

# LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA EN MÉXICO

Luis Fuentes Aguilar\*

## Resumen

En este trabajo se presentan las principales características de la industria electrónica en México, haciendo énfasis en el sector profesional, sus componentes, productos y en la industria maquiladora electrónica.

## Summary

This paper analyses the main characteristics of the electronic industry in Mexico as a professional sector, its components, products and also the *maquiladora* electronic industry.

## Introducción

En los últimos lustros, la industria electrónica en México ha sufrido una transformación tecnológica radical por su extensión, su impacto en la sociedad y su velocidad de transformación. La llamada "revolución electrónica" se basa en la miniaturización, lo cual no es otra cosa que concentrar, en el mismo espacio físico, un número cada vez mayor de transistores.<sup>1</sup> Así, en 1960 un espacio físico de 25 mm<sup>2</sup> podía contener un par de transistores; en 1980 contenía 100 000 elementos y se espera que antes de que termine el siglo se pueda dar albergue a 1 000 000 de transistores. Este número de elementos es mayor que el actual en una computadora de regular tamaño.

Este cambio, que por sí mismo no representa sino un proceso evolutivo hacia la compactación de un dispositivo, tiene, sin embargo, implicaciones relevantes. El efecto espiral entre los costos y las nuevas aplicaciones de las computadoras, se ha traducido en una transformación radical de la industria electrónica. Esta pasó de ser una industria contenida en sí misma, con un pequeño número de productos específicos, a constituir un área industrial cuyos miles de productos diferentes se emplean en muchas otras áreas de la industria, así como en aplicaciones directas.<sup>2</sup>

El proceso de miniaturización ha producido una sucesión de dispositivos que al aumentar en complejidad se dedica a usos cada vez más específicos. Cuando la complejidad de un dispositivo hace que sus utilidades sean más concretas y muy baja su flexibilidad de aplicación, una nueva generación de dispositivos con mayor integración aparece en el mercado, con lo cual da continuidad al mismo proceso.

El crecimiento en la utilización de las computadoras conlleva el aumento de un campo asociado: la programación, entendida ésta como el desarrollo de métodos y lenguajes para aplicar las computadoras a usos específicos. De esta manera, el mismo dispositivo de cómputo se puede utilizar, con una programación diferente, para llevar una nómina, controlar una máquina o dirigir un proceso industrial.

---

\* Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 20 850, 01000 México, D. F.

<sup>1</sup> Dieter, 1988, pág. 29.

<sup>2</sup> Rada, pág. 19.

Desde principios del decenio de los sesenta, la industria electrónica mundial ha estado relocalizando de modo importante sus actividades de fabricación, trasladándolas hacia algunas zonas del Tercer Mundo. Esta reubicación se restringió al ensamble de productos electrónicos de consumo (calculadoras, relojes digitales y juegos electrónicos) y de semiconductores, que van desde dispositivos sencillos separados, como los transistores, hasta circuitos integrados de mediana y gran escala. Además, en términos geográficos, la fabricación electrónica se concentró en unos cuantos países del sureste asiático, unos pocos sitios del Caribe y las industrias maquiladoras de la frontera norte de México.<sup>3</sup>

La característica más importante es que, más que cualquier otra industria, la fabricación de elementos electrónicos en países subdesarrollados, se ha subordinado ampliamente a los requerimientos de una estrategia de búsqueda de "fuentes mundiales de abastecimiento" por parte de las compañías transnacionales, en especial estadounidenses. Así, la obtención de mano de obra femenina, más barata y sumisa, ha constituido por mucho tiempo la preocupación principal de la industria electrónica intermedia.

En México la localización de la industria electrónica obedece a factores que señalan ventajas comparativas en el empleo de la mano de obra o en el acceso a los principales centros de consumo, en especial la demanda interna del sector profesional que está ligado al tipo de concentración industrial que muestra el país.

En este trabajo se presenta un marco de referencia donde se establecen las relaciones del desarrollo tecnológico de la electrónica y la productividad en los procesos de manufactura; las características de la industria electrónica en México en relación con el mercado interno y el estadounidense por sectores industriales; las materias primas y los productos, así como algunas peculiaridades de la industria maquiladora electrónica (véase figura 1).

**El marco de referencia.** El desarrollo tecnológico de la electrónica afecta la producción industrial, tanto en lo que se refiere a sus productos como a los procesos de manufactura. Respecto a los productos, se tienen los efectos siguientes:

— Mejora de productos existentes. Ejemplos comunes de este proceso son la introducción de la carburación electrónica en la industria automovilística o la producción de relojes digitales; en estos casos, un producto ya existente mejora su eficacia por medio de la electrónica.

— Introducción de nuevos productos. Un ejemplo común son las calculadoras de bolsillo, un producto que no podía existir sin la miniaturización en la electrónica y que desplaza del mercado a otros productos, como las reglas de cálculo.

— Disminución de costos en la producción y mantenimiento de los productos. Como ejemplo, que en cierta forma incluye tanto mejoras como nuevos productos, vale la pena considerar las centrales telefónicas. Al convertirse en electrónicas, ofrecen numerosas ventajas a la administración de la empresa telefónica: en primer lugar, la central misma es más barata, o bien, a igualdad de precio, permite aumentar el número de servicios.

