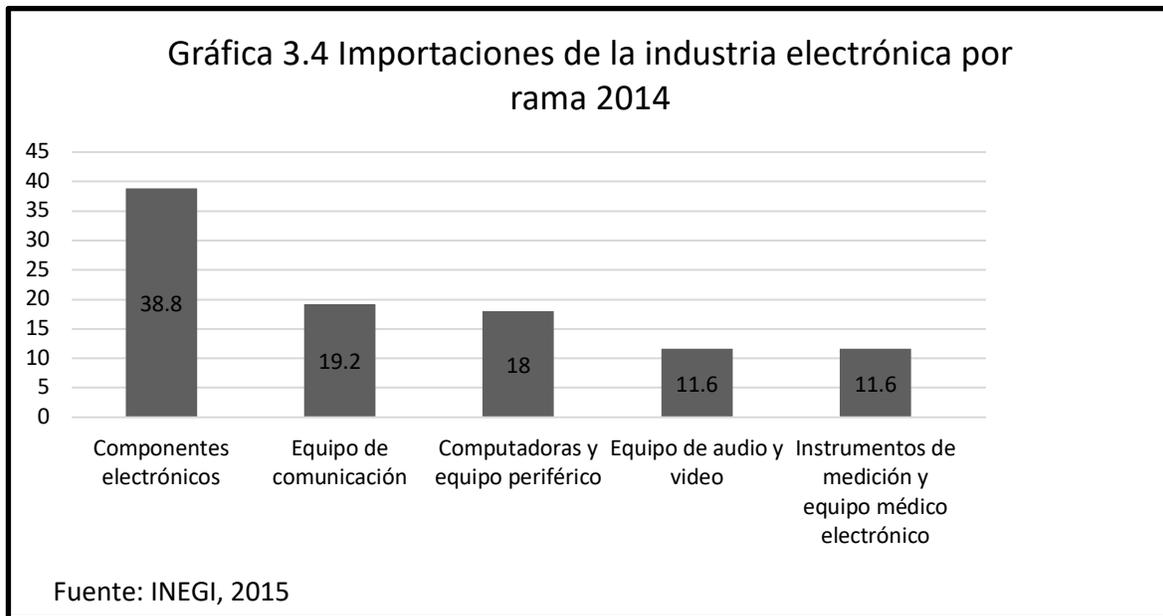
Refiriéndonos al personal ocupado, las tasas de crecimiento son más bajas comparadas con la producción bruta y las exportaciones, incluso en dos años representa tasas de crecimiento negativas (2011 y 2012); el subsector que tiene el grueso de los trabajadores es el de componentes electrónicos con un 45%, seguido de equipo de audio y video con un 18%.

Cuadro 3.2b Principales Indicadores Económicos de la Industria Electrónica 2009-2014						
Producción Bruta Total, Miles de Pesos						
Periodo/ Sector-subsector	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total	87,917,622	98,510,455	98,890,618	100,394,695	102,434,897	113,214,788
% Crecimiento		12.05	0.39	1.52	2.03	10.52
3341 Fabricación de computadoras y equipo periférico	20,168,480	22,142,831	20,901,087	19,796,738	20,753,678	28,812,065
3342 Fabricación de equipo de comunicación	14,542,369	15,761,410	16,949,730	15,786,068	16,684,982	15,994,236
334210 Fabricación de equipo telefónico	4,062,374	4,672,065	5,638,303	6,167,749	5,626,900	5,623,575
334220 Fabricación de equipo de transmisión y recepción de señales de radio y televisión y equipo de comunicación inalámbrico	7,604,786	8,294,786	8,031,638	6,297,135	7,634,476	6,362,293
334290 Fabricación de otros equipos de comunicación	2,875,209	2,794,559	3,279,789	3,321,184	3,423,606	4,008,368
3343 Fabricación de equipo de audio y de video	15,759,890	16,821,588	16,560,896	16,950,608	16,009,571	17,883,229
3344 Fabricación de componentes electrónicos	32,359,831	36,496,524	33,880,880	36,762,455	37,955,461	39,400,799
3345 Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación y equipo médico electrónico	5,087,052	7,288,102	10,598,025	11,098,826	11,031,205	11,124,459
Exportaciones, miles de pesos						
Periodo/ Sector-subsector	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total	19,966,733	23,881,314	27,397,371	28,863,737	31,108,722	39,123,807
% Crecimiento		19.61	14.72	5.35	7.78	25.76
3341 Fabricación de computadoras y equipo periférico	12,272,333	13,808,403	12,233,354	13,183,227	15,170,307	21,570,464
3342 Fabricación de equipo de comunicación	1,790,374	1,755,599	1,892,669	1,805,350	1,522,119	1,821,833
334210 Fabricación de equipo telefónico	1,043,446	1,228,015	1,350,251	1,214,629	924,320	1,154,770
334220 Fabricación de equipo de transmisión y recepción de señales de radio y televisión y equipo de comunicación inalámbrico	355,183	421,945	436,596	498,612	504,668	563,345
334290 Fabricación de otros equipos de comunicación	391,745	105,639	105,822	92,109	93,131	103,718
3343 Fabricación de equipo de audio y de video	1,215,746	1,478,674	2,002,925	1,716,973	1,647,819	2,741,964
3344 Fabricación de componentes electrónicos	4,635,445	5,801,386	5,723,791	6,090,764	6,228,791	6,667,376

3345 Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación y equipo médico electrónico	52,835	1,037,252	5,544,632	6,067,423	6,539,686	6,322,170
Personal Ocupado						
Periodo/ Sector-subsector	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total	228,575	244,763	243,199	240,845	245,630	244,060
% Crecimiento		7.08	-0.64	-0.97	1.99	-0.64
3341 Fabricación de computadoras y equipo periférico	34,191	36,573	40,134	37,381	33,765	39,205
3342 Fabricación de equipo de comunicación	43,795	43,938	42,571	36,654	43,789	38,828
334210 Fabricación de equipo telefónico	6,526	6,247	6,670	7,018	7,674	6,781
334220 Fabricación de equipo de transmisión y recepción de señales de radio y televisión y equipo de comunicación inalámbrico	26,861	26,248	22,947	17,531	23,444	18,839
334290 Fabricación de otros equipos de comunicación	10,408	11,443	12,954	12,105	12,671	13,208
3343 Fabricación de equipo de audio y de video	40,698	42,651	40,424	43,202	43,856	43,937
3344 Fabricación de componentes electrónicos	99,291	109,029	107,472	110,378	111,437	108,633
3345 Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación y equipo médico electrónico	10,600	12,572	12,598	13,230	12,783	13,457
Fuente: INEGI, Encuesta anual de la industria manufacturera por sector, subsector, rama y clase de actividad (240 clases, SCIAN 2007), 2019						

En cuanto a las importaciones de electrónicos por países, la gráfica 3.3 señala cambios de procesos muy significativos; China desplazó a Estados Unidos como principal proveedor de la industria electrónica mexicana debido a su reposicionamiento como parte de la fábrica global de electrónicos, esto se dio a partir del 2009; China pasó de 3% en 2001 a 33% en 2014 y Estados Unidos pasó de 65% a 27% para los mismos años. Dicho esto, los principales proveedores de México son China, Estados Unidos y Malasia con un 68.61% de participación para el 2014. Mientras que en las exportaciones dos países suman el 90% de participación: EEUU y Canadá, en las importaciones son diez países los que suman tal participación: China, EEUU, Malasia, Corea del Sur, Japón, Taiwán, Vietnam, Alemania, Tailandia y Corea del Norte. Esto da cuenta una vez más de la importancia de Asia en la industria electrónica internacional, puesto que son los principales proveedores de México y el mundo, principalmente de partes y componentes que son ensamblados en América Latina; también evidencia la dependencia de México de las importaciones para la Industria Maquiladora de Exportación, puesto que de 1990 a 2015 las importaciones con respecto a las exportaciones del sector representaron en promedio un 90% y un coeficiente de importaciones medio de .49





En cuanto a los subsectores, como podemos observar en la gráfica 3.4, lo que primordialmente importa México con los componentes electrónicos, que se destinan para equipo informático y de telecomunicación para su exportación; seguidos de equipo de comunicación y después computadoras y equipo periférico.

3.6 Especialización de la industria electrónica en México por estado-localidad

La industria electrónica está localizada en tres regiones del país, noreste, centro y occidente, las cuales en conjunto abarcan nueve estados: Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Estado de México, Jalisco, Nuevo León, Querétaro y Tamaulipas (Canieti, 2012). La zona de la frontera norte produce aparatos de audio y video y ensamble de monitores y televisores; la zona centro electrónica de consumo y la zona occidente está enfocada a las tecnologías de información, la industria electrónica *high tech*, las telecomunicaciones y los subensambles electrónicos (INEGI, 2016).

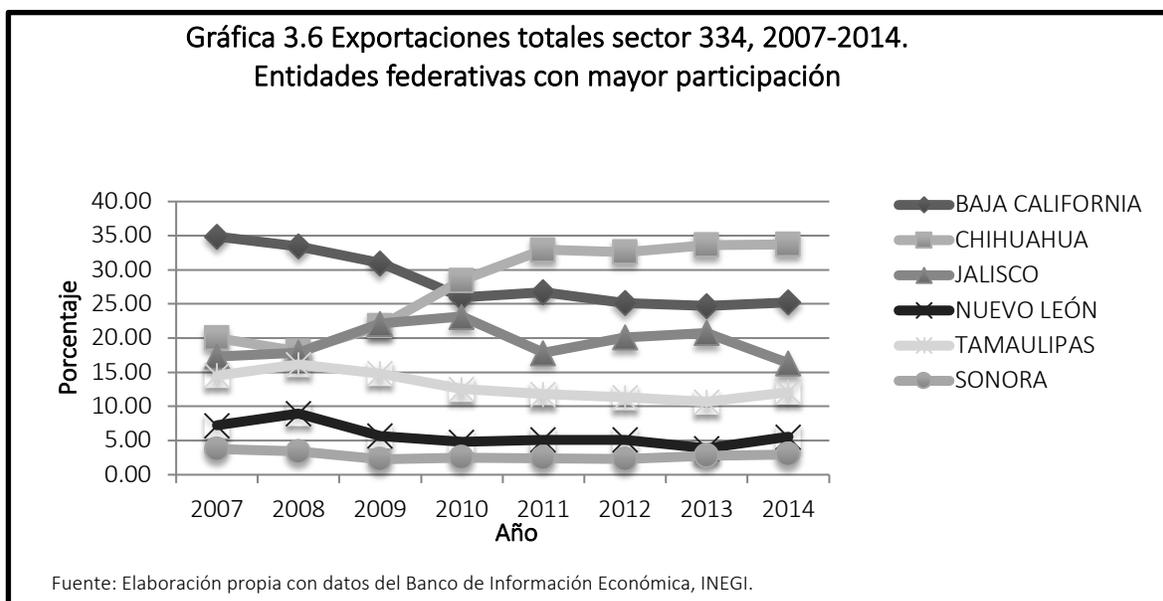
Cinco entidades de la República Mexicana concentraron el 95.88% del total de las exportaciones del sector electrónico¹⁶ en 2014, Chihuahua, Baja California, Jalisco, Sonora y Tamaulipas. Tan sólo el estado de Chihuahua tuvo una participación de 33.73% y de las cinco entidades, el único que no pertenece a la zona fronteriza es Jalisco.

La participación de Jalisco ha tenido una tendencia irregular desde 2007, su punto más alto fue en 2010 con 23.17% de las exportaciones y la menor en 2014 con un 16.34% de participación. La gráfica 3.5 nos muestra las tendencias de los cinco estados de 2007 a 2014, en la cual, podemos observar que la participación de Chihuahua ha ido en aumento y por el contrario, la participación de Baja California, Tamaulipas y Sonora ha disminuido desde 2007.

Como se insistirá más adelante, la actividad más importante de Jalisco, en particular Guadalajara y su zona metropolitana es el ensamble y subensamble en la industria electrónica, sin embargo, lo rescatable de dicha región no es sólo la maquila, sino el modesto pero significativo avance hacia actividades de mayor valor agregado que se originó gracias a las actividades relacionadas con la industria electrónica. Es decir, la importancia de la entidad no radica en el grueso de agregados macroeconómicos como IED, empleo y exportaciones con respecto del país entero, sino en la emergencia de un ecosistema con actividades paralelas a la industria, pero que se desprenden gracias a ella, en el cual participan agentes diversos de la región como universidades, Gobierno en sus tres niveles, empresas nacionales, extranjeras, cuya vinculación tiene resultados beneficiosos para la región, este punto se retomará en el capítulo 4.

Dicho lo anterior, se puede observar que Baja California y Chihuahua están por encima de Jalisco en cuanto a exportaciones del sector electrónico; el norte de México es la región en donde se originaron las actividades de maquila en el país y por ello la región maquiladora más grande (Gráfica 3.6).

¹⁶Sector 334 del SCIAN.



En cuanto a las exportaciones por subsector, podemos observar en el cuadro 3.3 que los principales rubros son “fabricación de equipo de audio y video” y “fabricación de computadoras y equipo periférico”; los cuales concentran un 53.09%.

Cuadro 3.3 Exportaciones de la industria electrónica según rama económica 2014		
Millones de pesos		
Rama	Monto	Porcentaje
334 - Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	1,211,261	100.00
3343 - Fabricación de equipo de audio y de video	322,613	26.63
3341 - Fabricación de computadoras y equipo periférico	320,462	26.46
3342 - Fabricación de equipo de comunicación	258,859	21.37
3345 - Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico	180,602	14.91
3344 - Fabricación de componentes electrónicos	123,030	10.16
Fuente: INEGI, 2015		

De los seis estados donde se concentra la electrónica, pueden identificarse tres localidades dominantes. Tijuana en Baja California, Ciudad Juárez en Chihuahua y Guadalajara en Jalisco. Las primeras dos, son localidades fronterizas que se dinamizaron por la cercanía con Estados Unidos y su demanda de bienes y servicios, Guadalajara en cambio,

destacó por la existencia de infraestructura urbana, entre otros factores. Nos concentraremos en delinear el perfil de cada una de esas aglomeraciones territoriales.

Tijuana

El norte del país fue la primera zona en recibir a las empresas de ensamblen el sector electrónico y de otras industrias gracias a los programas de industrialización fronteriza. Para 2014, el estado de Baja California concentró el 25.23% de las exportaciones nacionales de productos electrónicos; en el cual, la ciudad más dinámica es Tijuana. A esta ciudad se le conoce actualmente como la “capital mundial del televisor” porque tiene el mayor volumen de la producción en el contexto global; aloja, según CANIETI (2017) a 184 empresas de ensamble/manufactura de las cuales destacan Delta Electronics México y Foxconn. Están asentadas en la localidad empresas principalmente de audio y video, las principales son: Sanyo, Panasonic, Samsung, Pionner, Mitsubishi, Sharp, Delta, Ichia, Merry Tech, Wistron y Display Orion. También se producen aparatos electro-médicos, sensores para autos y aviones; y medidores de signos vitales; además, debido a su posición geográfica ha desarrollado una modesta industria de TI relacionada primordialmente con la gestión y control del comercio exterior. Es la ciudad del estado de Baja California que más empresas concentra del sector electrónico, seguido de Mexicali.

Como se mencionó, en la crisis de las TIC del 2001, Tijuana no le hizo frente a la crisis de manera cohesionada entre agentes, como sucedió en Guadalajara. De hecho, se dejó que las grandes empresas, extranjeras, formaran y ejecutaran sus estrategias con base en sus objetivos. Por tanto, se puede determinar que la localidad comparte las especificidades de la maquila del norte de México y no se distingue por una vinculación entre agentes tales como gobierno, empresas y universidades; lo que la ha llevado a ser una región sin capacidad de respuesta aunque con amplio dinamismo por su cercanía con Estados Unidos.

