

GUADALAJARA: ¿VALLE DEL SILICIO MEXICANO? LA INDUSTRIA ELECTRONICA EN UN AREA QUE SE ABRE A LA EXPORTACION

JUAN JOSÉ PALACIOS L.*

Economista mexicano, Director del Centro de Estudios del Pacífico de la Universidad de Guadalajara, México. Versión revisada del trabajo preparado para la *Table Ronde Innovations Technologiques et Mutations Industrielles en Amerique Latine* organizada por el "Centre de Recherche et de Documentation sur L'Amérique Latine. Université de Paris III", París, Francia, diciembre 12-15 de 1990.

INTRODUCCION

Desde mediados de la década pasada se ha dado en calificar a Guadalajara como el Valle del Silicio Mexicano en vista de la creciente concentración en el área de un número significativo de empresas, la mayoría transnacionales, que operan en diferentes ramas de la industria electrónica, en particular computación, informática y, más recientemente, telecomunicaciones. Si bien el adjetivo es por demás sugerente, el usarlo sin hacer las consideraciones que el caso demanda puede dar lugar a apreciaciones que lleven a juicios superficiales y carentes de sustento real.

Este trabajo tiene como propósito analizar dicho fenómeno contrastándolo con el que ha tenido lugar en el complejo de alta tecnología que se ha desarrollado en un conjunto de comunidades suburbanas al sur de la bahía de San Francisco, en California, EUA, conocido mundialmente como Silicon Valley —Valle del Silicio—, usando como referencia adicional el caso de otro complejo similar ubicado en las inmediaciones de Boston, Massachusetts, cerca de la Ruta 128 de esa ciudad estadounidense. Para ello se analizan la estructura productiva de la industria electrónica en Guadalajara y las empresas que la integran, así como su origen y el carácter que ha asumido aquí el fenómeno.

El trabajo incluye tres secciones. En las dos primeras se discuten las experiencias del Valle del Silicio y de la Ruta 128, dedicándose la tercera a analizar el caso de Guadalajara en el marco de su creciente condición de plataforma de exportación y de centro de telecomunicaciones y desarrollo tecnológico. Al final se hacen unos comentarios adicionales a manera de conclusiones.

EL VALLE DEL SILICIO EN CALIFORNIA

El Valle del Silicio se ha convertido en las últimas dos décadas en epítome indiscutido del modelo de producción de la era postindustrial y en venero por excelencia de las industrias que conducen al mundo al tercer milenio. El nombre de Valle del Silicio ha llegado a evocar así la imagen de una región mítica, en la que por las artes de algún genio tecnológico se ha ido

congregando un sinnúmero de magos de la electrónica y la informática para producir las más diversas e inimaginables maravillas tecnológicas que han asombrado a las generaciones que asistimos al ocaso del Siglo XX.

Atraídos por este fenómeno espectacular, gobiernos, científicos y empresarios de todo el mundo recorren año tras año las factorías y talleres esparcidos por todos los rincones del Valle con el ánimo de conocer y descifrar los secretos que han hecho posible este milagro tecnológico, e intentar su replicación en sus propios territorios. Muchos han sido los intentos que se han hecho, por lo que ya se habla de Ranchos del Silicio en Arizona y Texas, de Bosques del Silicio en los Estados del Noroeste de la Unión Americana, y de Islas del Silicio en Japón, Irlanda, Hong Kong y Singapur. Incluso la ex Unión Soviética tenía sus propios símiles de los que el más notable es el complejo científico de Zelenograd, en donde por cierto se están generando tecnologías que están empezando a ser adquiridas por compañías del mismo Valle del Silicio, de California (Thomas, 1990). A todo lo anterior se suman los parques y complejos científico-tecnológicos que, como émulos del Valle, se han instalado en 32 Estados de la Unión Americana.

Si bien el Valle del Silicio tiene en efecto un cierto halo de magia que lo envuelve, en realidad se trata de una porción de territorio enclavada al sur de la bahía de San Francisco, California, cuyo núcleo principal se ubica en el condado de Santa Clara, y en la que destacan las opulentas localidades suburbanas de Palo Alto, Mountain View, Sunnyvale, Cupertino, Santa Clara, y los suburbios de la ciudad de San José. Esta es una región de clima templado y agradable la mayor parte del año, favorecida con bellezas naturales características de la costa californiana, e históricamente poblada de fértiles huertos y explotaciones frutales.

ORIGENES

Su historia como fenómeno económico y tecnológico se inició después de la Segunda Guerra Mundial, cuando se dio el surgimiento de la industria aeronáutica y espacial en el sur de California, lo cual a la postre vino a constituir una de las precondiciones críticas para el desarrollo ulterior de las industrias que han protagonizado el éxito sin precedentes del Va-

lle del Silicio. En efecto, las empresas de la industria aeronáutica y espacial fueron los principales clientes de los fabricantes de semiconductores del Valle y por muchos años virtualmente los únicos compradores de los circuitos integrados que se produjeron allí en esas etapas iniciales.

Todo empezó cuando el Dr. Frederick Terman, quien era profesor de ingeniería eléctrica y llegó a vicepresidente de la Universidad de Stanford, se decidió revertir hacia la costa oeste las migraciones de ingenieros y científicos que tradicionalmente se dirigían hacia la costa este de los Estados Unidos, en particular hacia Nueva Inglaterra. A los primeros que indujo en este sentido fue a William Hewlett y a David Packard, así como a los hermanos Sigurd y Russell Varian, quienes habían sido alumnos suyos y tenían planes de establecer sus propias compañías, las cuales con el tiempo se convirtieron en dos de los símbolos más característicos del Valle del Silicio (Glazer, 1986).

Al comienzo de los años 50 el Prof. Terman regresó a Stanford después de dirigir un proyecto en Harvard durante la II Guerra Mundial, con la idea de crear una comunidad científica sólida en la región y construir parques tecnológicos que propiciaran esa iniciativa. En 1951 comenzó la construcción del primero, el Stanford Research Park, el cual se inauguró en 1954 y se habría de convertir en los años subsiguientes en el núcleo seminal del fenómeno del Valle del Silicio. Lo que puso en marcha el proceso fue el retorno a Palo Alto del Dr. William Shockley en 1955 y la instalación de su empresa (Shockley Semiconductor Laboratories), que fue una de las primeras en establecerse en el parque y la primera en el ramo en la región. Shockley había dejado los Bell Laboratories después de compartir el Premio Nobel de Física por la invención del transistor.

Sin embargo, la acción que realmente desencadenó la explosión industrial del Valle y definió su carácter particular fue la salida, en 1957, de los Shockley Laboratories de un grupo de científicos encabezados por Robert Noyce para formar la Fairchild Semiconductor, Inc., con lo cual se inició una poderosa dinámica empresarial en la región, cuya marca sería la multiplicación de empresas formadas por ex empleados de las ya existentes, durante los años 60; surgieron tres nuevas fábricas de chips en 1966;

otras tres al año siguiente, trece en 1968, y ocho más en 1969, todas formadas por jóvenes ingenieros y científicos salidos de la Fairchild (Hanson, 1984).

FACTORES DETERMINANTES

En uno de los diversos estudios que se han realizado sobre el Valle del Silicio se ha argumentado (Engstrom, 1987) que son cuatro los elementos básicos que determinaron su surgimiento:

a) una Universidad de primer orden—Stanford—con una sólida base de investigación científica y un reconocido prestigio que propició el desarrollo de vínculos entre sus investigadores y los empresarios de la localidad;

b) la presencia de uno de los primeros parques científico-tecnológicos en los Estados Unidos y que ha sido uno de los más exitosos en ese país hasta ahora: el Stanford Research Park;

c) la disponibilidad abundante de capitales de riesgo que financiaron la creación de la mayoría de las empresas del Valle: de las 668 *venture capital firms* que operaban en 1987 en Estados Unidos, 183 estaban en California; además, 20 por ciento del capital de riesgo se invirtió en este Estado;

d) la existencia de un ambiente cultural y un medio físico y climático benigno y agradable, y por lo tanto propicio para el estilo de vida y las necesidades empresariales de inversionistas audaces y agresivos.

Se dice que hay otras cuatro áreas en la Unión Americana que reúnen estos cuatro elementos: Boston en Massachusetts, Austin en Texas, Pittsburg en Pennsylvania, y Durham-Raleigh-Chapel Hill en Carolina del Norte. Por otra parte, y aun cuando no reúnan todos esos elementos, hay otros tres complejos con un desarrollo que se acerca al del Stanford Research Park: el Princeton Forrestal Center, el New Haven Science Park y el University of Utah Research Park. Empero, como lo apuntó un investigador del Urban Land Institute de Washington, D.C., “la simple presencia de una universidad no será suficiente, a menos que tenga el peso de un MIT, un Princeton o un Stanford” (Engstrom, 1987).

EMPRESAS Y PRODUCTOS

Si bien la producción que se genera en el Valle del Silicio muestra una muy amplia diversidad, la mayor parte corresponde a productos relacionados con la aplicación de los últimos avances en semiconductores y electrónica. Del total de productos que se embarcaron desde el Valle en 1987 el 28 por ciento correspondía a equipo electrónico de cómputo y el 14 por ciento a semiconductores; por otro lado, el 15 por ciento lo formaron misiles y vehículos espaciales (Grove, 1987). El valor de los embarques en ese año fue de 25 mil millones de dólares, el cual se acercó al registrado por Detroit que ascendió a 38 mil millones de dólares (ibid).

Entre los productos más importantes se encuentran: sistemas de cómputo *main-frame*, minicomputadoras, microcomputadoras, computadoras de bolsillo, unidades procesadoras centrales, calculadoras, juegos de video, memorias para ordenadores, sistemas de guiado y rastreo militar, convertidores analógico-digitales, lectores de ficha de banda magnética, discos flexibles para computadora, reguladores de voltaje, espectrómetros, tarjetas de circuito impreso, emuladores integrados, generadores de micropatrones por destello electrónico, y multiplexores (Hanson, 1984).

Las tres empresas más grandes, en términos de personal ocupado, son la Lockheed, la Hewlett-Packard y la IBM, como se muestra en el Cuadro 1. Otras importantes que operan en la región son: Tandem Computers, Verbatim, Apple, Fairchild, Cypres, Memorex, Amdahl, Zilog, Raytheon, y BASF.

Si se parte de que la característica típica de una industria de alta tecnología es que la misma tenga una alta proporción de científicos e ingenieros en el total de su fuerza de trabajo y un gasto elevado en investigación y desarrollo, se puede ver que las que se han expandido en el Valle del Silicio son el prototipo de esa clase de industrias: sus empresas son establecimientos dedicados al diseño, desarrollo y producción de nuevos productos o procesos mediante la aplicación sistemática de conocimiento científico usando las técnicas más avanzadas (Hanson, 1984; Grove, 1987).