Ciudad Juárez

Ciudad Juárez es una ciudad fronteriza como Tijuana, en donde prevalecen las actividades vinculadas con el intercambio de bienes y servicios con Estados Unidos y cuya dinámica ha dependido de su proximidad geográfica con dicho país; ha sido una localidad en continuo crecimiento desde la década de los 1940, por la demanda de bienes y servicios de EEUU.

Uno de los elementos que causaron dicho dinamismo fue el término del Programa de Braceros en la década de los 1960 que ocasionó exceso de mano de obra y la caída de la actividad económica, por lo que se hizo un estudio, y posterior promoción, para evaluar que podía hacer la región para repuntar. Se sugirió que debían ser actividades con requerimientos de abundante mano de obra con poca especialidad y vinculadas a la industria de EEUU. Este estudio lo llevó a cabo un empresario llamado Antonio J. Bermúdez quien también ocupó cargos políticos; promovía la urbanización fronteriza, no sólo de Ciudad Juárez, para obtener beneficios en sus empresas. Fue director de Programa Nacional Fronterizo (PRONAF) de 1961 que fue el primero relacionado con el tópico, después se elaboró el Programa de Industrialización Fronteriza de 1965 y el Programa de Industrialización de la Frontera Norte de México de 1971 (Rivera y Almaraz, 2013).

Ciudad Juárez fue de las localidades en recibir mayores recursos del PRONAF y con ello se crearon algunos parques industriales; la empresa de televisores RCA llegó en 1968 y con ambos elementos comenzó una industria importante sobre todo electrónica. Tuvo un crecimiento acelerado desde esa época y hasta la década de mayor auge de los 1990 (Rivera y Almaraz, op.cit.)

Sin embargo, la localidad arrastró las deficiencias de la industria del modelo anterior, es decir, desde el inicio estaba fuertemente orientada al exterior y dependía ampliamente de insumos, por lo que frente a contingencias internacionales como la crisis del 2001, tuvo severos efectos. Así como en Tijuana, en esta localidad no hay vinculación de empresas extranjeras con las nacionales, ni vinculación de agentes internos, por lo que la crisis implicó

que actividades completas se mudaran a China ya que sólo se ofrecía mano de obra en abundancia.

La recuperación de la industria, entonces, se dio por el incremento de los costos laborales en China no por un plan de reestructuración, el cual se dio después de 2005 y hasta 2009 cuando la crisis del *crack* inmobiliario pegó fuertemente en el sector. Después de ello ha tenido un crecimiento considerable y en el 2014 el 38% de los afiliados al IMSS (2014) trabajaban en la industria electrónica, además es la que más divisas genera a la entidad.

En cuanto a la entidad federativa donde se encuentra Ciudad Juárez, Chihuahua, de acuerdo con el Centro de Información Económica y Social (CIES, 2014) del Estado, indica que los principales bienes exportados son: computadoras de escritorio con un 36%, unidades de procesamiento o CPUs con un 16%, laptops con un 6%, teléfonos celulares con un 5%, y máquinas automáticas para tratamiento o procesamiento de datos con 3%.

Guadalajara

Guadalajara y su zona metropolitana tomó importancia en el sector electrónico con la expansión del Programa de Industrialización Fronteriza en 1971 que ampliaba a todo el territorio mexicano la posibilidad de producir con insumos importados siempre y cuando se dirigieran a la exportación.

Aunado a ello, Guadalajara contaba con una infraestructura urbana adecuada y contaba con recursos naturales (como el agua) que facilitaba la instalación de empresas de gran tamaño. Un vuelco importante, principalmente en la industria electrónica, es la instalación de IBM en 1985 a quien se le permitió ser cien por ciento de propiedad extranjera con la condición que desarrollara un centro de investigación; dicho centro es el “Centro de Tecnología de Semiconductores” del CINVESTAV quien ha jugado un papel primordial en el desarrollo de la región.

A partir de allí, llegaron más empresas de la industria con lo cual se convirtió en un importante centro de ensamble de la industria electrónica, la cual, tuvo su auge como las otras dos localidades en los 1990. Para la crisis del 2001, la región se diferenció de las localidades del Norte por la capacidad de respuesta orquestada a partir de la vinculación de los agentes internos tales como: empresas extranjeras y nacionales; universidades privadas y públicas; organizaciones no gubernamentales como las cámaras; y el Gobierno en sus diferentes niveles.

Como respuesta, entonces, la localidad se reestructuró para añadir mayor valor agregado a la industria, de tal forma que se originó un modesto avance en las actividades con lo cual se diferencia de otros centros maquiladores. A partir de ello, llegaron empresas con actividades como desarrollo de software, firmware y prueba y validación, y se crearon otras internamente orientadas a dicha industria. Todas ellas son las actividades más bajas de la modularización, pero son distintas y de mayor valor agregado comparado con el ensamble electrónico.

El grueso de la industria electrónica es subensamble vía contratación intrafirma, pero es importante el reconocimiento de la gestación embrionaria de un ecosistema orientado a actividades de mayor valor agregado y con actividades que se desprenden de la electrónica, e implican procesos más complejos. Al ser el objeto de análisis del presente trabajo, dedicaremos el último capítulo a su análisis y descripción.

3.7 Marco institucional

La participación del Estado es clave para la atracción de empresas y puede representar una ventaja para la región por las facilidades que se otorgan para aprovechar las bondades locales, en el caso de la Industria Maquiladora de Exportación, el Gobierno fue quien organizó su instalación con la puesta en marcha del Plan de Industrialización

Fronteriza. Actualmente algunos programas federales, iniciativas y asociaciones para el sector son los siguientes:

- Devolución de Impuestos de Importación a los Exportadores (Drawback). En caso de que el productor haya importado insumos que se incorporen a mercancías de exportación, el programa ofrece la posibilidad de la devolución del impuesto general de la importación sobre dichos insumos (PROMÉXICO, 2011).
- Programas de Promoción Sectoriales (PROSEC). En caso de que el productor haya importado insumos que se incorporen a mercancías de exportación, el programa permite importar dichos insumos con arancel ad-valorem preferencial. (PROMÉXICO, op.cit.)
- Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX) Simplifica los procedimientos y requerimientos al régimen de maquila para aquellas empresas que ya cuentan con un plan de comercio estructurado. Permite importar temporalmente bienes o servicios utilizados en un proceso industrial; que tenga como finalidad la elaboración transformación o reparación de mercancías de procedencia extranjera importadas. Es el sucesor del PITEX y ALTEX.
- Programa de Apoyo para la Mejora Tecnológica de la Industria de Alta Tecnología (PROIAT). Tiene como objetivo general contribuir a que las industrias de alta tecnología incrementen sus capacidades para adoptar nuevas tecnologías, e impulsar la participación de las empresas en actividades de mayor valor agregado, mediante la especialización del capital humano, la certificación de capacidades productivas y humanas, la generación de información especializada y la transferencia y/o desarrollo tecnológico (SEGOB, 2016).
- Programa para la Productividad y Competitividad Industrial (PPCI). Es un instrumento orientado a favorecer un incremento de la productividad de empresas que requieren el desarrollo de capital humano y de mejora de sus procesos productivos, a través de la capacitación, información especializada y la adopción de tecnologías, que les permita alcanzar su máximo potencial e impulsar su integración en los encadenamientos productivos (SEGOB, op.cit.).

- MÉXICO FIRST. Es una iniciativa respaldada por Secretaría de Economía y el Banco Mundial, cuyo objetivo principal es la generación de capital humano con el fin de fortalecer la oferta laboral tanto en cantidad como en calidad, todo para facilitar el desarrollo y competitividad de las empresas mexicanas, así como la atracción de inversiones extranjeras que busquen en México un jugador de clase mundial(México First, 2016).
- PROSOFT. Es un programa de la Secretaría de Economía que busca promover el desarrollo de la innovación de las tecnologías de la información (TI) y la innovación de los sectores estratégicos. Los sectores estratégicos están clasificados en tres categorías; maduros, dinámicos y emergentes; la industria electrónica se encuentra en la categoría de “dinámicos” junto con la industria automotriz y de autopartes, eléctrica, química y aeroespacial. El programa busca mediante el “Fondo PROSOFT” vincular al Gobierno Federal, Estatal, sector privado y académico en orden de promover un entorno favorable para cumplir sus objetivos, el Fondo contempla apoyos y ayuda a reducir gastos administrativos para potencializar el impacto de los recursos (PROSOFT, 2016).
- México TI. Es una asociación entre el gobierno y el sector privado con el fin de aumentar la sensibilización de la industria mexicana de TI como el proveedor más importante cercano a Estados Unidos(MÉXICO IT-2016).

Las organizaciones privadas también son clave para el desarrollo del sector electrónico, están encargadas de la proveeduría, la gestión, la vinculación entre los diferentes agentes y la promoción de los sectores; también su enlace entre las diferentes empresas para crear una red que ayude a lograr sus objetivos.

Las cámaras nacionales y organizaciones con las que cuenta el sector electrónico son:

- El Consejo Nacional de la Industria Maquiladora y Manufacturera de Exportación (CNIMME) . Es un organismo que agrupa a más de 1,200 empresas instaladas en México, que emplean al 80% de la fuerza laboral en la industria maquiladora.

- La Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI). Es una institución de interés público que se encarga de lograr el desarrollo competitivo de la Industria electrónica de telecomunicaciones y tecnologías. Tiene una sede especial para Jalisco, la Canieti de Occidente.
- Cadena Productiva de la Electrónica (CADELEC). Es el órgano encargado de facilitar el desarrollo y la integración de empresas locales, nacionales e internacionales a la cadena de proveedores de la industria electrónica y sectores estratégicos de la economía regional y nacional.

Los socios son: ¹⁷AdvancedOpticalInc, Agentia, Altos, Aspelab de México S.A. de C.V., Azanza y asociados S.C., Bank of America, Bioxor, Bogati, Collado, Cosea, Damsa, Desa, Dextra Technologies, E, Escarh trabajo y movimiento, Esprezza Consultores, Farrera Asociados, Gollet, Grupo Apro, IC Blue, International Rectifier, IOR, Mac Grupo Ecológico, MR, Pounceconsulting, SEL, Sigogroup, TestingHouse, Worken y Worldmark.

OEM's: Continental, Freescale, HP, IBM, Technicolor e Intel.

CEM's: Flextronics, Foxconn, Jabil y Sanmina- SCI.

Otras organizaciones y programas que han coadyuvado en la creación de empresas, principalmente de tecnología en Jalisco y Baja California, son:

- FUMEC. (Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia). Es una organización binacional sin fines de lucro creada en 1993, en el contexto de las negociaciones del Tratado de Libre Comercio. Su misión es promover la colaboración binacional en ciencia y tecnología, a fin de contribuir a la solución de problemas de interés común, especialmente los que apoyen el desarrollo económico y social de México. (FUMEC, 2013)
- TechBA. El programa fue creado en 2004 por FUMEC y la Secretaría de Economía con el objetivo de facilitar el acceso de las empresas mexicanas de tecnología a los

¹⁷Información obtenida en la página web oficial de CADELEC www.cadelec.com.mx

ecosistemas de negocio más dinámicos a nivel mundial, mediante una serie de servicios dirigidos a ayudarlas a crecer de forma acelerada. (FUMEC, op.cit.)

- TechPYME. Es un programa de aceleración de empresas y fortalecimiento de ecosistemas regionales que apoya la migración de las PYMES a nichos de mayor valor agregado.

La pregunta es si estos programas funcionaron para promover el aprendizaje tecnológico o sólo fueron fuente de empleos de bajo o media remuneración. Cabe preguntar si tuvieron efectos adversos en las cadenas productivas. En lo que se refiere al aprendizaje, los resultados fueron muy pobres al grado que se puede decir que no figuró como objetivo.

Las disposiciones de los programas de importación para exportación tuvieron efectos negativos para la industria mexicana porque sólo muy limitadamente permitieron la creación de encadenamientos hacia atrás y hacia adelante. Así que cuando empezó el proyecto aperturista de la industria en general y la electrónica en particular, casi desaparecieron los proveedores nacionales de productos de consumo (televisores, radios, computadoras, etc.); subsistieron algunas empresas como Condumex para cableado a partir de mediados de los 1980. La importación legal y con bajos aranceles estuvo precedida del contrabando de productos extranjeros, lo que puso anticipadamente de manifiesto los bajos estándares de calidad domésticos y por ello la imposibilidad de competir contra ellos. Con la apertura la mayoría de las empresas quebraron, además de ello, la dependencia a insumos y maquinaria extranjeros hicieron insostenible la producción por otros factores ajenos a la industria como es el caso de las depreciaciones (ver Rivera y Almaraz, op.cit.).

Capítulo 4. Restructuración del sector electrónico de Guadalajara y su zona metropolitana de 2004 en adelante: las empresas OEM y CM y la emergencia de la subcontratación en diseño.

El Producto Interno Bruto (PIB) del estado de Jalisco ascendió a \$849,795 millones de pesos en 2014, con lo que aportó 6.54% al PIB nacional, tuvo un crecimiento de 3.38% en 2014, mayor al nacional de 2.16%.¹⁸El estado recibió 2,484.6 millones de dólares por concepto de IED en 2015, que representó 8.8% de la recibida en México. La industria manufacturera fue el principal receptor de la IED recibida por el estado en 2014, seguida de los servicios de hospedaje y de comercio (PROMEXICO, 2016). Para 2013 la principal actividad económica es la industria manufacturera con el 53.3% de participación, en donde destaca la industria electrónica, de tecnologías de información, alimenticia, bebidas y tabaco; así como el sector moda con: joyería, textil y calzado; 25 de cada 100 trabajadores del Estado están empleados en estos sectores (IIEG, 2016).

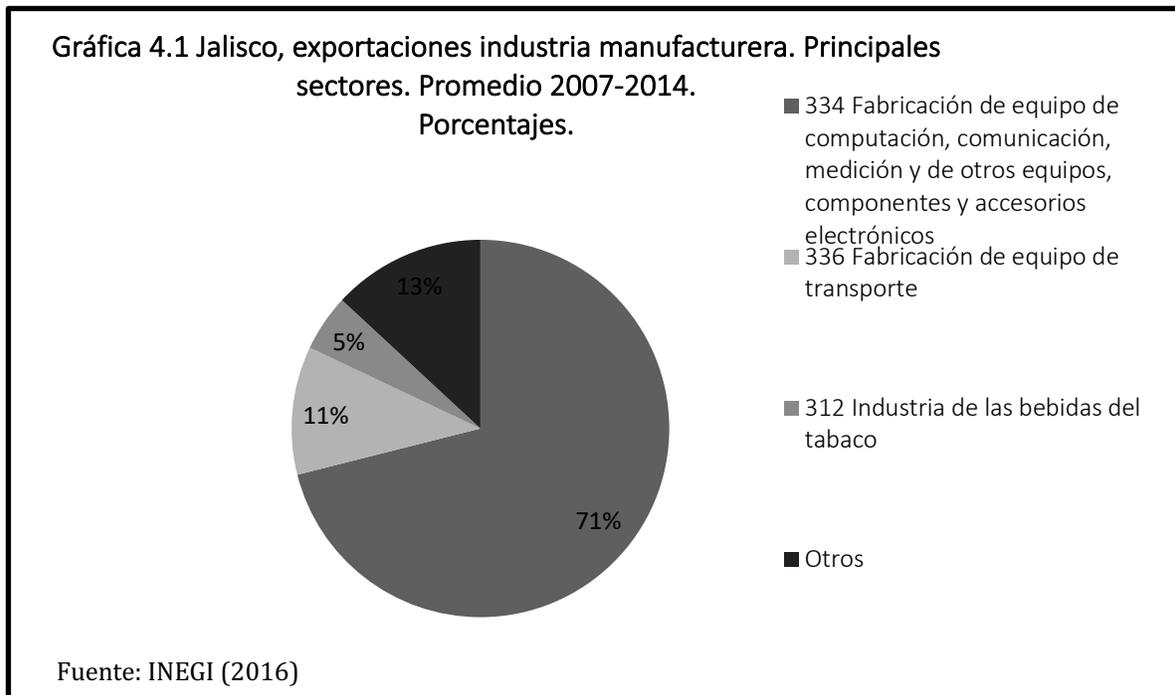
El sector más importante en la entidad es el electrónico y las actividades vinculadas a él como el software; representa el primer estado en importancia nacional de desarrollo de servicios de software con 230 empresas registradas. Para 2012 se encontraban más de 600 empresas de alta tecnología, 150 compañías de software y servicios, ocho incubadoras y parques tecnológicos y numerosas organizaciones de soporte e instituciones educativas, que forman una aglomeración considerada, de forma exagerada, como de alta tecnología (Canieti, 2012).

Del total de las exportaciones del estado (gráfica 4.1), el principal sector es el de: fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos (334)¹⁹, el cual representa el 58% de las

¹⁸Cifras preliminares de 2014, obtenidas en (INEGI, 2016)

¹⁹Clasificación SCIAN.

exportaciones totales para 2014 y en promedio el 71% de las exportaciones de manufacturas en 2007-2014.



Jalisco, en particular Guadalajara y su zona metropolitana tiene una especificidad distinta a la de otras entidades productoras de electrónicos y software como el Estado de México y la Ciudad de México. Guadalajara está relativamente más avanzada en economía del conocimiento, empezando a ser reconocida a nivel mundial. La región ha sido denominada nacional e internacionalmente, se insiste de forma exagerada, como el “Silicon Valley del Sur” o “Silicon Valley Mexicano”, por la aglomeración de industrias dedicadas al sector electrónico, telecomunicaciones, y tecnologías de la información. El nombre, Valle del Silicio del Sur²⁰, fue retomado por el Gobierno del Estado de Jalisco y la CANIETI de Occidente para emprender una ambiciosa estrategia de promoción (Palacios, 2003).

Aunque la especificidad de la aglomeración industrial de Guadalajara sea diferente a otras zonas como el norte-oeste del país, por ejemplo Tijuana que está dedicado a audio y

²⁰En los 1990 fue llamado así, por ser el único en merecer ese adjetivo pese a otros conglomerados como el de Campinas en Brasil. (Palacios, 2003)

video como se mencionó en el capítulo anterior, comparte las características de la industria maquiladora de exportación; es decir, procesamiento de insumos importados, bajo valor agregado nacional, escasa vinculación con la industria local y modalidad de subcontratación internacional intrafirma (ver Rivera y Almaraz, 2013).

La industria predominante manufacturera de la región es la industria electrónica; ella sirvió como antecedente para que se gestaran otras actividades relacionadas con las tecnologías de información como el software, prueba y validación, cuyas empresas son consideradas como parte del ecosistema. En este trabajo, el objeto de estudio es la industria electrónica de la región como conductora de actividades de mayor valor agregado (apenas iniciando y de aumento modesto) que caracteriza a Guadalajara y su zona metropolitana con una especificidad distinta al resto del país; y derivado de ella la posterior formación de un incipiente ecosistema con agentes diversos como universidades, organismos privados empresariales y no empresariales, asociaciones civiles y gobierno en sus tres niveles. El cual tuvo que reestructurarse por la crisis de las TIC en el 2001 y la entrada de China a la OMC; de donde surgieron además las actividades alternas como la prueba y validación y el firmware.

4.1 Antecedentes

En Guadalajara y su zona metropolitana, es decir, la región central de Jalisco²¹, se establecieron empresas líderes de marca y después de manufactura por contrato por las ventajas que ofrecía, ejemplo de ellas son: infraestructura urbana, conexión con universidades, cercanía de puertos, un aeropuerto, conexión cercana con Estados Unidos,

²¹Comprende los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga, tiene una superficie de 800 Km². (Palacios, 2003)

personal calificado, mano de obra barata, menor rotación de trabajo, disponibilidad de recursos (por ejemplo, agua, que estaba escaseando en el norte), etc.

Los factores que hicieron posible la generación de un ecosistema industrial en Guadalajara son:

- Decisiones de las empresas por bondades de la región, además de posibilidad para adoptar cambios tecnológicos y cercanía con otras empresas de la misma industria; principalmente cercanía con Estados Unidos y sus matrices.
- Apertura comercial.
- Contexto a favor del cambio tecnológico y estrategias empresariales.
- Aprobación del Gobierno a IBM para instalar una empresa de propiedad 100% extranjera con la condición de la creación de un centro tecnológico en 1985.
- Participación y vinculación de diversos agentes: empresas, gobierno en sus tres niveles, universidades, organizaciones públicas y privadas.

Como se mencionó en el capítulo 1, Harrison (1994), como Rivera (2010), explican que la teoría a veces subestima la importancia de las empresas líderes instaladas en la región; Guadalajara y su zona metropolitana creció porque se instalaron grandes empresas allí desde el inicio. Sin embargo, no sólo la llegada de empresas transnacionales ha tenido un papel importante, sino que también ha sido relevante la participación activa de otros agentes como el gobierno mediante políticas de fomento o mediante financiamiento a empresas proveedoras; y la de universidades y centros de investigación e instituciones públicas y privadas (Dussel, 1999). Como menciona Palacios (2004), en el proyecto de industrialización las empresas extranjeras debían ofrecer beneficios para que las dos partes resultaran favorecidas y fue así cómo sucedió en los primeros años de la formación del ecosistema Jalisciense; generalmente el beneficio esperado era el empleo.

El nacimiento del ecosistema electrónico de Guadalajara, tuvo su origen en los años 1960, con la llegada de plantas subsidiarias de grandes empresas internacionales con éxito

global en la industria electrónica que crearon redes de empresas alrededor de ellas. Estas primeras plantas subsidiarias fueron la base para el futuro éxito de la aglomeración.

Fue numerosa la llegada de empresas, así como las actividades a las que se dedicaron y el régimen que adoptaron para instalarse en la región. Entre los diferentes regímenes estaban aquellas que producían bajo la figura de maquiladora de exportación y las que producían para el mercado interno y para el mercado internacional, según los programas vigentes de la época. Por ejemplo, en 1971 con la extensión a todo el territorio mexicano del Programa de Maquiladoras de 1965, que antes sólo comprendía 20 kilómetros a lo largo de la frontera de México con Estados Unidos, permitió la llegada de dichas empresas (Palacios, 2003).

Primero llegó la alemana Siemens en 1962, a la Tijera, en la cual se producían motores eléctricos, contractores y switches de baja tensión (Jaén, 2005). Un elemento importante de esta subsidiaria es que adquiría localmente la mayor parte de los insumos y materiales necesarios (Palacios, op.cit.). En 1968, Jalisco, recibió la primera planta de subensamble de semiconductores de América Latina, es decir, la planta de Motorola que también producía cables, fuentes de poder y arneses. En ese mismo año llegó Industrias Mexicanas Burroughs la cual ensamblaba semiconductores, radios y micrófonos.

En 1974 llegó a Tlaquepaque *General Instrument*, de capital estadounidense, que producía *relays* y supresores de picos de corriente, en 1975 IBM instaló su primera planta de manufactura en El Salto, en donde se produjeron máquinas de escribir para el mercado local y externo hasta 1987.

Aunque la llegada de IBM a México data de 1957 (se instaló en la Ciudad de México), fue hasta 1975 cuando se trasladó a Jalisco por las bondades y ventajas que ofrecía; después, en 1985 vino la aprobación de facto de la planta de capital cien por ciento extranjero a IBM que fue crucial para la creación de una red de empresas alrededor de esta, que eran desde proveedores especializados hasta proveedores en segmentos bajos de la cadena como productores de empaques (Dussel, op.cit.) Esta medida contradecía la Ley de Inversiones Extranjeras de 1971 que establecía la obligatoriedad de que las empresas extranjeras

tuvieran un máximo del 49% de la propiedad, esto es, que la propiedad mayoritaria quedara en la empresa nacional (Rivera, 2007). Dicha autorización tuvo una contraparte, hubo un acuerdo entre el gobierno e IBM para la creación del “Centro de Tecnología de Semiconductores” del CINVESTAV que implicó transferencia de tecnología (Peres, op.cit.). En 1982 inició operaciones la empresa HP que se dedicaba a la producción de mini computadoras, PC’s y periféricos.

En el tiempo en el que la economía no estaba abierta al exterior y las restricciones a las importaciones eran elevadas, las casas matrices fomentaron la creación de proveedores locales con el fin de disminuir los costos de importación y transportación por los elevados volúmenes en algunos productos como los empaques. Ello dio pie a la aparición de empresas como Ureblock, dedicada a la producción de empaques (Palacios, 2003). Sin embargo, con la apertura, la industria nacional que estaba prácticamente desarticulada y no había superado los rezagos tecnológicos que arrastraba desde la sustitución de importaciones no pudo hacer frente a la competencia internacional y quebró (Rivera, 2007).

De 1970 a 1993, la participación de la producción de electrónicos de Jalisco a nivel nacional aumentó en un 300% (León, 2004). En dicha región se concentró una parte importante de la producción de computadoras y componentes electrónicos que sirven a un número importante de otros sectores como el de autopartes, telecomunicaciones, equipo médico, maquinaria industrial y artículos para el hogar. Para 1997, en la región se producían el 60% de las computadoras hechas en México (Dussel, 1999). La década de 1990 fue de auge para el ecosistema y para la industria maquiladora de exportación del país entero (Rivera, 2012), además fue la década en la que llegaron las empresas manufactureras por contrato.

Con la crisis del 2001 y la entrada de China al mercado global, dio pie a que el ecosistema electrónico de Guadalajara tuviera que reestructurarse para hacer frente a los nuevos desafíos. Este punto se abordará con mayor detalle más adelante (Dabat, Ordóñez y Rivera, 2005).

4.2 El clúster electrónico de Guadalajara y su zona metropolitana. ¿Clúster o ecosistema?

Como se vio en el capítulo 1 un clúster debe cumplir con las definiciones que le otorga Porter (ver 2009); es decir, se deben cumplir con dos requisitos importantes: cercanía espacial entre las empresas y vinculación (externalidades), pero también una fuerte orientación a la innovación. Sin embargo, para Schmitz (ver 1999), las externalidades no bastan para explicar el éxito de un clúster, sino que hace falta el análisis de la acción conjunta.

En las aglomeraciones territoriales en México, incluso la más avanzada de ellas que es la de Guadalajara, la estructura industrial está determinada por la subcontratación internacional intrafirma (Rivera y Almaraz, 2013); en la cual el grueso de las actividades son realizadas por grandes plantas de capital extranjero dedicadas al ensamble; por ello se podría decir que cumplen con la vinculación y la acción conjunta, pero de forma escasa cumplen con la innovación. Debido a esto varios autores como Palacios (ver 2003) han puesto en duda si debe llamarse clúster o zona de procesamiento de exportaciones o distrito industrial. Si se le calificara como tecno-polo, sería a nivel embrionario y con varias reservas. La CANIETI propuso el término de “Ecosistema de Alta Tecnología”, que es aceptado por los agentes que forman parte de dicho ecosistema. Dabat, Ordóñez y Rivera (op.cit.) aclaran que no es un distrito industrial porque las empresas líderes son las filiales de las corporaciones multinacionales y la estructura industrial es heterogénea. Los citados autores proponen el término clúster abierto, porque se estructura a partir de empresas transnacionales y sus consecuentes ligas a cadenas globales de producción con opción a que las empresas locales se integren de acuerdo con su capacidad de aprendizaje tecnológico. En un trabajo posterior Rivera et al. (2014) le denominan “ecosistema productivo”, el término ecosistema se refiere a la relación entre muchos agentes que se complementan y el de productivo se refiere a que Guadalajara y su zona metropolitana no tiene carácter innovativo. En este trabajo para efectos prácticos, nos referiremos a él simplemente como “ecosistema”.

4.3 La competencia de China y la reestructuración del sector electrónico de Guadalajara

Como se mencionó, la crisis de las tecnologías de la información y la entrada de China a la OMC provocaron la necesidad de una reestructuración del ecosistema electrónico de Jalisco; primeramente porque hubo una recesión en las actividades del ecosistema y la segunda, consecuencia de la primera, atiende a la reubicación de empresas situadas en Jalisco, y otras partes de México, hacia China en función de la búsqueda de costos más bajos. Por ejemplo, las plantas de manufactura por contrato comenzaron a trabajar bajo un esquema o plan global, cerraron instalaciones redistribuyendo contratos en China y Guadalajara y otras locaciones de acuerdo con criterios de localización y volumen. Cabe agregar que la comparación de costos salariales cambió a partir de 2006, y se volvió favorable para las empresas globales que operan en México, cuyos salarios han permanecidos estáticos; en China los salarios han crecido un 30% desde ese año hasta 2012 (Rivera y Almaraz, op.cit.).

Dicha reestructuración fue en dos sentidos, en el primero, las empresas dedicadas al ensamble reestructuraron su producción hacia productos de mayor valor agregado pasando de lo que ellos denominan HVLV a MVMV y luego LVHV²². Esta característica de la reestructuración atendió más que a la crisis, a la competencia de China por la reconfiguración mundial de la producción con su entrada a la OMC. En el citado país y en otras partes de sur de Asia se estaban llevando a cabo actividades de menor valor agregado, con costos muy bajos por lo que México no podía hacerle frente a la competencia incluso con la ventaja de la cercanía con EEUU.²³

Cabe recalcar que a pesar de la reestructuración el grueso de la producción sigue siendo ensamble y subensamble, sin embargo, es importante mencionar que después de 2001 llegaron empresas dedicadas a funciones con mayor valor agregado que dieron pauta

²²HVLV: Alto volumen, bajo valor. MVMV: Medio volumen, medio valor. LVHV: Bajo volumen, alto valor.

²³Debido al incremento del nivel de vida de la población en China y su mayor capacidad para adquirir bienes y servicios, la lejanía con respecto a Estados Unidos, el mercado más grande del mundo, dejó de ser una completa desventaja.

para que la región se ocupara en actividades con mayor complejidad principalmente en software y dieron pie a la creación de una emergente red de conocimiento y subcontratación de diseño, la cual responde al segundo sentido de la reestructuración junto con la creación de empresas locales dedicadas a actividades de TI.

Como se advierte en el cuadro 4.2 las empresas que protagonizan la nueva etapa se pueden clasificar en cinco categorías. De una parte están las empresas globales de diseño (denominadas como modalidad A) como Intel, Freescale, Continental, etc.; a pesar de que su llegada empezó en el 2001, fue en el 2005 cuando consolidaron sus actividades. Continental, prácticamente se puede considerar un recién llegado con un plan muy ambicioso de diseño de software embebido automotriz, que detonó con la compra de las instalaciones y operaciones de Siemens.²⁴ Estas actividades que implican mayor conocimiento tienen su propia segmentación, Ernst (2011) les llama “módulos” y van desde la validación hasta el diseño. Las nuevas actividades de Guadalajara y su zona metropolitana en este tipo de empresas forman parte de las actividades de investigación y desarrollo pero en los segmentos más bajos, por ejemplo, la validación y la prueba.

En la modalidad B de empresa global ha habido cierres, siendo los más sonados el de HP y Siemens, pero subsiste IBM que ha orientado sus actividades crecientemente a programación, servicios financieros, servicios de soluciones y almacenamiento (storage), soluciones integrales de software, creación de sistemas operativos y software aplicado, BTO, etc.