CUADRO 1

VALLE DEL SILICIO: PRINCIPALES
EMPRESAS, 1987

Empresa	Número de Empleados
Lockheed	23.800
Hewlett-Packard	19.000
IBM	15.000
National Semiconductor	8.000
FMC Defense Equipment	6.400
AMD	6.000
GE Nuclear Engineering	5.800
Varian Associates	5.700
Intel	5.000
Ford Aerospace	4.700

Fuente: Grove (1987: 158).

En suma, puede decirse que el Valle del Silicio es un fenómeno eminentemente nativo, impulsado por factores endógenos encabezados por el apoyo de una de las universidades de mayor prestigio de Estados Unidos, las ventajas y atractivos geográficos del sur de California, una amplia disponibilidad de capitales domésticos para alimentar la creación de nuevas empresas, y sobre todo el espíritu emprendedor de inversionistas, científicos y académicos locales que han elegido esa región para desarrollar su creatividad y energía empresarial. A estos factores hay que añadir la abundante oferta de mano de obra barata de los inmigrantes que llegan a California año tras año, especialmente de origen mexicano (Fernández-Kelly y García, 1989; Siegel, 1987).

Lo que distingue a este fenómeno de otras experiencias es que el motor que lo ha propulsado ha sido la continua y frecuente aparición de nuevas empresas que se desprenden de las ya existentes, surgen de la fusión o transformación de otras formadas con anterioridad, o bien se crean como resultado de la febril dinámica industrial que se desató en la región desde mediados de la década de los 50. Son estos los rasgos que han hecho del Valle el símbolo de la era postindustrial de fin de milenio, esto es, de la era del Silicio.

LA RUTA 128 EN MASSACHUSETTS

De los complejos de alta tecnología más importantes de Estados Unidos, fuera del Valle del Silicio, el único que puede rivalizar realmente con este último es una pequeña región suburbana ubicada en un extremo de Massachusetts, cerca de la Ruta 128, en el área metropolitana de Boston. De hecho, este complejo es un antecedente y precursor de aquél, ya que, como se mencionó antes, era hacia Nueva Inglaterra donde migraban los científicos e ingenieros del país hasta fines de los 40, cuando el Prof. Terman, de Stanford, tomó la iniciativa de reorientar esas migraciones hacia California. Se trata de un fenómeno en varios aspectos diferente al del Valle del Silicio, si bien muestra a la vez muchas similitudes con éste.

ORIGENES

En una primera semejanza, el desarrollo de la Ruta 128 se inicia en la época de la posguerra con la expansión de las industrias aeronáuticas, de vehículos espaciales, de misiles, de instrumentos de precisión, y de equipos y maquinaria eléctricos. Como en el caso californiano, esta expansión se produjo en su mayor parte gracias a los abundantes fondos provenientes de los programas militares y espaciales del Gobierno estadounidense durante los 50 y 60. Sin embargo, no fue sino hasta los 60 y 70 cuando se produjo un verdadero *boom* en el área con lo cual vino a consolidarse como centro de alta tecnología. La mayor parte de las firmas de computación se instalaron durante esas décadas: de las 54 que tenían más de 15 empleados en 1979, 48 se fundaron después de 1960 (Dorfman, 1983).

PRECONDICIONES Y FACTORES DETERMINANTES

A diferencia del Valle del Silicio, el surgimiento del complejo de la Ruta 128 fue virtualmente espontáneo, esto es, sin el apoyo o la promoción del gobierno estatal o el esfuerzo concertado de grupos locales de interés (Kozmetsky, Smilor y Chamberlain, 1987). No obstante, ciertas condiciones críticas tuvieron que darse para que el proceso de desarrollo de

esta economía regional de alta tecnología se pusiera en marcha. Estas condiciones corresponden a la amplia y diversificada infraestructura industrial que Massachusetts había heredado de las décadas precedentes, e incluso desde el siglo XIX, principalmente en materia de textiles y maquinarias y equipos.

Por otra parte, durante los años 30 y 40 se establecieron en el área de Boston laboratorios y centros de investigación tecnológica de primer nivel, como los siguientes: en el MIT, el Digital Computer Laboratory de Jay Forrester (computación digital), el Draper Instrumentation Laboratory, el Lincoln Laboratory (radiocomunicaciones, computación), el Radiation Laboratory (electrónica), y el Artificial Intelligence Laboratory; y en Harvard, el Harvard Computation Laboratory, y el Cruft Laboratory, que fue el primero dedicado a la investigación en computadoras en Estados Unidos. Así, a mediados de los 40 Massachusetts contaba ya con el complejo más avanzado de laboratorios con base académica, en los cuales se realizaba investigación sistemática en electrónica y computación conjuntamente con compañías como la Raytheon y la General Electric, que para entonces ya operaban en Massachusetts (Dorfman, 1983).

Dos casos notables que tipifican esa simbiosis entre la academia y la industria en el área de Boston fueron el de Kenneth Olsen, quien después de trabajar en los Lincoln Labs del MIT, en 1957 fundó la Digital Equipment Corporation (DEC), que vendría luego a ser la compañía símbolo del área a la que le dio un impulso decisivo; y el de An Wang, quien estableció su compañía en 1951 después de haber trabajado en los Harvard Computation Labs en el desarrollo de memorias electrónicas.

Actualmente el complejo de la Ruta 128, además de disponer de una fuerza de trabajo altamente calificada, sobre todo de ingenieros y científicos que son la materia prima para firmas de alta tecnología, cuenta con una amplia red de proveedores de circuitos impresos, instrumentos y equipos de precisión, componentes electrónicos, así como una diversidad de empresas consultoras en *hardware* y *software*, sin contar los laboratorios y centros de investigación de las universidades del área. De esta manera las empresas pueden obtener lo que necesiten en forma rápida y eficiente, incluyendo la supervisión en uso de los componentes. Lo

que le falta son fabricantes mayores de semiconductores y un *pool* amplio de mano de obra barata, factores ambos que se dan con profusión en el Valle del Silicio (Dorfman, 1983).

EMPRESAS PRINCIPALES

Entre las compañías más importantes que operan en la Ruta 128 se cuentan a DEC, Wang Laboratories y Data General, que son los tres primeros productores de minicomputadoras en el mundo; así como a otras de la talla de Honeywell, Prime, Symbolics, Raytheon, Computervision, Analog Services, GenRad, Foxboro, y dos grandes fabricantes de instrumentos de precisión y equipos industriales como son Nixdorf y Teradyn.

La Ruta 128, como centro de alta tecnología, es por lo tanto un fenómeno originado por factores endógenos en el sentido de que los protagonistas del proceso han sido empresarios y compañías estadounidenses que se han localizado en sus inmediaciones, de acuerdo a sus propias estrategias corporativas para aprovechar la infraestructura y las ventajas de localización que ofrece el área. Es decir, que si bien tiene un carácter similar al del Valle del Silicio, las economías de aglomeración que se generaron en el área desde los primeros años de la posguerra han jugado un papel más importante que en California, por tratarse de una región metropolitana con mayor densidad industrial y demográfica conformada en torno a la ciudad de Boston.

Otra diferencia entre los dos complejos consiste en que mientras las empresas del Valle del Silicio reclutan a sus técnicos y científicos de todas partes de la Unión Americana, la Ruta 128 depende mayoritariamente de egresados de instituciones académicas locales. No obstante, al igual que en el caso del Valle, la fuerza propulsiva del fenómeno en Massachusetts ha sido el dinámico proceso de creación incesante de empresas que se desprenden de las ya existentes o bien surgen como resultado de iniciativas nuevas de científicos e ingenieros de las universidades locales o inversionistas atraídos por la fuerza centrípeta del proceso: durante los 60 se establecieron 175 nuevas firmas por ex empleados de centros de investigación y departamentos de ingeniería del MIT, además

otras 39 que se desprendieron de un sola compañía (Dorfman, 1983).

EL CASO DE GUADALAJARA EN MEXICO

Desde mediados de los 80, cuando los centros de alta tecnología y los parques tecnológicos habían cobrado plena vigencia como modelos de las formas de organización territorial de las industrias de vanguardia en Estados Unidos, y en particular bajo el influjo del entusiasmo causado por la consolidación del Valle del Silicio como símbolo de esas formas, incluida la Ruta 128, en diversos círculos de Norteamérica empezaron a producirse referencias sobre el surgimiento en Guadalajara, México, de un fenómeno con rasgos que aparentemente lo asemejaban al caso californiano, por lo que se dio por empezar a atribuirle a esta ciudad el adjetivo de Valle del Silicio mexicano.

En una nota de enero de 1988 aparecida en el *World Press Review* se decía: "Guadalajara ha sido conocida en los últimos años como el Valle del Silicio Mexicano en virtud de las compañías multinacionales de alta tecnología establecidas ahí". En abril de 1989 se leía en un conocido magazine norteamericano que "un pequeño Valle del Silicio se ha gestado en Guadalajara" (*Business Week*, abril 3 de 1989: 53). Finalmente, en septiembre de ese mismo año, la revista *Expansión*, la más prestigiada publicación empresarial de México, presentó su número 524 bajo el título "El Valle del Silicio Mexicano", dedicando su artículo de portada a documentar esta caracterización de la capital del Estado de Jalisco.

Guadalajara es la segunda ciudad en importancia en el país en cuanto a peso demográfico y comercial, y constituye el principal polo económico del oeste y noroeste mexicanos, estatus cuyos orígenes se remontan a la época colonial cuando era la capital de la provincia de la Nueva Galicia, la cual llegó a tener una extensión territorial mayor que la de la Nueva España, asiento del virreinato. Hoy esta ciudad es la que ofrece las mejores condiciones de vida de México, según lo establece un estudio reciente de las cien principales ciudades del mundo, realizado por la organización denominada *Population Crisis Committee*, con sede en Washington, D.C.

GUADALAJARA COMO PLATAFORMA DE EXPORTACION

Dentro de la tendencia que ha surgido en los últimos años al desplazamiento de nuevas empresas de la industria maquiladora hacia localizaciones en el interior del país, Guadalajara se ha constituido en uno de los *greenfields* más atractivos para la instalación de ese tipo de plantas, ante la relativa saturación de las ciudades de la franja fronteriza norte, en las que se ubican nueve de cada diez de las mismas (Palacios, 1990). A esta circunstancia se suma el hecho de que su región metropolitana se ha venido convirtiendo en una plataforma importante para la exportación. Como se muestra en el Cuadro 2, la proporción de empresas altamente exportadoras (ALTEX) que operan en Jalisco es sólo superada por las que tienen Nuevo León y el Distrito Federal.