²⁴ Información obtenida en la entrevista con el Ing. Jorge Vázquez el 22 de mayo del 2012. Actualmente es Vicepresidente de Innovación y Conocimiento en la CANIETI. (CANIETI, 2016)

<p>Cuadro 4.2 Clasificación de las actividades empresariales después de la reestructuración</p> <p>A. Empresas globales de segmentos de diseño en productos globales. Ejemplo: Continental, Intel, etc.</p> <p>B. Empresas globales dedicadas a otras actividades de maquila para exportación. Por ejemplo: IBM.</p> <p>C. Empresas locales de servicios de software, principalmente establecidas en el Centro de Software. Por ejemplo: MasFusion y Medisist.</p> <p>D. Ensamble y sub ensamble para reexportación (maquila tradicional de exportación). Manufactureras por contrato. Flextronics, Jabil, etc.</p> <p>E. Empresas globales instaladas en Jalisco que abastecen el mercado local de servicios de software. Por ejemplo: Tata Consulting.</p> <p>Fuente: Entrevistas</p>
--

Dentro de la creación de empresas nacionales (grupo C) destaca la inauguración del “centro del software” en Guadalajara en 2007, administrado por Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información (IJALTI), en él se encontraban unas 36 empresas y 700 empleados en el año de la entrevista. También alberga a la CANIETI de occidente, lo que da oportunidad a las empresas de hacer alianzas estratégicas con la cámara, otras empresas y el gobierno. Las principales áreas de negocio en este parque tecnológico son: software, multimedia, videojuegos, desarrollo web, hosting, eLearning, certificaciones TI, redes, telecomunicaciones, soluciones de gobierno²⁵, servicios de call center, BPO/ITO, consultoría y capacitación tecnológica (IJALTI, 2016). Algunas de las empresas de este grupo son PyMEs que han sido formadas por ingenieros, administradores y mano de obra capacitada generada por la abundante oferta de universidades y escuelas técnicas con licenciaturas y carreras afines a la industria de las TI.

El ensamble para re-exportación sigue siendo una actividad central en Guadalajara (grupo D). Como se explicó brevemente, antes de las crisis de inicios de los 2000 las actividades de este género eran más diversificadas y prácticamente cubrían el rango del sector de la electrónica. Ahora se ensamblan modelos específicos sea, en pequeños

²⁵Por ejemplo, en el 2012 la empresa MasFusion residente del centro, elaboró la aplicación denominada “Línea Zapopan” en la cual los ciudadanos del municipio pueden consultar los trámites ofrecidos por el municipio y generar reportes.

volúmenes o al contrario en grandes volúmenes seleccionados. Se estima, a partir de la información obtenida en las entrevistas, que los protagonistas principales de la industria maquiladora son las manufactureras por contrato, como Flextronics, Sanmina, Celestica, Benchmarq Electronics, Foxconn, etc.

En el grupo E se encuentran las empresas proveedoras de soluciones de TI y soluciones de negocio (ITO y BPO), soluciones digitales, soluciones de experiencia con los clientes, soluciones sectoriales, bases de datos, etc. En general, buscan aumentar la productividad de las empresas y mejorar la gestión, mediante un uso eficiente de los recursos aplicando las tecnologías de la información. También ofrecen soluciones de todo tipo a instituciones no empresariales como colegios, universidades, oficinas de Gobierno, asociaciones, etc. Las más importantes son Tata, la empresa más grande de TI de Asia, y Oracle, la segunda empresa más importante de software (Forbes, 06 de mayo del 2015).

El ascenso en el rango de las actividades de la región, no se dio como en los países asiáticos, por aprendizaje tecnológico tal como lo expone Gereffi (1994). El caso de Guadalajara es distinto porque el ascenso es intrafirma y se vio propiciada por una elevación de la calificación laboral, con salarios comparativamente bajos, que permitió la contratación de ingenieros para actividades de mayor complejidad y el nacimiento de empresas locales dedicadas a actividades con mayor conocimiento. Sin embargo, la demanda de mano de obra capacitada ha sobrepasado la oferta de la región, por lo que la expansión ha tenido un freno por la falta de ingenieros en cantidad y en calidad; el Ing. Bernardo Cotero (Coordinador académico del departamento de electrónica, sistemas e informática del ITESO)²⁶ menciona que los egresados del ITESO son contratados en un 100%, pero de los 400 o 500 ingenieros recién egresados de otros centros educativos de la región a veces sólo se contrata un 20% por la precaria calidad en la formación; regularmente tiene relación principalmente con la falta del manejo del idioma inglés que es imprescindible en las actividades de TI.

²⁶Entrevista el 26 de septiembre del 2012.

Esto ha generado competencia por personal en las empresas, tanto laboratorios de diseño, como manufactureras por contrato, líderes y Pymes, tanto así que han determinado un “pacto de caballeros” en el que está mal visto tratar de “robar” personal de una empresa a otra. Con este acuerdo, las empresas ya tienen la confianza de emprender ambiciosos planes de capacitación sin temor a perder la inversión que implica. A pesar de los esfuerzos para aumentar el número de ingenieros de la región, la oferta resulta insuficiente.

En las actividades de ensamble uno de los muchos factores que impidieron y siguen impidiendo hasta cierto punto el aprendizaje tecnológico en Jalisco, y en el país en general, son los regímenes de importación para su reexportación. Son programas específicos ya integrados en otro esquema reciente denominado Industria Manufacturera Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX). Como se expuso anteriormente, dichos programas no eran conductivos al escalamiento industrial, porque las empresas tenían incentivos para importar partes y componentes en lugar de promover la formación de proveedores nacionales, de esta forma no se generan encadenamientos productivos ni hacia atrás ni hacia delante (Rivera y Almaraz, *op.cit.*).

La importancia de Guadalajara como ecosistema no sólo se proyecta a nivel nacional, sino que a nivel internacional está empezando a ser reconocida sobre todo en TI, ejemplo de ello fue la elección de dicha ciudad como sede de WCIT 2014 (Congreso Mundial de las Tecnologías de la Información) organizado por la Alianza Internacional de Tecnología y Servicios (WITSA por sus siglas en inglés²⁷) además, el ex presidente de CANIETI y Jalisciense Santiago Gutiérrez fue elegido presidente de dicha organización el 21 de octubre del 2012 para el periodo 2012-2014(CANIETI, 2014).

²⁷WITSA es el consorcio líder en la industria de las TIC's a nivel global en más de 78 economías de todo el mundo. En suma los miembros de WITSA representan más del 90% del mercado mundial de las TIC.

4.4 El arribo y expansión de las OEM especializadas en diseño

Las filiales de empresas globales de diseño (grupo A del cuadro) son el eje de la emergente red de conocimiento de Guadalajara y su zona metropolitana, el principal factor que antecede para que se le brindara la confianza para dedicarse a actividades más complejas fue la creación del Centro en Tecnología en Semiconductores (CTS) con la contribución de IBM en 1985. Ese convenio (ver capítulo 2) aumentó los requerimientos de calificación laboral y permitió en cierta medida la transferencia de tecnología a la región. El inicio de las operaciones de los laboratorios de diseño se dio más en forma en el 2000 con la llegada de Intel como respuesta a la estrategia de esa empresa global, lo que coincidió con la detonación causada por el CTS y las necesidades ulteriores de la reestructuración. Los laboratorios de diseño son cruciales para el desarrollo de actividades más avanzadas a las que se ha hecho referencia, además son agentes activos en la dinámica de la región.

Tienen una vinculación relativamente estrecha con el resto de los agentes del ecosistema, pero principalmente con las universidades para la formación de profesionistas acorde a sus necesidades y que cumplan con los requerimientos de las matrices, quienes hacen competir a las filiales situadas en países en desarrollo por los diferentes proyectos. La vinculación se facilita porque los que laboran como jefes de equipo en las empresas regularmente son ex alumnos. La influencia de las empresas globales de diseño es tan grande, que pueden influir en la elaboración de los planes de estudio de ciertas universidades de Guadalajara. No todos están de acuerdo como lo expresan docentes y autoridades de la Universidad de Guadalajara,²⁸ las opiniones son variadas, pero sobresale el argumento de que al sujetarse a los proyectos empresariales se le da rigidez a la formación del egresado que queda sujeto a los vaivenes de la demanda a medida que la tecnología cambie.

²⁸Información obtenida en la entrevista con el Mtro. Alonso Castillo Pérez el 22 de septiembre del 2012.

La vinculación con las empresas locales es un tanto débil. Salvo excepciones sólo las contratan cuando hay excesos de trabajo y por escaso tiempo. No obstante se considera que la rotación de trabajadores es baja en los laboratorios y en el sector en general.

Los principales laboratorios de diseño situados en la región son: Intel, Continental y Freescale, además podemos considerar a IBM y la incursión del laboratorio de Flextronics; a continuación se enlistarán las principales características de Intel y Continental. Las entrevistas que proporcionaron la información, se efectuaron en dos periodos distintos, del 22 al 24 de mayo y del 24 al 27 de septiembre del 2012. El equipo que realizó la entrevista estuvo coordinado por el Dr. Miguel Ángel Rivera Ríos, y formaba parte del proyecto denominado “Aprendizaje y localización territorial en empresas de software en México, Guadalajara, Tijuana, Mexicali y el Distrito Federal”. Formaron parte del equipo de trabajo Liber León, María Chapman y Rosalba Polanco. Una primera exposición de resultados se hizo en el artículo “Redes de producción y dinámica territorial en Guadalajara” de la revista *Economía UNAM Vol. 11. Núm. 32. Mayo 2014 - Agosto 2014*. Lo que sigue a continuación proviene del borrador de esa fuente que estuvo a cargo mío.²⁹

4.5 La emergencia de un ecosistema y sus agentes empresariales participantes

4.5.1 Organismos empresariales

El ecosistema productivo de Guadalajara tiene como actividades principales: el ensamble de electrónicos, en el caso de la industria electrónica; prueba, validación, como actividades derivadas de la aglomeración de la industria electrónica y otras relacionadas con las TI como servicios ITO/BPO, animación y desarrollo de efectos especiales (WCIT, 2014) . Según la

²⁹. Agradezco la anuencia de los co-autores para presentar parte de los resultados del trabajo conjunto en esta tesis. Cabe añadir que los resultados expuestos en esta tesis fueron adecuados al objetivo de la misma, de la misma manera los datos, opiniones y testimonios fueron actualizados mediante la investigación hemerográfica, entrevistas telefónicas y búsqueda regular en las páginas web de las entidades y de las empresas.

Canieti, las empresas del ecosistema se dividen a grandes rasgos en seis rubros principales: OEM's globales, CM's, ITO/BPO, diseño, industria creativa y el resto que tienen actividades relacionadas con las TI, las cuales son nacionales e internacionales(Cuadro 4.3 y 4.4).

Cuadro 4.3 Principales empresas instaladas en Guadalajara y su zona metropolitana relacionadas con el sector electrónico		
Empresas de la industria electrónica		
OEM's globales	Continental Freescale HP IBM (actualmente dedicada a otras actividades)	Intel Dell Siemens Cisco
CM's globales.	Benchmark Epiq Flextronics Jabil Molex Foxconn	Mexikor Usi Sanmina- sci Telect Vogt Electronic
Empresas de actividades derivadas de la industria electrónica		
Laboratorios de Diseño	A2e Technologies Avntk Arteche Bunker Continental Bea Control net Global Vantage Pegasus SF Electronics Pegasus Zerta Tech	Freescale Eneri Hydra Technologies. Pounce consulting. Gollet Jabil Intel Mixbaal Protoboards Werner Pegasus Soluciones tecnológicas Xal.Tec
Fuente: CANIETI (2012)		

Se pueden distinguir dentro de éstas cuatro tipos, algunos ya mencionados en el cuadro 1. En primer lugar se encuentran las empresas líderes de marca como HP³⁰ e IBM que como se mencionó fueron las pioneras y eje del inicio de la localidad como zona maquiladora,

³⁰HP dejó de ensamblar en Guadalajara pero dejó un "Centro de Servicios Compartidos" que se dedicó desde el manejo en la compra de los insumos hasta el procesamiento de los salarios de sus empleados.

hoy en día algunas ya están dedicadas a otras actividades (como IBM) y otras incluso se han marchado. La modalidad internacional de producción, la subcontratación, da lugar al segundo tipo de empresa establecida en Guadalajara: las de manufactura por contrato, en Guadalajara están las más importantes a nivel mundial: Foxconn, Celestica, Jabil, Flextronics, Sanmina, etc.

Por otro lado, tenemos otro tipo de empresas líderes de marca: filiales de las grandes corporaciones internacionales dedicadas al diseño y la prueba de producto como Intel, Freescale, Continental, y las dedicadas a servicios de software como Tata, Oracle etc. Por último, podemos distinguir a las PYMES dedicadas a actividades relacionadas con las tecnologías de la información, aunque se insiste que tienen poca vinculación con las grandes empresas y que representan un bajo porcentaje con respecto al ensamble, aunque es importante destacar que han tenido un crecimiento hasta del 240%³¹, el cual no es posible para las manufactureras por contrato, líderes o de diseño, por el nivel de operaciones. De estas hay una serie de empresas que no se dedican a la industria electrónica propiamente, pero forman parte del ecosistema embrionario y se derivaron de la instalación de empresas electrónicas (cuadro 4.4)

Cuadro 4.4 Empresas instaladas en Guadalajara y su zona metropolitana integrantes del ecosistema				
ITO/BPO	Amentum IT Services	HCL	Softtek	Teletech
	Atención telefónica	Igate	Target one	Sertec
	Bank of America	Oracle	Hispanic	Stefanini
	Disc IT business Solutions	West Corp	teleservices	Tata
Industria creativa	3dmx studios	GyroscopekStudios	Kaxan Media	Metacube
	Baklight Imaging	Imagen en México	Group	Óol Digital Studio
	Exodo	Haini	Larva game	Tiki Game Studio
	Gameloft		Studios	Massive render

³¹Dato obtenido de la entrevista con el Ing. David Alfaro, propietario de Másfusión, el 24 de septiembre del 2012.

Otras (Nacionales y extranjeras)	Future Pack Intermex (Parques Industriales) Riverwood Solutions AES Netcommerce TecvoxOEM Converge Private Stock Murata DamsaOutsourcing Wintel Escucho Wadil Works Collado Escucho Evolutel Sseisa Sonika Baratz Barracuda Labs Simco Electronics Tegrafik Latinrep Phoenix Rep.com Soporte Industrial Belmont Trading Company Sinergit Aga Net Level 5 Interlatin Sinapsis IAT GDL Comingser CGM Aportia MBGE Marfil Reps S.A. de C.V. Solutia Intelligence Resser E Quallit MasFusion Daw Cons Immersion Games HEMAC teleinformatica Quantum True Humanware Balance DYCSA Aqua Limp	Betterplan Qualtop GScomunicaciones MTI Medios Tecnológicos Inteligentes Grupo Apro Arrow Praxair Bitam Electrónica Pantera S.A. de C.V. Jaloma Estatec Transportes PITIC COS Saleslink GPI Mexicana de Alta Tecnología TAI Syst Apliotec Pioneer Standard MásFusión CUI Stack Solog Zoltek ModusLink Big Elephant gopacSI Southco Lucas 5 JetAccess Hildebrando Rich Mont Quino Emergys Nypro CIDE TI ST AE Maquiser NextCode Compucaja Apzusa Digitrain CAS PEM E-ngenium DIBSE Software System Logistics Bioxor Woodfinn	Qtek Agentia EmployerBureau V-Tek Incorporated Ureblock TIA Estrasol Innox Corporación Castañeda Micro Empaq Azanza y asociados S.C. IKON office solutions CompuWorld S.A. de C.V. VisionConsulting Bogaty S.A. de C.V. ATR MK Plataforma Inteligente Inland BDT MexSerMexelServicios Rucker &Kolls, Inc. TTI Texas Instrument Propulsar Avnet Computación en Acción MCA Worldmaek BProject GCR Consultores Génesis soluciones avanzadas BlackSwan PRAX SOFT Global Graphic Support SYE Software Microchip Tago! Loganmex S.A. de C.V. Desatechnologies Innevo Sumida Praxis Computer Land MGM Insight Medisist OM ASSOCIATED CUALLI SOFT Sistemas de Calidad Giro
Fuente: CANIETI (2012)			

De las OEM ocupadas en diseño nos referiremos a Continental, Intel y Oracle. Jabil y Flextronics pertenecen al sector de ensamble en su sentido tradicional. Nos referiremos después a los agentes no empresariales.