CUADRO 2

MEXICO: EMPRESAS ALTAMENTE EXPORTADORAS POR ENTIDAD, 1990

Entidad	Número	%
Nuevo León	86	17,2
Distrito Federal	66	13,2
Jalisco	49*	9,8
Resto Entidades Fronterizas**	75	15,0

Fuente: *Directorio de Empresas Altamente Exportadoras*, Dirección General de Servicios al Comercio Exterior, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

* 44 de éstas se ubican en el área de Guadalajara

** Baja California, Coahuila, Chihuahua, Sonora y Tamaulipas.

Dentro de la actividad exportadora del estado, la industria que ha registrado el mayor dinamismo desde mediados de la década pasada en cuanto al aumento de su participación en esa actividad ha sido la electrónica: en 1985 contribuía con el 21 por ciento del total de las exportaciones de Jalisco, cifra que aumentó sostenidamente hasta llegar a 41 por ciento en 1988 (SEPRODE, 1990: 64). El área de Guadalajara alberga a todas las empresas que integran la industria electrónica de Jalisco, entre las que se encuentran las principales expor-

tadoras de esta industria en el país, las que son subsidiarias de corporaciones multinacionales líderes en su campo: IBM, Hewlett-Packard, Motorola, Unisys. La significación de este hecho puede apreciarse mejor si se considera que el 93 por ciento de las exportaciones de esa industria en México son realizadas por multinacionales (*El Financiero*, octubre 4 de 1990: 8-A).

Abundando sobre lo anterior, en el Cuadro 3 se presentan el valor de las exportaciones y el lugar que ocuparon las empresas de la industria electrónica dentro de las 293 exportadoras más importantes de México en 1989, que encabezan PEMEX, General Motors y Ford Motor Company. Como se puede observar, las cuatro compañías localizadas en Guadalajara están dentro de las primeras 50 más grandes exportadoras que operan en el país; las cuatro restantes se ubican en otras entidades y están muy por debajo de aquellas en cuanto a volumen de exportación. Más aún, en Guadalajara se encuentra también una planta de Siemens que produce motores eléctricos, la cual ocupa el lugar 156 entre las 293 principales exportadoras: nivel corporativo, esta compañía produce desde tomógrafos, marcapasos, y equipos de transporte, hasta microchips, computadoras, equipos de telefonía celular e incluso plantas nucleares.

CUADRO 3

MEXICO: PRINCIPALES EMPRESAS EXPORTADORAS DE LA INDUSTRIA ELECTRONICA, 1989 (Miles de Dólares)

Rango	Empresa	Valor Exports
7	IBM de México	380.400
17	Motorola	114.552
21	Hewlett-Packard	100.257
44	Ind. Mexicanas Unisys	24.247
163	Telemecanique de México	1.995
227	Cía. General de Electrónica	571
237	Industria de Telecomunicación	378
275	Logica Digital	52

Fuente: Elaborado con base en datos de *Expansión*, Vol. XXII, Nº 550, pp. 36-46.

ORIGENES DE LA INDUSTRIA ELECTRONICA EN GUADALAJARA

El desarrollo de esta industria se inició a fines de los 60 con el establecimiento de dos subsidiarias de corporaciones transnacionales: Industrias Mexicanas Burroughs y Motorola de México, ambas en 1968. Las dos se instalaron aprovechando las facilidades que otorgaba a firmas extranjeras el Programa de Importación Temporal para la Exportación, pasándose luego al régimen de maquiladoras, después de que en 1972 el mismo se extendiera al resto del territorio nacional, el cual en un principio tenía vigencia sólo en la franja fronteriza norte (Palacios, 1990). Estas empresas, como las que se instalarían en las décadas subsiguientes, fueron atraídas por la infraestructura industrial, la disponibilidad de agua, las comunicaciones y los servicios que ha ofrecido Guadalajara desde entonces, aunque el factor que tal vez tenga más peso es la abundante oferta de mano de obra barata que ha existido en la región; a éstos se añade la existencia de cinco universidades y numerosas escuelas técnicas que tiene la ciudad (Ibid.)

En los 70 se establecieron General Instrument de Jalisco e IBM de México, las dos subsidiarias de firmas multinacionales estadounidenses como las dos anteriores. IBM había abierto oficinas en México, D.F., desde 1925, siendo hasta 1975 cuando construye su primera —y hasta ahora única— planta de manufactura en el país en el Corredor Industrial de El Salto, en lo que fue el primer caso en el que el Gobierno mexicano autorizaba a una empresa para tener el 100 por ciento de capital extranjero. Hay que señalar que en 1970 se instaló en Guadalajara una empresa mexicana, Electrónica Zonda, la cual produjo televisores y equipos modulares por dos décadas.

CARACTER DEL PROCESO

La instalación de grandes empresas de origen extranjero durante los 60 y 70 produjo un fermento especial para la multiplicación de empresas dentro de la industria electrónica en el área durante los 80. En esos años se establecieron la mayor parte de las que están actualmente en operación, con la característica de que se incluyen tanto otras subsidiarias de grandes transnacionales así como lo que podría desig-

narse como empresas de creación inducida (*spin-offs*). Es decir, durante esa década se empezó a producir un fenómeno similar a los ocurridos en el Valle del Silicio y en la Ruta 128 en Estados Unidos, en el sentido de que nuevas empresas surgieron por iniciativa de ex empleados de las firmas formadas con anterioridad. En el Anexo I se enumeran las empresas que integran la industria electrónica en Jalisco, de las que prácticamente todas se ubican en la región metropolitana de Guadalajara, así como sus productos. El Cuadro 4 presenta las más representativas de esas empresas, señalando su año de establecimiento y un indicador del origen de su creación.

Si bien se ha empezado a dar el fenómeno de los *spin-offs*, puede verse que el origen y la fuerza motriz del proceso de desarrollo de la industria electrónica en Guadalajara han sido el impulso de las subsidiarias de grandes compañías transnacionales que han encontrado redituable instalar en el área parte de sus procesos productivos con el fin de aprovechar las ventajas que ofrece México en general y la región Guadalajara en particular, de acuerdo a estrategias corporativas previamente definidas. Esto no es privativo de Guadalajara, ya que ha ocurrido en otras regiones, como es particularmente el caso de Baja California, donde se localiza la mayor concentración de empresas ex-

CUADRO 4
CARACTER DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS DE
LA INDUSTRIA ELECTRONICA EN GUADALAJARA

Empresa	Año instalación	Carácter
Siemens	1962	Subsidiaria
Motorola	1968	Subsidiaria
Burroughs/Unisys	1968	Subsidiaria
Electrónica Zonda	1970	Doméstica
General Instrument	1974	Subsidiaria
IBM	1975	Subsidiaria
Wind	1981	Local (Garage Shop)
Hewlett-Packard	1982	Subsidiaria
Kitron	1982	Doméstica
Sistemas Delphi	1983	Creación Inducida
Encitel	1983	Creación Inducida
Poder Digital	1985	Doméstica
Electrónica Pantera	1985	Creación Inducida
Cherokee	1985	Coinversión
Shizuki	1985	Subsidiaria
Kodak *	1986	Subsidiaria
Wang	1986	Subsidiaria
Compubur	1986	Creación Inducida
Tandem Computers	1986	Subsidiaria
Adelantos de Tecnología **	1987	Localización Inducida
Logix	1987	Creación Inducida
Mexaltec (antes Kitron)	1990	Doméstica
NEC	1990	Subsidiaria
ATT	1990	Subsidiaria

Fuente: Investigación directa, y parcialmente datos tomados de Palacios (1990).

* Inicio producción de discos magnéticos

** Se instaló en Guadalajara para proveer a la planta de IBM de El Salto

tranjeras de alta tecnología en la frontera norte del país, cuyas decisiones de localización son sólo parte de planers corporativos preconcebidos a escala transnacional, según lo han documentado Ramírez y González-Aréchiga (1989).

EMPRESAS Y PRODUCTOS

Como ya se apuntó, el Anexo I contiene un listado de las empresas de la industria electrónica en Guadalajara, el cual incluye sus actividades y productos. Con el fin de conocer la estructura productiva de esta industria, en el Cuadro 5 se presenta un resumen de esas características, para lo cual se definieron grupos genéricos de productos y el número de empresas que fabrican cada uno.

Como se puede apreciar, la mayoría de las empresas de electrónica en Guadalajara producen equipos de cómputo y componentes, acce-

sorios y periféricos relacionados con ellos. De acuerdo a lo expresado antes, esto refleja el peso de la presencia en el área de las empresas más importantes de esa industria en México, que son a su vez los principales exportadores de esos productos. Es necesario anotar, sin embargo, que estos grandes productores forman parte de corporaciones multinacionales, cuya actividad productiva principal es el ensamble de partes y componentes importados de sus casas matrices o bien de otras firmas extranjeras (Palacios, 1990).

Lo anterior es coincidente con lo que han señalado Ramírez y González-Aréchiga (1989) en el sentido de que las principales exportaciones de México hacia Estados Unidos vía las fracciones 806.3 y 807.0 son de productos electrónicos, los cuales se producen "con diseños y marcas principalmente estadounidenses, utilizando para ello componentes importados casi

CUADRO 5

ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA ELECTRONICA EN GUADALAJARA

Producto	Productores	
	Número	%
Microcomputadoras, minicomputadoras y equipo periférico	6	15,0
Arneses y cables	2	2,5
Fuentes de poder, transformadores y bobinas	3	7,5
Relevadores y supresores de corriente	3	7,5
Microprocesadores y multiplexores	1	2,5
Cintas y discos magnéticos de datos y video (floppys, videocassettes)	3	7,5
Semiconductores y circuitos integrados	1	2,5
Tarjetas de circuito impreso y circuitos impresos	4	10,0
Conectores y capacitores para circuitos impresos	2	5,0
Radios y micrófonos	1	2,5
Equipos de video	1	2,5
Equipos y componentes de telefonía celular y no celular	6	15,0
Televisores, antenas y accesorios	2	5,0
Instrumentos de precisión y control digital	4	10,0
Aparatos electrodomésticos	1	2,5
Total	40	100,0

en su totalidad. México funge solamente como un simple intermediario entre la filial y la matriz" (1989: 7). Desde esta perspectiva, más que constituirse en un símil del Valle del Silicio o la Ruta 128, Guadalajara se ha ido asemejando a lo que se ha denominado Zonas Industriales para la Exportación según el concepto lanzado por la ONUDI y que Fröbel Heinrichs y Kreyre (1981) han discutido con amplitud.

No obstante, el hecho es que se han empezado a generar en el área algunas actividades de investigación y desarrollo que, si bien son incipientes, abren la posibilidad de que en el futuro se extiendan y consoliden haciendo con ello más endógeno el carácter de la producción de la industria electrónica en esta región.

INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN GUADALAJARA

Desde hace algunos años se han empezado a efectuar actividades de investigación científica orientadas al desarrollo tecnológico en el área de Guadalajara por parte tanto de empresas como de centros de investigación locales, iniciándose asimismo vínculos directos entre ambos. En noviembre de 1988 se inauguró la Unidad Guadalajara de Electrónica avanzada en una iniciativa conjunta entre el CINVESTAV y la IBM de México, la cual comprende un Centro Nacional de Metrología, un Laboratorio de Comunicación y sobre todo el Centro de Tecnología de Semiconductores, el cual ha establecido nexos con empresas locales como Hewlett-Packard, Motorola, Mitel y Kodak, y se perfila a convertirse en uno de los más avanzados de América Latina.