OEM globales

Continental³²

Se puede considerar la empresa emblema de la región/sub-sector que tuvo en México su origen en actividades de manufactura. Continental tiene en Guadalajara una planta manufacturera dedicada a la producción de llantas; son el laboratorio y un centro de diseño más recientes al que nos enfocaremos. La llegada de la empresa a la región data de 1992, en 2008 diversificó sus actividades a favor del diseño cuando compró Siemens y en 2014 creó el centro de innovación y diseño el cual es el centro más grande de América Latina y el tercero más importante a nivel global (Núñez, 27 de Agosto de 2012).

Las actividades principales de diseño de la empresa en Guadalajara son módulos de diseño de software embebido automotriz, el diseño mecánico, el hardware y la validación de producto. Estas actividades están divididas en unidades de negocio: paneles de instrumentos, dispositivos de seguridad, sistemas de entretenimiento, de información, etc., en la unidad de paneles de instrumentos que incluye radio y pantalla de navegación Continental es líder a nivel mundial; siete de cada diez de esos sistemas tiene elementos incorporados en México.

El 36% de la fuerza de ingeniería está enfocada a software embebido, donde se intercambia información técnica con los proveedores de diversos países. Después viene la certificación del producto terminado. Todo el proceso está automatizado, debe pasar el estricto proceso de validación y prueba; existe una relación estrecha con los clientes para definir el producto.

³²Entrevista con el Ing. Jorge Vázquez Murillo, director de Continental, el día 22 de mayo del 2012.

Para 2013 la meta era contratar a unos 800 ingenieros y se contrataron 900; las universidades de las que provienen los egresados son ITESO, TEC de Monterrey, Tecnológico de Zapopan, etc. La empresa capacita a sus trabajadores principalmente en el aprendizaje del idioma inglés, pero también en áreas relacionadas con la ingeniería, financia becas hasta en un 80%. La rotación es muy baja, para lograr retener a los trabajadores les otorgan bonos, capacitación, flexibilidad de horario, prestaciones básicas, etc.

Continental no tiene proveedores locales, salvo en contadas excepciones cuando se presentan picos de demanda, sólo es por tiempo limitado y en proyectos específicos; lo anterior se debe que la calidad de los proveedores locales es baja, a nivel global cuenta con unos 300 proveedores de sistemas. Dentro de sus principales clientes están Ford, GM, VW, Nissan, Chrysler y Damler. En cuanto a las exportaciones, el 60% lo concentra Estados Unidos, el 30% Europa, y el 10% Asia.

El centro que inauguró en 2014 denominado “Centro de Investigación y Desarrollo” en Tlajomulco de Zuñiga, tuvo una inversión de 290 millones de pesos y empleará a mil personas en los próximos cinco años; estará vinculado con todas las universidades públicas y privadas de la región para lograr egresados con perfil de innovación y alta especialización. Las actividades del nuevo centro son: creación de productos automotrices como tableros, controladores de freno anti-bloqueo, de bolsa de aire y de motores de combustión, así como sistemas de control de acceso y confort (García, 27 de febrero del 2014).

Intel³³

Intel llegó a la región en el 2000, es el segundo laboratorio más importante de validación que posee la empresa a nivel global. Para efectuar la prueba del microprocesador interno, su producto más complejo, se requiere un grupo de unas 700 a 800 personas, Guadalajara participa aproximadamente con 20 personas de ese total.

³³Entrevista con el Ing. Jesús Palomino, director de Intel Guadalajara, el 22 de mayo del 2012.

La decisión de los proyectos que ejecutará Intel Guadalajara se toma desde la matriz; primero establece el *mapout* del producto, y después elige las aportaciones que tendrá cada localidad (Guadalajara, Bangalore o Santa Clara), tomando en cuenta el historial de capacidades, especialidad, el costo, etc. Para que Guadalajara atraiga proyectos se tiene que hacer *marketing* dentro de la organización y demostrar que se tiene experiencia y talento. Los países que compiten con la filial mexicana son Malasia, India, China, Polonia, y otros países europeos y sudamericanos. Intel Guadalajara colabora en proyectos con Estados Unidos e Israel, pero también tienen algunos proyectos propios.

Las actividades del centro se centran en cuatro grandes grupos de actividades que realiza dentro de un esquema de colaboración con los otros laboratorios:

- Prueba en prototipos de producto o sub productos dentro del *product life cycle*; por ejemplo los futuros microprocesadores o *chipset* para ser llevados al mercado en los próximos tres años.
- Investigar, analizar, y proponer tecnologías para que Intel mantenga su liderazgo en los próximos 3, 5 o 10 años.
- Desarrollar procesos, herramientas y conocimiento dentro del área de tecnologías de información que se usan internamente en Intel. Por ejemplo el *data center*, o el *lan wan*, que es la base en la que los procesos internos se sustentan a través de la conexión a una computadora para ejecutar determinados procesos. Diseña sistemas automáticos en sus instalaciones.
- Inicio del desarrollo de un programa llamado: "*intellearningcities*", a partir de máquinas, procesos y contenidos, para su uso como herramientas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, a fin de utilizar las tecnologías de la información en las universidades.
- Definición de plataformas de cómputo que puedan impactar en los mercados emergentes en el aprendizaje de los niños en matemáticas, física etc., y equipos con el que el profesor puede interactuar con los alumnos.

Intel México cuenta con un personal de aproximadamente 1,000 ingenieros, de la plantilla del 2012 el 40% tenía posgrado (33% maestría y 7% doctorado), para ese año era la empresa con la mayor concentración de egresados con posgrado en Guadalajara. En ese mismo año había 130 estudiantes en estancias profesionales y más de 100 personas de otras empresas que se subcontratan para actividades de ingeniería, el laboratorio promueve activamente la formación de ingenieros de buena calidad con las universidades mediante las mencionadas estancias y otros recursos. La rotación de personal es muy baja, oscila entre 3 y 5%. La capacitación de los trabajadores dura tres meses, un año para que tomen actividades de mayor responsabilidad y para que sean líderes de 3 a 5 años.

Además de estar vinculado con las universidades, también está muy vinculado con el Gobierno en los tres niveles y ha recibido apoyos importantes; por ejemplo obtuvo un préstamo, para el proyecto denominado “área de conexión con el ecosistema orientado” que se conoce como *leadership in engineering environmental design*, el cual es una especie de incubadora para incrementar tanto el número de empleados, como de sub laboratorios. Se contempló igualmente la creación de un sub laboratorio en el que tendrían acceso las Pymes, los investigadores y las incubadoras una vez que califiquen para el acceso. La relación con los proveedores locales también se centra en la atención de picos de demanda y apoyo en la elaboración de proyectos urgentes.

En 2014, La empresa inauguró un “Centro de Diseño” en el que invirtió 3,000 millones de pesos y que albergó en el inicio a 1,000 especialistas y estudiantes, tiene una extensión de 108 mil metros cuadrados y 25 mil de construcción. Las actividades que se realizarán son: desarrollo de tecnologías en software, cómputo visible e internet de las cosas; tendrá cinco áreas de investigación: diseño de sistemas integrados y de comunicación para teléfonos inteligentes, diseño digital o algoritmos adaptativos, tecnologías del habla y tecnologías físicas, mitigación de interferencia y diseño de antenas y modelado de alta frecuencia (Sánchez, 27 de marzo de 2014). También tendrá un laboratorio para que medianas empresas que no tienen relación con el sector, puedan incluir las TI a sus actividades cotidianas. Es de los proyectos más importantes para Jalisco en los últimos años junto con el centro de desarrollo de Oracle y la nueva planta de Flextronics.

Oracle

Es una de las empresas que surgieron del Silicon Valley en California, está dedicada al desarrollo de bases de datos y a la gestión de sistemas de bases de datos; también ofrece soluciones de negocio, de industria, de aplicaciones, de experiencias con el cliente, tecnología, socios, etc.; productos como aplicaciones, nubes, bases de datos, desarrollo de software, administración empresarial, sistemas de ingeniería, sistemas operativos, almacenamiento, virtualización, etc., y consultoría y capacitación. Tiene 420 mil clientes, despliegues en 145 países y 130 mil empleados de los que destacan 37 mil ingenieros y desarrolladores(Oracle, 2016).

En el 2010 Oracle llegó a Zapopan con el “Oracle MexicoDevelopment Center”³⁴, primero y único de su tipo de América Latina, al inicio se encargaba del desarrollo de bases de datos y de herramientas como el *Oracle Enterprise Manager* y contaba con 14 trabajadores. Más de un lustro después, el MDC se encarga de otro tipo de actividades como nuevas aplicaciones con grupos de *UserExperience*, cursos de Java para uso en certificaciones mundiales, sistemas en línea para mostrar la gama de productos a miles de clientes en el mundo, nuevas áreas de desarrollo como *Big Data*, *Cloud*, *In MemoryDatabases*, y áreas de IT y cuentan con cientos de trabajadores. Los directivos explican que las razones para poder elegir a México, puesto que tenían varias opciones sobre todo en Asia, fue la abundante mano de obra capacitada, la cercanía con el Silicon Valley y la existencia del ecosistema electrónico (Oracle, 2011, 2015).

Parece que la región dio buenos resultados en el MDC, pues para 2015 se anunció la construcción de un nuevo “Centro de desarrollo” en Zapopan que tendrá una inversión de 86 mdd y generará 4,000 empleos, estará dedicado al desarrollo de tecnologías, de integración de datos, movilidad e internet de las cosas; será el tercero de su tipo en el mundo

³⁴México es uno de los tres países que desarrolla el “kernel” de *Oracle Database*, lo desarrolla en este centro.

(los otros están en India y Estados Unidos) y el primero de América Latina (Romo, 27 de septiembre de 2015).

Oracle es una empresa comprometida con la capacitación y actualización de estudiantes, al año apoya a 2.6 millones en 165 países. Se pueden capacitar mediante: cursos autodidactas, licencias para uso de software, acceso a bases de datos, foros con expertos y mediante material para compartir en redes. Se puede hacer de manera individual o vía convenios con universidades; también hay contratación de universitarios y pasantías (Oracle, 2016).

En 2012 la empresa y la UAG (Universidad Autónoma de Guadalajara) establecieron una alianza estratégica que tiene los siguientes puntos fundamentales: la UAG se convierte en la primera universidad de América Latina en utilizar el Sistema Integral de Información y tiene acceso a la tecnología de punta que puede utilizar en sus aulas y laboratorios, los alumnos tienen la oportunidad de acceder en línea a los centros de información y bases de datos de algunas universidades de prestigio en el mundo y pueden realizar prácticas profesionales en la empresa. Las soluciones que se utilizan en la alianza son: el Sistema de Información Estudiantil (*SIS Student Information System*) que tienen las universidades más prestigiosas, Administración de Recursos Empresariales (*ERP Enterprise Results Planning*) que es aplicado al área financiera de la universidad, Administración de las Relaciones con el Cliente (*CRM Customer Relationship Management*) que busca la comunicación con los estudiantes y los egresados y finalmente Inteligencia de Negocio (*Business Intelligence*) que permite generar indicadores para la mejor toma de decisiones (UAG, 2012).

CM's globales

Jabil³⁵

Jabil es una empresa estadounidense con sede en San Petersburgo, Florida, que se fundó en 1966. Tiene 90 plantas en 24 países y más de 180,000 mil empleados alrededor del mundo.

³⁵Entrevista con el Ing. César Castro Rodríguez, Director de logística y relaciones de gobierno división México, y su equipo, el 23 de mayo de 2012.

Es una compañía global que se dedica a los servicios de manufactura y ensamble y es la tercera empresa manufacturera por contrato más grande del mundo. Una de las ventajas que ofrece es que tiene la capacidad de cambiar rápidamente sus líneas de ensamble para hacer frente al rápido cambio tecnológico (Jabil, 2014).

Los rubros a los que se dedica son los siguientes: industria automotriz, bienes de capital, almacenamiento y computación, hogar digital, industria y energía, redes y telecomunicaciones, puntos de venta e impresión. Tiene dos compañías adicionales encargadas de actividades distintas, Green Point y Nypro. La primera se encarga de dos rubros: industria del cuidado de la salud³⁶ y empaque, y la segunda se dedica a: estilos de vida del consumidor y tecnología usable, defensa y aeroespacial, crecimiento emergente y movilidad.

Jabil está en tres estados de México y tiene seis plantas: Chihuahua, Chihuahua (Nypro), Juárez, Tijuana, Guadalajara y Guadalajara (Nypro), con estas seis plantas tiene un 25% de los trabajadores de Jabil del mundo. Llegó a México en 1997 a la ciudad de Guadalajara, al día de hoy esta planta se encarga del área de industria y energía y ensambla productos de medición y administración de energía.

En las plantas de Guadalajara, los turnos de trabajo son de 24 horas los 365 días del año y cuenta con 39,000 metros cuadrados de espacio de producción. Las habilidades de producción de la región son: fabricación de cubiertas, fabricación a la orden/configuración a la orden³⁷, cuarto limpio, toque capacitivo discreto, análisis de fallas, grabado por láser, comunicaciones entre máquinas, maquinado, lanzamiento de nuevos productos (NPI), electrónica para el control y la conversión de energía eléctrica, tecnología de radiofrecuencia, pruebas, diseño para la excelencia (DFX), soluciones avanzadas, automatización, control numérico, alta mezcla y bajo volumen, mecanizado y medios ópticos (Jabil, 2014).

³⁶Incluye diagnósticos, aparatos médicos y fármacos.

³⁷Se refiere al ensamble, prueba y embarque de la producción de los clientes de Jabil al cliente final. Hay clientes que no ven su producción porque es embarcada directamente al destino final.

En cuanto a sus trabajadores, en 2012 contaban con 8,171 trabajadores de los cuales 71% son directos (operarios) y 29% indirectos (técnicos de diagnósticos, planeadores, del área de finanzas, recursos humanos, ingenieros, etc.) Los ingenieros relacionados con las tecnologías de la información son entre 450 a 500 y la mayoría están en la producción pero también hay en compras y planeación. El promedio de estudios de los operadores es secundaria y la capacitación para que empiecen a operar es de una semana, hay cinco niveles de operadores. Hay menos subcontratación que en otras empresas, sólo se recurre a ella en picos de demanda.

El corporativo global y el cliente son los que deciden las líneas de producción, proveedores y actividades, por lo tanto, la planta en México no tiene la posibilidad de contratar proveedores locales o moldear las líneas de producción, pese a la intención de los directivos que incluso consideran que en la localidad se pueden atraer proyectos no sólo de mayor valor agregado, sino de diseño y creen en la posibilidad de desarrollar proveedores locales con las exigencias de calidad y cantidad. Esto implica que la vinculación con la región se limite a la contratación de personal calificado. Según la entrevista con el personal de Jabil, el porcentaje de contenido nacional en la producción total es de 2% o menos y sólo son productos básicos como plásticos, metalmecánicos, cables, arneses, empaquetados, etc.