La planta de Hewlett-Packard, por su parte, desde hace unos años creó un grupo de investigación y desarrollo que ya ha ganado renombre internacional en el diseño de componentes de memorias para minicomputadoras. Además esta empresa está participando activamente en el recientemente establecido Programa de Vinculación Universidad-Aparato Productivo suscrito con la Universidad de Guadalajara. Esta última institución, a su vez, tiene contemplado construir un parque tecnológico-industrial con el fin de propiciar esos vínculos, y en el cual se realicen actividades de investigación aplicada para el desarrollo tecnológico, incluyendo la creación de incubadoras industriales.

Finalmente, cabe añadir que IBM, Hewlett-Packard, Mitel y Motorola contribuyeron directamente hace unos años al establecimiento de una maestría en ingeniería electrónica en una universidad privada del área.

Aunque estas iniciativas se reducen a unas cuantas empresas, el que se lleven a cabo indica que en el futuro se puede generar en Guadalajara una dinámica de investigación científica y tecnológica que amplíe el componente local en el diseño de nuevos productos y procesos en las empresas extranjeras aquí asentadas, y apoye el surgimiento de otras que surjan de iniciativas netamente locales. Esto puede facilitarse con acciones de apoyo como el Programa de Tecnología Industrial para la Producción (TIPP), de carácter mixto, y el Programa de Desarrollo Tecnológico y el de Fomento a la Creación de Parques Tecnológicos, operados por Nacional Financiera, el principal banco de desarrollo del Gobierno mexicano.

PERSPECTIVAS

Otras circunstancias hacen de Guadalajara un lugar propicio para el desarrollo de industrias de alta tecnología en los próximos años, especialmente de las de computación, informática y telecomunicaciones. En cuanto a esta última, además de las dos plantas de manufactura de equipos de telefonía celular de los gigantes NEC y ATT, actualmente se construye aquí el segundo World Trade Center del país, el cual incluye el llamado Guadalajara Teleport, que es un centro de proceso de telecomunicaciones remotas, en particular vía satélite, del que está en operación el sistema WTC Network, que ya conecta a Guadalajara con más de 500 mil empresas en 70 países.

Este carácter de pivote de integración con la economía mundial de la capital de Jalisco se ha visto fortalecido con la celebración en esta ciudad de la XXIV Reunión Plenaria del Consejo Económico de la Cuenca del Pacífico (PBEC) en mayo de 1991, que es la primera que se lleva a cabo en un país latinoamericano. En este respecto, en los últimos años, inversionistas japoneses y coreanos han manifestado que tienen proyectos para instalar en la región plantas de manufactura y ensamble, como es el caso de la corporación Dae-Woo, de Corea del Sur, la cual tiene proyectado establecerse en El Salto para producir televisores a color.

CONCLUSIONES

La concentración de empresas de alta tecnología en las ramas de la computación, la informática y otras de la industria electrónica en Guadalajara desde los 60, y sus efectos en el desarrollo de esta región, constituyen un fenómeno esencialmente diferente a los que han tenido lugar en el Valle del Silicio, en California y en la Ruta 128, en Massachusetts. La diferencia fundamental se refiere a que en estos casos se trata de procesos gestados por factores de origen local que han sido protagonizados por empresas domésticas nacidas en esas regiones. Es decir que se trata de desarrollos nativos con capitales eminentemente nativos, mientras que en Guadalajara el fenómeno fue originado por la instalación de filiales y subsidiarias de firmas multinacionales que crearon un clima atractivo para el subsecuente establecimiento de otras, en su mayoría extranjeras.

No obstante, Guadalajara presenta rasgos que pueden prefigurar el desarrollo de un complejo de alta tecnología en los próximos lustros, dado el surgimiento de empresas de creación inducida (*spin-offs*) así como de otras establecidas por iniciativas netamente locales (*start-ups*), impulsadas por las economías de aglomeración y la dinámica que se han generado en el área.

Empero, hasta ahora el caso de Guadalajara ha estado más cerca de la figura de las Zonas Industriales para la Exportación, en el sentido de que se acerca más a una plataforma de exportación o bien a un enclave de filiales de corporaciones transnacionales, la cual forma parte de redes internacionales más amplias, como eslabón de la nueva división internacional del trabajo. En este respecto la región se asemeja a Baja California, a la que González-Aréchiga y Ramírez (1989) han calificado como "simple receptáculo de las compañías más avanzadas

del mundo que asumen estrategias de localización claramente preestablecidas" (1989: 19).

REFERENCIAS

- DORFMAN, Nancy S., 1983, "Route 128: the development of a regional high technology economy". *Research Policy* 12: 299-316.
- FERNANDEZ-KELLY, Patricia y Ana M. GARCIA, 1989, "Informalization at the core: Hispanic Women, homework, and the advanced capitalist state", en Alejandro Portes, Manuel Castells y Lauren Benton (Eds.), *The Informal Economy. Studies in Advanced and Less Developed Countries*. Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press.
- FRÖBEL, Folker, Jürgen HEINRICH y Otto KREYE, 1981, *La Nueva División Internacional del Trabajo*. México: Siglo XXI Editores.
- ENGSTROM, Therese, 1987, "Little Silicon Valleys", *High Technology*. Enero: 24-32.
- GLAZER, Sarah, 1986, "Business take root in university parks", *High Technology*. Enero: 40-47.
- GROVE, Andrew, 1987, "The Future of Silicon Valley". *California Management Review* 3: 154-160.
- HANSON, Dirk, 1984, *Los Nuevos Alquimistas. Silicon Valley y la Revolución Microelectrónica*. México: Editorial Planeta.
- KOZMETSKEY, George, Raymond SMILOR y Elaine CHAMBERLAIN (Eds.), 1987, *Economic Development Alliances. Major New Relationships for Research and Technology Commercialization*. Austin: Institute for Innovation, Creativity and Capital, University of Texas at Austin.
- PALACIOS, Juan José, 1990, "Maquiladoras, reorganización productiva y desarrollo regional: el caso de Guadalajara". Trabajo inédito. Centro de Estudios del Pacífico, Universidad de Guadalajara.
- RAMÍREZ, José Carlos y Bernardo GONZÁLEZ-ARÉCHIGA, 1989, "La silenciosa integración de la industria bajacaliforniana a la Cuenca del Pacífico". Trabajo presentado en el Seminario Perspectivas de la Apertura Económica de México hacia la Cuenca del Pacífico, organizado por el Programa de Estudios del Pacífico, Universidad de Guadalajara, Noviembre 27-29 de 1989.
- Secretaría de Promoción y Desarrollo Económico, 1990, *Jalisco: A Profile*. Folleto de Promoción. Gobierno del Estado de Jalisco.
- SIEGEL, Lenny, 1985, "The dark side of Silicon Valley". *California Magazine* 10 (Octubre): 113-117, 149.
- THOMAS, Rich, 1990, "From Russia with chips". *Newsweek*, Agosto 6: 40.

ANEXO I

EMPRESAS Y PRODUCTOS DE LA INDUSTRIA
ELECTRONICA EN JALISCO

MAQUILADORAS

ELECTRONICA PANTERA	Ensamble de ameses y cables.
GENERAL INSTRUMENT DE JALISCO	Ensamble de relevadores y supresores de corriente.
INDUSTRIAS MEXICANAS UNISYS	Ensamble de minidisques, cartuchos de disco y disco fijo; ameses, transductores, cabezas flotantes, tarjetas para PCs, fuentes de poder, bobinas, transformadores magnéticos, microprocesadores terminales, multiplexores.
MAQUILADORA AGSA	Ensamble de videocassetteras, fabricación de cassettes.
MOTOROLA DE MEXICO	Ensamble de semiconductores, circuitos integrados, radios y micrófonos.
NEC DE MEXICO	Ensamble de equipos de telefonía celular.
PODER DIGITAL	Ensamble de fuentes de poder para computadoras y equipo electrónico.
SISTEMAS DELPHI	Ensamble de tarjetas de circuito impreso y de teclados para computadoras.
SHIZUKI ELECTRONICA	Ensamble de conectores y capacitores moldeados.

NO MAQUILADORAS

ADELANTOS DE TECNOLOGIA	Ensamble de tarjetas de circuito impreso.
ALARTEC	Controladoras, fotoceldas, enlazadores telefónicos.
ATT DE MEXICO	Ensamble de equipos de telefonía celular.
C.P. CLARE	Ensamble de relevadores y supresores de picos.
COMPUBUR	Fabricación de placas para circuito impreso, ensamble de circuitos impresos.
CHEROKEE	Ensamble de fuentes de poder.
ENCITEL	Ensamble de tarjetas de circuito impreso.
HEWLETT-PACKARD	Fabricación de mini y microcomputadoras y equipos periféricos.
IBM DE MEXICO	Ensamble de microcomputadoras.
INDUSTRIAS CEBRA	Partes para antenas y accesorios de televisores.
INDUSTRIA ELECTRONICA DE JALISCO	Protectores de línea contra fallas de voltaje.
INDUSTRIA FOTOGRAFICA INTERAMERICANA (KODAK)	Fabricación de películas fotográficas y discos flexibles para computadoras.
INDUSTRIAS GORMEN	Fabricación de copiadores electrónicos para tomos.
INGENIERIA D. Y B.	Reóstatos, potenciómetros, rep. motores eléctricos y transformadores.

INSTRUMENTACION Y ROBOTICA INDUSTRIAL	Ensamble de equipo electrónico industrial.
LOGIX	Fabricación de microcomputadoras.
JAMTEC	Cinescopios para T.V.
KRUPPS MEXICANA	Fabricación de cafeteras y otros aparatos electrodomésticos.
LEYDENTRONICA	Capacitores de poliéster para telefonía e industria electrónica.
MEXALTEC (antes Kitron)	Diseño y fabricación de kilowatímetros, relevadores corriente, registradores de disturbios en líneas de transmisión eléctrica.
MITEL DE MEXICO	Tarjetas para conmutadores telefónicos.
MOLEX DE MEXICO	Fabricación de interconectores para circuitos impresos.
SOLUCIONES ELECTRONICAS	Ensamble tarjetas de circuito impreso.
TANDEM COMPUTERS	Ensamble y fabricación de microcomputadoras.
TELECTRA	Fabricación de equipos de telefonía y máquinas automáticas.
WANG DE MEXICO	Ensamble de microcomputadoras y equipos de telefonía (extensiones).

EMPRESAS DE ORIGEN LOCAL DESAPARECIDAS

MICROTON	Manufactura y ensamble de microcomputadoras y buffers.
WIND	Ensamble de microcomputadoras.