Señalan los directivos que entre las razones por las cuales se instaló Jabil en Guadalajara son: experiencia en la industria debido a la llegada de empresas de la electrónica desde los 1960, mano de obra calificada, existencia de muchas universidades y carreras afines a la industria electrónica, rotación mucho menor que en la zona norte del país (2% en comparación con 50-60% en el norte) y nivel de automatización. En cuanto a los costos de la mano de obra, señalan que en México es más barata que en Europa, Estados Unidos y otras partes de América pero ocho veces más cara que en China.

La competencia de China no sólo es debido al costo de su mano de obra, también se debe a la gran oferta de insumos que allá se producen, y tiene actividades de diseño de Jabil. Sin embargo recientemente los salarios en China se han encarecido y hay un riesgo inminente de piratería en el diseño, lo que podría darle oportunidad a México para atraer

actividades de diseño y no sólo de prueba, además uno de los ejes de competitividad de Jabil como empresa es la posibilidad de hacer cambios rápidos en la línea de producción, lo que limita a China por la distancia. Ciertas líneas de ensamble y otras actividades se trasladaron a China después de su entrada a la OMC, pero después de ello y de la crisis de las TIC's, Jabil Guadalajara ha apostado por actividades que implican mayor tecnología, según los directivos, han pasado de actividades de “alto volumen baja mezcla” a actividades de “bajo volumen alta mezcla”.

En marzo de 2015 Jabil abrió una nueva planta en el “Parque Industrial Guadalajara Technology Park” en la ciudad de Zapopan; tuvo una inversión de 10 mdd y empleará a 600 personas, preveen que la nueva planta implique un crecimiento del 10% para la empresa en Jalisco. Además se están buscando alianzas con las universidades para ampliar la cantidad de personal calificado de la región y se busca implementar un programa en donde los egresados tengan características específicas requeridas por Jabil (Milenio, 25 de marzo de 2015).

Flextronics³⁸

Flextronics es una empresa manufacturera por contrato de origen estadounidense pero con sede en Singapur. Ofrece servicios de soluciones para la industria electrónica, desde la manufactura hasta el *full packagey* el diseño; es la segunda empresa de este tipo más importante en el mundo, cuenta con 200 mil empleados y 100 plantas en 30 países.³⁹ Desde 2015 se hace llamar solo “Flex”, este cambio refleja que ha incursionado en actividades distintas a la manufactura por contrato como el *concepting, prototyping*, introducción de nuevos productos, protección de propiedad intelectual, certificación, expansión de mercado, soluciones inteligentes de negocio, etc.; las industrias que ahora cubre con sus soluciones

³⁸Entrevista con Guillermo del Río, Desarrollo de negocios, relaciones públicas y gubernamentales, y su equipo el 24 de mayo del 2012.

³⁹En teléfonos móviles y equipo médico es la empresa número uno. Es la séptima en laptop y desktop y por eso no lo producen mucho.

tecnológicas son médica, energética, agricultura, textil, de transporte, aeroespacial y defensa, comunicaciones, etc. (Flextronics, 2016).

Llegó a la región central de Jalisco en 1997 con un solo edificio⁴⁰ en donde se hacían tarjetas para Compaq, tarjetas madres y todos los celulares de Erikson. Según el equipo entrevistado, la empresa se instaló aquí por el menor costo frente a Estados Unidos, la abundancia de mano de obra calificada, la previa existencia de empresas “ancla”, la experiencia de la región en el sector, la disposición del Gobierno local para dar incentivos, además de la buena cultura de los Jaliscienses, ya que dicen que son mucho más comprometidos que en otras partes del país y hay una rotación muy baja (para el 2012 fue de apenas .54%). En ese mismo año, sus actividades eran el ensamble, la utilización y desarrollo de software, soporte al corporativo, desarrollo de aplicaciones y pruebas; en este año tenía el primer puesto en empleos (cerca de 17,000), extensión y exportaciones, le seguía Sanmina. Del total de trabajadores, en el piso de producción trabajan alrededor de 1,100 ingenieros, además también hay en las áreas de venta, capacitación y relaciones entre Gobierno y la empresa; la relación entre trabajadores directos e indirectos es de 3.5 a 1, de los indirectos el 60% son ingenieros del área de las tecnologías de la información y de otras áreas, comentan que incluso hay ingenieros químicos.

Flextronics en México tiene presencia en cinco estados con nueve plantas, cuatro plantas en Guadalajara, Jalisco; una en Aguascalientes; dos en Ciudad Juárez, Chihuahua; y dos en Tijuana, Baja California. En Guadalajara tiene además de las plantas de ensamble, un laboratorio de diseño⁴¹, un departamento de ingeniería y un departamento de servicios globales, sólo en esta ciudad tiene éstas áreas, en el resto del país sólo son plantas de ensamble.

Tanto la crisis del 2001 como la del 2008 fueron difíciles para la empresa, sin embargo en ambas se adaptaron al cambio. Antes de la crisis de las TIC's en el 2001, todo lo que se

⁴⁰Actualmente tiene más de 30 edificios en un solo campus.

⁴¹Este laboratorio hace pruebas, análisis de fallas y confiabilidad.

hacía en las plantas era “alto volumen bajo valor”, después de ello se reestructuraron a “medio volumen medio valor” y “bajo volumen y alto valor”; por ejemplo, después de la crisis comenzaron a reparar dispositivos electrónicos que eran manufacturados en otras partes del mundo tales como consolas de juego Xbox, celulares, impresoras y productos de telecomunicaciones, y comenzaron a hacer diseño de software y pruebas.

En el 2015 se colocó la primera piedra de un nuevo edificio en la planta de Zapopan, será el edificio número 24 de la planta norte, se estima una inversión de 34 mdd y creación de 5,000 empleos para el 2018. Para el 2016 generará los primeros 1,000 empleos. Será distinto a los anteriores edificios porque es su interior construirán una planta generadora de energía que funcionará con gas natural e intercambio térmico y abastecerá a toda la planta. Para 2016 la planta sur de Tlajomulco dará un giro hacía los *wearables* pues acordó con la empresa *Nike* fabricar tenis con tecnología de punta y soluciones personalizadas, este acuerdo coincide con el cambio de estrategia global de Flextronics que, entre otras cosas, implica diversificar su producción (Romo, 02 de junio del 2015).

4.5.2 Los agentes no empresariales

Refiriéndonos a las instituciones no empresariales, los agentes pertenecientes al ecosistema de Guadalajara son: las universidades, el gobierno municipal, estatal y nacional, instituciones públicas como el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Jalisco (COECYTJAL) y las instituciones privadas como la Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y de Tecnologías de la Información (CANIETI), Cadena Productiva de la Electrónica A.C. (CADELEC), Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información (IJALTI), Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología en la Pequeña y Mediana Empresa (FUNTEC) etc. (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5 Organizaciones no empresariales del ecosistema electrónico de Guadalajara y su zona metropolitana		
Instituciones educativas	<p>ITESO (Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente)</p> <p>UAG (Universidad Autónoma de Guadalajara)</p> <p>UDG (Universidad de Guadalajara)</p> <p>Tec de Monterrey</p> <p>Universidad Marista</p> <p>UVM (Universidad del Valle de México)</p> <p>Universidad Panamericana</p> <p>UNIVA (Universidad del Valle de Atemajac)</p> <p>ÚNICO (Formación de emprendedores)</p> <p>Universidad Cuauhtémoc</p> <p>Universidad Unisite</p> <p>UAD (Universidad de Artes Digitales)</p> <p>ITS (Instituto Tecnológico Superior de Zapopan)</p> <p>Universidad Humanitas</p> <p>Universidad Tecmilenio</p> <p>UTZMG (Universidad Tecnológica de la Zona Metropolitana de Guadalajara)</p>	<p>CINVESTAV Jalisco</p> <p>UNITEC (Universidad Tecnológica de México)</p> <p>Universidad Univer</p> <p>ITTJ (Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jalisco)</p> <p>UTJ (Universidad Tecnológica de Jalisco)</p> <p>Universidad Lamar</p> <p>C.U. AZTECA (Centro Universitario Azteca)</p> <p>CECYTEJ (Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Jalisco)</p> <p>CETI (Centro de Enseñanza Técnica Industrial)</p> <p>CONALEP (Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica)</p>
Organizaciones	<p>CANIETI (Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información.)</p> <p>Gobierno de Jalisco</p> <p>COECYTJAL (Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología)</p> <p>CADELEC (Cadena Productiva de la Electrónica)</p> <p>IJALTI (Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información)</p> <p>Secretaría de Economía</p> <p>CCIJ (Consejo de Cámaras Industriales de Jalisco)</p> <p>Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología en la Pequeña y Mediana Empresa (FUNTEC)</p> <p>NIMMEC</p>	<p>CONACYT</p> <p>AMITI</p> <p>IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)</p> <p>ANADIC (Asociación Nacional de Distribuidores de Tecnología Informática y Telecomunicaciones)</p> <p>Secretaría de Promoción Económica del Gobierno de Jalisco.</p> <p>Centro de Integración Industria y Academia A.C.</p> <p>NYCE (Normalización y certificación electrónica A.C.)</p> <p>American Chamber México</p> <p>AIMO A.C.</p>
Fuente: CANIETI (2012)		

Se ha fomentado la vinculación entre todos los agentes antes mencionados, sobre todo entre las empresas y los diferentes niveles de gobierno. El gobierno local ha promovido activamente el ecosistema, en mayo del 2015 el gobernador de Jalisco Aristóteles Sandoval hizo una gira por el Silicon Valley para promover la ampliación de las actividades de las empresas y la atracción de nuevas; de dicha gira se obtuvieron acuerdos de ampliación con Intel, HP, Flextronics, Jabil y Sanmina, la empresa Cisco analizará una posible ampliación y se invitaron a nuevas empresas como Apple; se preveé que la IED resultado sea de 153 mdd (Romo, op.cit.).

Al referirnos a los empresas líderes, se abordó la vinculación con las universidades; esa relación ha mejorado en función del interés de las empresas que realizan actividades de diseño por contratar ingenieros con el perfil que requieren sus operaciones. Se subrayaba que esa relación tiene sus dificultades porque al principio los egresados en general estaban debajo del estándar fijado por las empresas; la respuesta consistió en ofrecer cursos de entrenamiento y hacer propuestas para reorientar algunos elementos de la currícula académica, imparten conferencias para captar el interés de los mejores alumnos.⁴² Según lo que se pudo constatar en las entrevistas a las partes involucradas los resultados fueron desiguales.

Para juzgar la dinámica de las relaciones de vinculación es necesario no perder de vista que hay un importante intervencionismo de tipo mixto: privado y gubernamental. Los directivos de las empresas regularmente presiden y laboran en las cámaras del sector como la CANIETI y la CADELEC; por ejemplo el Ing. César Castro, el actual presidente de la Canieti, es directivo de Jabil⁴³, el Ing. Jesús Palomino también fue presidente de la cámara; dichos personajes reconocen la importancia de la región en materia de industria electrónica y tecnologías de la información y creen en el fuerte potencial de crecimiento que tiene siempre

⁴²Entrevista con el Ing. Francisco Medina del COECYTJAL, el 15 de mayo del 2012.

⁴³Cuando concedió la entrevista, no participaba en la CANIETI, era parte de un comité que continuamente se presentaba en la Ciudad de México para gestionar los recursos y ayuda de los programas federales relacionados con el sector de las tecnologías de la información.

y cuando tenga los incentivos adecuados. En la medida de lo anterior, captan directamente las necesidades de sus afiliados y procuran brindar respuestas efectivas. Las dificultades para lograr que se solucionen los problemas, como por ejemplo, los déficits de ingenieros, provienen de restricciones estructurales e institucionales que se han amoldado por décadas.

Además está la cuestión de los objetivos que son viables a nivel nacional y los intereses de las empresas globales. Como lo demuestra la casi absoluta preponderancia de la subcontratación intra-firma, el margen de maniobra para construir una relación diferente que abra espacio a las empresas nacionales es sumamente limitado. Al crear un clima favorable para que se establezcan las empresas extranjeras, se espera que generen empleo y divisas; más allá de eso se requerirían recursos y capacidades que son casi inexistentes. En ese contexto los promotores de la vinculación en CANIETI y CADELEC identifican las situaciones y problemas propios de esa relación y actúan haciendo uso de los recursos habituales.

La dinámica de Guadalajara y su zona metropolitana pareció en un momento ofrecer perspectivas muy amplias que en lo inmediato rebasaban los planes y proyectos de los gobiernos locales y federales; a la larga, sin embargo, se verificó una especie de acoplamiento y se avanzó en lo que se llamó el camino viable, que consiste en la combinación de la vieja industria maquiladora de exportación con un sector embrionario de módulos de diseño, también intrafirma, como se explicó. Es necesario subrayar que México tiene una débil cohesión institucional en el sentido que explican Rivera y Almaraz (op.cit.) que limita la capacidad de absorción empresarial y social requerida para generar aprendizaje tecnológico; la débil cohesión se puede considerar el factor de fondo explica la debilidad general de las actividades de innovación.

Los personajes entrevistados coincidieron en la necesidad de un plan de largo plazo que apoye a la industria de manera permanente, pero la pregunta es si los elementos laborales, empresariales y educativos existentes han adquirido la madurez suficiente para aspirar a metas ambiciosas. Obviamente se debe empezar por algún punto y en ese proceso el activismo colectivo es un ingrediente indispensable

Por estas y otras razones como los antecedentes de la industrialización desarticulada de la etapa de la sustitución de las importaciones, las empresas locales no han logrado consolidar encadenamientos con empresas líderes y con empresas de manufactura por contrato; sufren de la falta de capacidades técnicas para proveer en calidad y cantidad lo que demandan las empresas globales. Los proveedores nacionales y regionales que se han vinculado con las empresas líderes, lo han hecho en sectores bajos de la cadena.

La dinámica de la región además de rebasar los planes y programas, se ve frenada por atrasos legales, por ejemplo, en el sector salud no se puede hacer consulta remota porque no es legal; el paciente debe estar físicamente lo que limita a empresas como Medisist⁴⁴, la cual está avanzando en investigación de consulta remota, otro ejemplo de ello es que las empresas de software tardan cinco años en patentar sus creaciones, para cuando lo logran ya está obsoleta la tecnología, por lo que prefieren no intentar tramitar patentes.

De esta manera, Guadalajara y su zona metropolitana está delimitada por la característica principal de la industria manufacturera de exportación: subcontratación intrafirma dedicada al ensamble, pero no debe dejarse de lado la importancia del avance en sus actividades incluso cuando son modestas y alternas al sector electrónico. A pesar de la falta de plan a largo plazo y de la débil cohesión institucional, ha logrado atraer empresas con actividades de mayor contenido tecnológico por la activa participación de los agentes que integran el ecosistema que lo hace único en su tipo en comparación con el resto del país.

⁴⁴Información obtenida de la entrevista con Amado Espinoza, director y propietario de Medisist, el 24 de septiembre del 2012.

Conclusiones

La industria electrónica es clave para el análisis de la división global del trabajo puesto que en ella yace el núcleo de la innovación que dio pie a la revolución informática que facilitó la segmentación de la producción por lo que es el eje del nuevo paradigma tecnoeconómico; el cambio acelerado y la rápida difusión se debe a su corto ciclo de vida en donde las ganancias extraordinarias son muy grandes al inicio, pero conforme aumenta la competencia casi llegan a nulificarse. La emergencia de la industria electrónica como macro-sector líder desde la década de los 1980 ha tenido repercusiones sobre cada ámbito de la economía y cada vez se conecta con más industrias, la implementación de las tecnologías de la información, derivadas de la industria, a un buen número de actividades ha generado aumento de la productividad y simplificación de procesos de todo tipo.

El transistor es la célula básica del cambio tecnológico y su posterior avance a circuito integrado y microprocesador después, son la base de la tecnología genérica: la computadora personal que junto con la digitación y las redes dio paso a un cambio profundo en la producción a escala global.

Dichas características dieron pie a la segmentación de la producción, que contrastó con el modelo fordista de producción que ya presentaba baja rentabilidad. Dicha segmentación propició una nueva división global del trabajo, en la cual los países desarrollados son los que generan conocimiento, innovación y desarrollo; pues en ellos se encuentran las bases para que se formen las capacidades de las empresas líderes. Después de ellos se encuentran los países tardíos tipo A, es decir Asia, que lograron aprendizaje tecnológico y avance en las actividades, después de ellos se encuentran los tardíos tipo B, América Latina, cuyo aprendizaje ha sido escaso y están confinados a actividades de ensamble y subensamble; y por último se encuentra el continente africano que se encarga de la proveeduría de materias primas, la forma más desfavorable de inserción. Los países europeos llamados en transición se encargan de ensamble, tienen salarios más elevados comparados con las plataformas exportadoras asiáticas, pero tienen la ventaja de la cercanía con Europa y la pertenencia al bloque de la UE.

En cuanto a la obtención de rentas, las actividades se distribuyen como sigue: las actividades relacionadas con el conocimiento, la investigación, desarrollo, mercadeo y servicios post-venta son las que tienen las mayores rentas, después le siguen las actividades de manufactura y con rentas casi nulas siguen las actividades de ensamble, subensamble y proveeduría de materias primas.

La contrastación de Asia con América Latina se ha vuelto necesaria en los estudios recientes porque ambas regiones son de desarrollo tardío, es decir, no fueron protagonistas de procesos innovativos importantes como Estados Unidos e Inglaterra, y obtienen tecnología comprada o prestada; y después de la segunda guerra mundial tenían parecidos niveles de desarrollo. La pregunta que surge es el porqué de su evidente distancia actual en cuanto a su posición en las redes globales de producción.

Asia ha tenido un importante aprendizaje tecnológico debido a políticas exitosas de industrialización, además de ser apoyada por Estados Unidos para evitar la expansión del comunismo; dichos planes llevaron a un aumento de la capacidad de absorción, fortalecimiento del núcleo endógeno, endogeneidad territorial y aprendizaje social. Mientras que la experiencia de América Latina ha sido adversa a la innovación y el resultado de su inserción ha sido el confinamiento a actividades de menor valor agregado y pocos o nulos beneficios para la población. Las ganadoras han resultado las élites que se han consolidado. Sin embargo, tiene escasas pero importantes regiones que empiezan a ascender en la cadena no por la vía tradicional y de forma modesta, pero dignas de reconocimiento.

Para México la industria electrónica es un sector estratégico pilar de la IME, lo que se hace evidente en los indicadores macroeconómicos como la producción, el empleo, exportaciones e IED. A pesar de que la maquila de electrónicos para exportación ha pasado del primer sitio al segundo en importancia (la ha rebasado la industria automotriz), sigue siendo una actividad de gran incidencia en la economía en su conjunto. Sin embargo en la medida que el ensamble de electrónicos para exportación se efectúa casi enteramente bajo la modalidad intrafirma de subcontratación, los beneficios caen en la categoría de “muy básicos”. Los trabajadores de la región obtienen empleos con salarios levemente por encima

del nivel de subsistencia. Sólo un porcentaje reducido, del 5-10% califica como de alto grado de calificación y obtiene beneficios mayores, pero aporta, por decirlo así más de lo que recibe.

El ecosistema en la región central de Jalisco atrajo a grandes corporaciones internacionales, que eligieron la zona principalmente por factores como la cercanía con Estados Unidos, la existencia de infraestructura y la abundante mano de obra calificada. Al principio por lo que se refiere al *hardware* se vincularon con empresas locales para la proveeduría de insumos de bajo contenido tecnológico como cables, arneses, etc. Sin embargo, el *upgrading* no se produjo y ante las restricciones generadas por la mayor competencia externa los anteriores proveedores locales tendieron a desaparecer. Desde entonces la vinculación con empresas locales ha sido muy escasa e incluso nula. Las actividades de software constituyen la otra vertiente y reflejan una localidad más avanzada y dinámica.

Después de la entrada de china a la OMC, la industria electrónica de la región tuvo que reestructurarse para poder hacer frente a los desafíos que implicaba la competencia y sortear de alguna manera los efectos de la crisis de las TIC's del 2001. Dicha reestructuración fue en dos sentidos, las ensambladoras cambiaron su producción de "alto volumen, bajo valor" a "medio volumen, medio valor" y "bajo volumen, alto valor", lo que implica actividades de mayor valor agregado; el segundo sentido se refiere a la llegada de empresas extranjeras primordialmente dedicadas a actividades distintas del ensamble y subensamble tales como validación, prueba, soluciones inteligentes, etc., además de la aparición de empresas locales dedicadas principalmente a los servicios de software, por ejemplo, Masfusión y Medisist, las cuales han tenido un desempeño muy favorable. Un mayor rol para las empresas locales de servicios de software, pero sobre todo una relación significativa con las contrapartes extranjeras aún dista mucho. Ciertamente hay mayor interés cuando se presentan picos de demanda y las filiales no disponen de capacidad excedente. Esa relación lamentablemente sólo es por cortos periodos.

Guadalajara y su zona metropolitana, así como México en conjunto, no ha tenido los beneficios de la denominada vía tradicional propuesta por Gary Gereffi, es decir, creación de empresas y aumento del contenido agregado nacional vía escalamiento o *upgrading*, sino que se ha visto beneficiada por lo que Dabat (2005) llama vía alternativa de aprendizaje tecnológico que implica la inserción de empresas locales en escaños medios, principalmente de software (ver también Rivera et al, 2014). La razón de la ausencia del *upgrading* tiene relación con la poca capacidad de absorción de tecnología por parte de los agentes nacionales, como mencionan Rivera y Almaraz (2013) esto se debe a la falta de cohesión institucional; para que el país pueda aprovechar las ventajas de la inserción se necesitaría una reorganización institucional a escala nacional, regional y local.

Hay otras dos formas en que la aglomeración de Guadalajara ha obtenido beneficios de la inserción. La primera de ellas se conecta con el aumento en la capacitación y preparación de los trabajadores calificados o del conocimiento en la proveduría de servicios de software. Cada vez se cuenta con más profesionistas de la rama de tecnologías de la información que trabajan en las grandes empresas o fundan nuevas. El sub sector de los servicios básicos de software ha crecido y hay empresas de alto nivel, pero en cuanto a la formación masiva de cuadros profesionales la calidad aún es baja. Además de dicho aumento, el crecimiento del ecosistema ha tenido como consecuencia un incremento en la demanda de personal calificado que está por encima de la oferta y ha provocado escasez de profesionistas dentro de la región; por lo que las empresas han tenido que buscar y atraer de otras entidades.

Una de las barreras para que los profesionistas se inserten de manera exitosa en la oferta laboral es el idioma inglés, al ser una zona dedicada a la alta tecnología el manejo de dicho idioma es imprescindible.

Un rasgo característico local se refiere a la formación de una clase empresarial organizada que tiene una estrecha relación entre los miembros y está fuertemente vinculada con los otros agentes del ecosistema. Son los protagonistas de la promoción de la región en el ámbito internacional y nacional, gestionan los apoyos y recursos provenientes del

gobierno federal, fomentan la creación de planes y programas a la medida con las universidades e impulsan la capacitación directa en las empresas de los estudiantes. Como muchos de ellos son directivos de las filiales, trabajan para atraer proyectos en competencia con otras partes del mundo. De esta manera, la vinculación entre los diferentes agentes del ecosistema es clave para explicar el éxito de la industria en la región.

En resumen se puede concluir que en Guadalajara y su zona metropolitana, a pesar de compartir las características generales de la IME, se ha conformado un emergente ecosistema con actividades que implican mayor conocimiento, conformando una experiencia única en su tipo en el país. Los beneficios derivados de su re-inserción en actividades de mayor valor agregado implican aumento modesto en las capacidades locales y una derrama económica que beneficia a la localidad. Cabe destacar la creación de empresas locales que aunque no están conectadas a las grandes filiales internacionales, son un importante núcleo de actividades que implican mayores incentivos al uso del conocimiento; se insiste en que estas empresas están a un nivel inicial y que les hace falta madurar. Una reorganización institucional que genere un plan orquestado desde el gobierno impulsando el activismo colectivo podría servir para aprovechar las ventajas que podría ofrecer la inserción internacional.

Bibliografía

- AEI (21 de Agosto de 2007). American Enterprise Institute. Obtenido de <http://www.aei.org/publication/computer-prices-and-speed-1970-to-2007/print/>
- Amsden, A. (1989). *Asia's next giant. South Korea and late industrialization*. Nueva York: Oxford University Press.
- Baldwin, R. (2016). *The Great Convergence. Information Technology and the New Globalization*. Cambridge: Harvard University Press.
- Bair, J., y Gereffi, G. (2001). *Local Clusters in Global Chains: The Causes and Consequences of Export Dynamism in Torreon's Blue Jeans Industry*. *World Development*, 1885-1903.

- Brown, G. (2009). Global Electronics Industry: Poster Child of 21st Century Sweatshops and Despoiler of the Environment? Recuperado el 09 de Agosto de 2009, de EHSToday: www.ehstoday.com
- CANIETI. (2012). Ecosistema de Alta Tecnología. Recuperado el 2012, de Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y de Tecnologías de la Información: www.canieti.org
- CANIETI. (2014). Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información. Obtenido de www.canieti.org
- Carlsson, B. (09 de Abril de 2004). The Digital Economy: what is new and what is not? Recuperado el 11 de Junio de 2012, de Science Direct: www.sciencedirect.com
- Carrillo, J. (2000). Las maquiladoras de exportación en México: evolucion industrial, aglomeraciones y seguridad e higiene. Recuperado el 09 de Junio de 2016, de El Colegio de la Frontera Norte.: <http://www.colef.mx/jorgecarrillo/wp-content/uploads/2012/04/PU230.pdf>
- Cassidy, J. (2002). Dot.con The greatest story ever sold. New York: HarperCollins Publishers, Inc.
- Castells, M. (1996). The Rise of the Network Society. The Information Age: Economy, Society and Culture.
- CIES. (2014). Centro de Información Económica y Social. Obtenido de <http://www.chihuahua.com.mx/Transparencia/cies.html>
- Coelho, A. (2007). Eficiencia colectiva y upgrading en el clúster del tequila. Análisis Económico, XXII (49), 169-194.
- Cohen, W., y Levinthal, D. (1989). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. Administrative Science Quarterly , 35:128-152.
- Comer, D. (2005). Diseño de circuitos electrónicos. Distrito Federal: Limusa.
- Carrillo, J., & Contreras, O. (2004). Corporaciones transnacionales y redes de abastecimiento local en la industria del televisor del Norte de México. En Enrique Dussel y José Luis Lara, Condiciones y retos de la electrónica en México (págs. 277-302). México D.F. : NYCE.
- Conceição, P. e. (2014). Are global value chains good news for Africa's industrialization? . Great Insights, 5(3).

- Corrales, S. (2007). Importancia del clúster en el desarrollo regional actual. *Frontera Norte*, 19 (037), 173-221.
- Dabat, A. (2004). Globalización, economía del conocimiento y nueva industria electrónica de exportación en México. *Revista Latinoamericana de Economía Problemas del desarrollo*, 35 (137).
- Dabat, A. (2007). El nuevo capitalismo basado en el conocimiento. En M. Rivera, & A. Dabat, *Cambio histórico mundial, conocimiento y desarrollo* (págs. 127-142). México: Casa Juan Pablos.
- Dabat, A., y Ordóñez, S. (2009). Revolución informática, nuevo ciclo industrial e industria electrónica en México. México: Casa Juan Pablos.
- Dabat, A., y Rivera, M. (2004). Nuevo ciclo industrial mundial e inserción de PED. En A. Dabat, M. Rivera, & J. Wilkie, *Globalización y cambio tecnológico* (págs. 75-131). México: Juan Pablos Editor.
- Dabat, A., Rivera, M.A., y E. Suárez, E. (2004). Globalización, revolución informática y países en desarrollo. En A. Dabat, M. Rivera, & J. Wilkie, *Globalización y cambio tecnológico. México en el nuevo ciclo industrial mundial*. México: UNAM.
- Dabat, A., Ordóñez, S., y Rivera, M. (2005). La reestructuración del clúster electrónico de Guadalajara (México) y el nuevo aprendizaje tecnológico. *Revista Problemas del desarrollo*, 143 (36), 89-110.
- Dabat, A., Ordóñez, S., y Suárez, E. (2006). La industria electrónico eléctrica mundial. Una aproximación estadística. en prensa en el IIEC-UNAM.
- Dabat, A., Rivera, M., y Sztulwark, S. (2007). Rentas económicas en el marco de la globalización: desarrollo y aprendizaje. *Revista Problemas del Desarrollo*, 38 (151).
- Dicken, P. (1998). *Global Shift: Transforming the World Economy*. New York: Guilford Press.
- Dicken, P. (2000). Places and flows: situating international investment. En G. L. Clark, M. P. Feldman, & M. S. Gertler, *The Oxford Handbook of Economic Geography*. Oxford: Oxford University Press.
- Dicken, P. (2015). *Global shift. Mapping the changing contours of the world economy*. Manchester, UK: Sage Publishing.

- Dussel, E. (1999). La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa. Red de Reconstrucción y Competitividad.
- Dussel, E. (2003). La industria electrónica en México y en Jalisco. (1990-2002). En E. Dussel, J. Palacios, & G. Woo, La Industria electrónica en Mexico, problemática, perspectivas y propuestas. México: Universidad de Guadalajara.
- Dussel, E. (2004). Condiciones de la electrónica en México. En E. Dussel, & J. J. Palacios, Condiciones y retos de la industria electrónica en México. México.: Normalización y certificación electrónica A.C.
- Ernst, D. (1997). From partial to sistemyc globalization: International production networks in the electronics industry.
- Ernst, D. (2003). Redes globales de producción, difusión de conocimiento y formación de capacidades locales. Un marco conceptual. En E. Dussel, J. Palacios, & G. Woo, La Industria electrónica en México. México: Universidad de Guadalajara.
- Ernst, D. (2004). ¿Qué tan sustentables son los beneficios derivados de las redes globales de producción? Perspectivas de escalamiento de la industria electrónica de Malasia. En E. Dussel, & J. Palacios, Condiciones y retos de la industria electrónica en México. México: Normalización y certificación electrónica A.C.
- Ernst, D. (2010). Innovación offshoring en Asia: Causas de fondo de su ascenso e implicaciones de política. Redes globales de producción, rentas económicas y estrategias de desarrollo : la situación de América Latina.
- Ernst, D. (2016). Production and Innovation Networks, Global.Obtenido de <https://ssrn.com/abstract=2742886> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2742886>
- Escuela de Organización Industrial. (2014). Tendencias en las tecnologías móviles informe de vigilancia tecnológica y sus aplicaciones. Obtenido de https://www.b2match.eu/system/murciatic2014/files/01_Informe_tendencias_en_las_tecnolog%C3%ADas_m%C3%B3viles.pdf?1409128108
- Flextronics. (2016). Flex LTD. Recuperado el 2016, de www.flextronics.com
- Flextronics. (01 de abril de 2016). Flextronics. Recuperado el 01 de 04 de 2016, de www.flextronics.com
- Fajnzylber, F. (1983). La industrialización trunca de América Latina.México, D.F.: Nueva Imagen.

- Forbes. (2015). The World's Largest Companies 2015. Recuperado el 27 de Noviembre de 2015, de Forbes: www.forbes.com/global2000/list/
- FUMEC. (2013). Fundación México-Estados Unidos para la ciencia. Recuperado el 2013, de www.fumec.org.mx
- Gambrill, M. (2006). IMMEX: convergencia de la maquiladora y la industria manufacturera de exportación. *Comercio exterior*, 4 (58): 315-321.
- García, G. (27 de Febrero de 2014). Continental inaugura su nuevo Centro de Investigación. Recuperado el 14 de Octubre de 2014, de Informador Mx: <http://www.informador.com.mx/economia/2014/515386/6/continental-inaugura-su-nuevo-centro-de-investigacion.htm>
- Gartner. (2016). Gartner research and advisory company. Obtenido de www.gartner.com
- Gereffi, G. (1999). International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain. *Journal of International Economics*, (48) 37-70.
- Gereffi, G. (1999). The Organization of Buyer-driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks. En G. Gereffi, & K. M., *Commodity Chains and Global Capitalism* (págs. 95–122). Westport, CT.
- Gereffi, G. (2001). Globalization, Value Chains and Development. *IDS Bulletin*, (3)(32).
- González, A. (09 de Abril de 2012). Hay 38 clusters mexicanos. Obtenido de Reforma: <http://www.reforma.com/parseo/printpage.asp?pagetoprint=../edicionimpresa/notas/20120409/interfase/1368086.htm&eimp=1>
- González, J. (02 de Junio de 2012). Industria electrónica. Creado en México: el chip que nos falta. Obtenido de Iteso: http://www.magis.iteso.mx/anteriores/001/001_distincta_mapaind.htm
- Gordon, R. (2016) *The rise and fall of American growth: The U.S. standard of living since the Civil War*. New Jersey: Princeton University Press.
- Guerra, A. (2002). Globalización. Ordenar el debate y asignarle un imperativo ético. *Revista Nueva Sociedad*, (178) 39-57.
- Gutiérrez, L. (12 de Enero de 2013). La industria electrónica, el sector que más exporta: Néstor García. Obtenido de Axópolis: <http://www.axopolis.com/organismos-ip/6445-la-industria-electronica-el-sector-que-mas-exporta-nestor-garcia.html>

- Ham, L. (2006). La importancia de la industria electrónica en Jalisco. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.
- Harrison, B. (1994). Lean and mean: The changing landscape of corporate power in the age of flexibility. New York: Basic Books.
- Held, D. (1999). Global Transformation. Politics, Economics and Culture.
- Henderson, J., y Appelbaum, R. (1992). Situating the state in the East Asian development process. En J. Henderson, & R. Appelbaum, State and development in the Asian Pacific Rim. Londres: Sage Publications.
- Hernández. (s/f).
- Hikino, T., A. Amsden, A., y Wolson, L. (1995). La industrialización tardía en perspectiva histórica. Desarrollo económico, 137 (35): 3-34.
- Hobday, M. (1995). East Asian latecomer firms: Learning the technology of electronics. World Development, 7(23):1171-1193.
- Hoff, K., y Stiglitz, J. (2004). La teoría económica moderna y el desarrollo. En G. Meier, & J. y Stiglitz, Fronteras de la economía del desarrollo. El futuro en perspectiva histórica. México: Banco Mundial/Alfaomega.
- ILO. (2015). International labour Organization . Obtenido de www.ilo.org
- IIEG. (2016). Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco . Obtenido de www.iieg.gob.mx
- IJALTI. (2015). Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información. Obtenido de www.ijalti.org.mx
- IMSS. (2014). Instituto Mexicano del Seguro Social.
- INEGI. (2016). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido de www.inegi.org.mx
- JABIL. (2014). Jabil Circuit . Obtenido de www.jabil.com
- Jaén, B. (2003). El Clúster de la Electrónica de Exportación en Jalisco, mimeo. Documento de Trabajo. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.
- Jaén, B. (2005). El clúster de la electrónica de la región metropolitana de Guadalajara: un análisis comparativo. Carta económica regional, 91 (17): 39-49.

- Kaplinsky, R. (2000). Globalization and Unequalisation: What Can be Learned from Value Chain Analysis? *Journal of Development Studies*.
- Kaplinsky, R. (2005). *Globalization, Poverty and Inequality*. Cambridge: Polity Press.
- Kaplinsky, R., & Morris, M. (2001). *A Handbook for Value Chain Research*. Sussex: Institute of Development Studies, University of Sussex and School of Development Studies.
- Kiiza, A. (2014). Paved with good intentions: global value chains and industrialization in Africa. *Great insights*, 5 (3).
- Krugman, P. (1995). *Development, geography and economic theory*. Massachusetts: Institute of Technology.
- Lado, A., Boyd, N., y Hanlon, S. (1997). Competition, cooperation, and the search for economic rents: A syncretic model. *Academy of Management Review*, 22(1): 110-141.
- Lardy, N. (2012). *Sustaining China's Economic Growth After the Global Financial Crisis*. Washington, DC: Peterson Institute for International Economics.
- León, M. (2004). *El clúster de la electrónica en Jalisco: principales determinantes y características*. Tesis De Maestría. UAM Xochimilco: México.
- Linden, G., Kraemer, K., y Dedrick, J. (2007). *Who Profits from Innovation in Global Value Chains? A Study of the iPod and notebook Pcs*. California, EUA: UC Irvine.
- López, A., y Kosacoffi, B. (2008). América Latina y las Cadenas Globales de Valor: debilidades y potencialidades. *Globalización, competitividad y gobernabilidad*, 2(1): 18-32.
- Lucas, M., Sands, A., y Wolfe, D. (2009). Regional clusters in a global industry: ICT clusters in Canada. *European Planning Studies*, 17 (2) : 189-209.
- Lüthje, B. (2004). Electronics contract manufacturing: global production and international division of labor in the age of internet. *Industry and innovation*, 9(3): 227-247.
- Mendiola, J. (20 de Febrero de 2017). *Vuelve el Nokia 3310, el móvil 'indestructible'*. Obtenido de El país: http://tecnologia.elpais.com/tecnologia/2017/02/15/actualidad/1487141337_703416.html
- México First. (2016). México First. Obtenido de www.mexico-first.org
- México IT. (2016). MexicoIT. Obtenido de <http://mexico-it.net>

- Milenio. (14 de Octubre de 2015). Inauguran la cuarta planta productiva de Jabil en Jalisco. Milenio, págs. http://www.milenio.com/negocios/Inauguran-planta-productiva-Jabil-Jalisco-Aristoteles-Sandoval-Silicon-Valley_0_487751264.html.
- Mowery, D. (1999). The Computer Software Industry. En D. Mowery, & R. Nelson, Sources of Industrial Leadership. Studies of Seven Industries. Cambridge: Cambridge University Press.
- Núñez, F. (27 de Agosto de 2012). Un clúster maduro. El Economista.
- Naughton, B. (2007). The Chinese Economy. Transition and Growth. Cambridge: The MIT Press.
- Nery, N. (14 de Octubre de 2011). Desarrollo de clusters en componentes electrónicos en centro América. Obtenido de INCAE: <http://www.incae.edu/ES/clacds/publicaciones/articulos/cen1701.php>
- O'Reagan, G. (2008). A Brief History of Computing. Mallow: Springer.
- OECD. (2001). Organisation for Economic Co-operation and Development .Obtenido de Science, Technology and Industry Outlook, 2001.
- OIT. (2015). Organización Internacional del Trabajo. Obtenido de www.oit.org.mx
- Oracle. (2016). Oracle. Obtenido de <https://www.oracle.com/mx/index.html>
- Ordóñez, S. (2005). Empresas y cadenas de valor en la industria electrónica. Revista Economía UNAM, 2(5) : 90-111.
- Ordóñez, S. (2006). Crisis y reestructuración de la industria electrónica mundial y reconversión en México. Revista de comercio exterior, 7(56) .
- Ordóñez, S., Bouchain, R., Chávez, D., & Vázquez, O. (2016, en prensa). El comercio mundial de productos electrónicos y eléctricos 2000-2014. Una aproximación estadística. México, Distrito Federal: IIEc-UNAM.
- Palacios, J. (. (2003). La industria electrónica en Jalisco: ¿De aglomeración desarticulada a complejo industrial integrado? . En E. Dussel, J. Palacios, & G. Woo, La Industria electrónica en México, problemática, perspectivas y propuestas. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.
- Palacios, J. (2004). El Valle del Silicio Mexicano: orígenes, evolución y características del complejo industrial de la electrónica en Guadalajara. En: . Condiciones y retos de la

- industria electrónica en México. Normali. En E. Dussel, & J. J. Palacios. México: Normalización y certificación electrónica A.C.
- Padilla, R. e. (2008). Evolución reciente y retos de la industria manufacturera de exportación en Centroamérica, México y República Dominicana: una perspectiva regional y sectorial. Serie estudios y perspectivas, CEPAL.
- Partida, R. (1996). Restructuración productiva e industria electrónica en Guadalajara. Espiral. Estudios sobre Estado y Sociedad, 5 (2).
- Partida, R. (1997). La reestructuración tecnológica de México: el caso de IBM. Revista Comercio Exterior, 47 (8).
- Pecina Rivas, M. (2011). Eumed. Obtenido de Clusters y competitividad: www.eumed.net/libros/2011a/900/
- Peres, W. (1990). OCDE. Obtenido de Foreign direct investment and industrial develop in México.
- Pérez, C. (2001). Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil. Revista de la CEPAL, 75: 109-30.
- Piore, M., y Sabel, C. (1984). The Second Industrial Divide. New York : Harper Collins Publishers.
- Porter, M. (1990). The competitive advantage of nations. Nueva York: The free press.
- PROMÉXICO. (2015). PROMÉXICO. Obtenido de Industria Electrónica, diagnóstico sectorial. Unidad de Inteligencia de Negocios: www.promexico.gob.mx/documentos/diagnosticos-sectoriales/electronico.pdf
- PROMÉXICO. (2016). PROMEXICO. Obtenido de www.promexico.gob.mx
- PROMEXICO. (2011). Obtenido de Ficha del sector electrónico: http://www.promexico.gob.mx/es_es/promexico/Electrico_Electronica
- PROMEXICO. (2017). PROMEXICO. Obtenido de Estudio de diagnóstico e identificación de oportunidades de desarrollo de la industria electrónica de Baja California Julio 2017.
- PROSOFT. (2016). PROSOFT. Obtenido de <https://prosoft.economia.gob.mx>
- Reed Electronics Research (2000), Top 10 EMS providers and ODM rankings, reviews, ratings. Obtenido el 22 de febrero del 2016 de

<https://www.ventureoutsource.com/contract-manufacturing/top-10-ems-odm-reviews-ratings/>

- Rivera, M. (1992). El nuevo capitalismo mexicano. El proceso de reestructuración de los años ochenta. México, D.F.: Era.
- Rivera, M. (2005). La reestructuración del cluster electrónico de Guadalajara (México) y el nuevo aprendizaje tecnológico. *Problemas del Desarrollo*, 143 (36).
- Rivera, M. (2007). La economía del conocimiento en México: el clúster de Guadalajara. En A. Dabat, & M. A. Rivera, *Cambio histórico mundial, conocimiento y desarrollo*. México, D.F.: Casa Juan Pablos.
- Rivera, M. (2007). Cadenas globales de producción y núcleo endógeno: las empresas domestico-locales en el norte de México. *Economía informa*.
- Rivera, M. (2009). *Desarrollo económico y cambio institucional*. México, D.F.: Juan Pablos-Facultad de Economía.
- Rivera, M., Chapman, M., Polanco, R., y Sánchez, L. (2014). Redes de producción y dinámica territorial en Guadalajara. *Economía UNAM*, 11(32): 77-101.
- Rivera, M., y Almaraz, A. (2013). La Subcontratación internacional en México. Una aproximación desde la perspectiva del desarrollo tardío Asiático y del desafío de China. México, D.F.: FE-UNAM.
- Rivera, M., Ranfla, A., y Caballero, R. (2015). *Desarrollo económico y cambio tecnológico. Teoría, marco global e implicaciones para México*. México: Facultad de economía, UABC.
- Rivera, M., Ranfla, A., y Batiz, J. (2010). *Aprendizaje tecnológico en empresas de software en México. Cuatro territorios locales: Guadalajara, Tijuana, Mexicali y Distrito Federal*. Economía, Teoría y Práctica.
- Rivera, M., Robert, V., y Yoguel, G. (2009). Cambio tecnológico, complejidad e instituciones: el caso de Argentina y México. *Problemas del desarrollo*, 157 (49).
- Romo, P. (02 de Junio de 2015). Flextronics ampliará su planta de Zapopan. *El Economista*.
- Romo, P. (27 de Septiembre de 2015). Oracle tendrá Centro de Desarrollo en Jalisco. *El Economista*.
- Schmitz, H. (1999). *Cambridge journal of economics*. Collective efficiency and increasing returns, 23: 465-483.

- Sánchez, J. (27 de Marzo de 2014). Intel inaugural centro de diseño en Zapopan. *El Economista*.
- Sargent, J., & Matthews, L. (2009). China versus Mexico in the global EPZ industry: Maquiladoras, FDI quality, and plant mortality. *World Development*, 37(6): 1069-1082.
- SE. (2013). Secretaría de Economía. Obtenido de www.economia.gob.mx
- SE-DGIPAT. (Octubre de 2012). Monografía: Industria Electrónica en México. Obtenido de Secretaría de Economía: http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/monografia_industria_electronica_Oct2012.pdf, .
- SE-DGIPAT. (Marzo de 2013). Monografía: Industria Electrónica en México. Obtenido de Secretaría de Economía: http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/monografia_industria_electronica_marzo_2013.doc
- SEGOB. (2016). Obtenido de Secretaría de Gobernación: www.gob.mx
- SIEG. (2012). Obtenido de Sistema de Información Estadística y Geográfica: www.sieg.gob.mx
- Solis, A. (2016). Huawei P9, el primer smartphone con cámara Leica. *Forbes México*.
- Soriano, M. (2008). El papel del emprendedurismo en la formación de clústers industriales. México, Puebla: Tesis de Maestría. UDLAP.
- Temouri, Y. (2012). The Cluster Scoreboard: Measuring the Performance of Local Business clusters in the Knowledge Economy. OECD Local Economic and Employment Development (LEED) Working Papers.
- The Wall Street Journal. (s/f). At look at laptop history. Obtenido de The Wall Street Journal: <http://online.wsj.com/adimg/sas-laptop-history.pdf>
- Trade Map. (01 de Febrero de 2016). Trade Map. Recuperado el 01 de Febrero de 2016, de www.trademap.org
- UAG(2012). Universidad Autónoma de Guadalajara. Obtenido de www.uag.mx
- UNIDO(varios años). International yearbook of industrial statistics. Massachusetts, Viena, Austria: Edward Elgar Publishing, Inc.

- Vázquez, R., & Oliver, R. (2009). La industria del software en Jalisco. Impacto en la población y desarrollo. En M. Sánchez, *Economía del conocimiento y globalización* (págs. 27-39). México, D.F.: CIECAS-IPN.
- Vázquez-Barquero, A. (2000). Desarrollo endógeno y globalización. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, 79 (26).
- Vázquez-Barquero, A. (2005). *Las nuevas fuerzas del desarrollo*. Barcelona: Anthony Bosch Editor.
- Vernon, R. (1966). International Investment and International Trade in the Product Cycle. *The Quarterly Journal of Economics*, 80 (2):190-207.
- WCIT. (2014). Obtenido de World Congress on Information Technology: www.wcit2014.org
- Yueh, L. (2010). *The Economy of China*. Cheltenham: Edward Elgar.