<sup>3</sup> Posner, pág. 36.

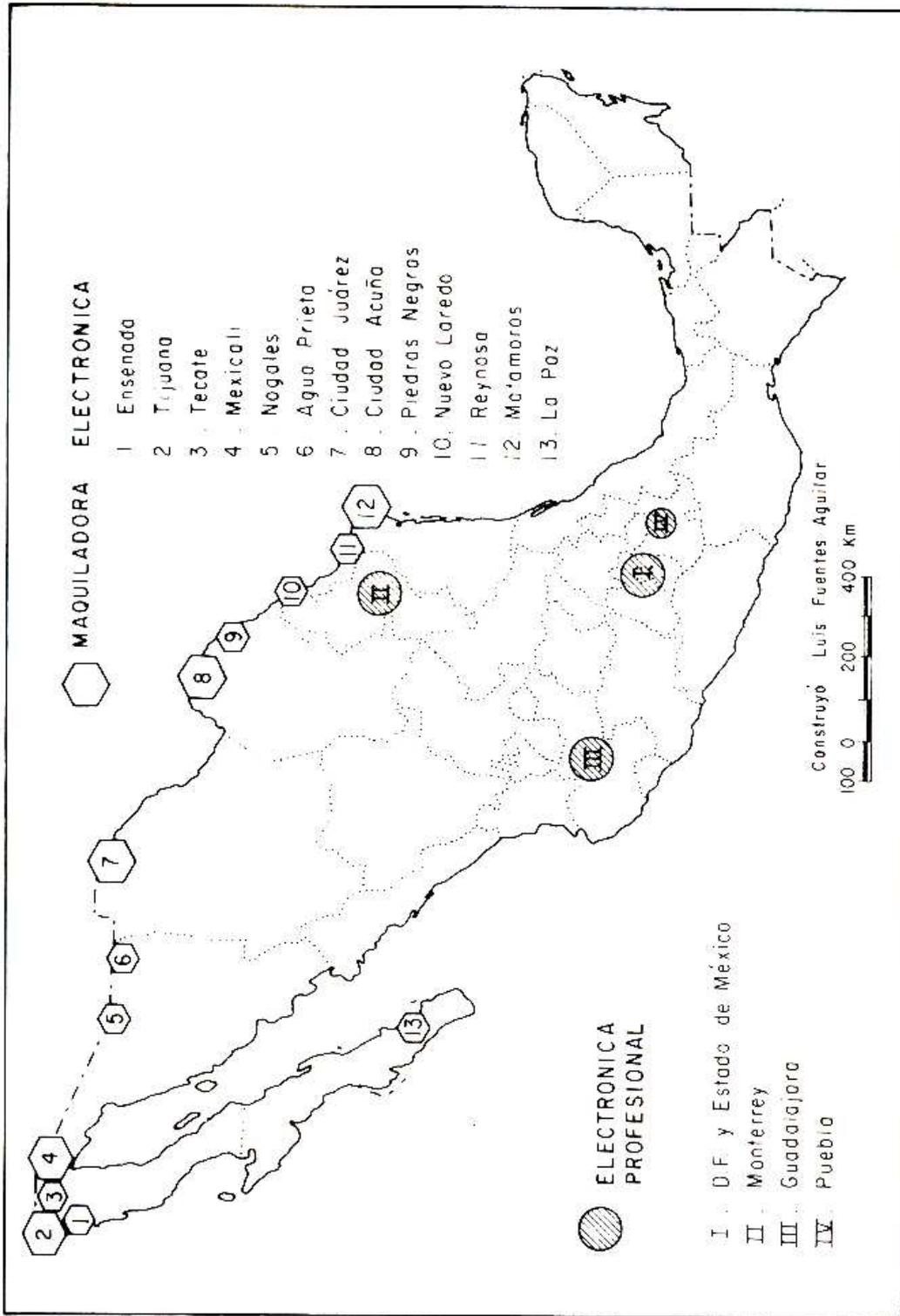


Figura 1. Localización de la industria electrónica.

En segundo lugar, ocupa menos espacio físico, lo que disminuye el costo de instalación. Tercero, contiene menos partes móviles, lo cual disminuye el desgaste y los costos de mantenimiento. Por último, permite no solo la transmisión de voz, sino de información.

En los procesos productivos, la industria ha encontrado en la electrónica una manera de aumentar su productividad, disminuir sus costos y producir con una calidad más uniforme. La intervención de la electrónica en los procesos industriales se manifiesta en varios aspectos: se controlan y operan máquinas-herramienta en una secuencia programada de acciones. A otro nivel se tiene el control de procesos; esto implica una serie de decisiones que una computadora toma para efectuar el proceso mismo, con base en información continua durante el desarrollo del proceso. A su vez, el sistema de control es capaz de transmitir información a una jerarquía superior, en donde las decisiones se toman de acuerdo con varios procesos. Estos sistemas de control son los llamados CAD-CAM (Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing).<sup>4</sup>

En términos generales, se considera que la política de desarrollo de la industria electrónica, debe ser congruente con la situación actual de la industria en el país y en el mundo. Conviene entonces considerar brevemente las características generales de esta situación.

En 1989, el mercado mundial de la electrónica ascendió a 474 000 millones de dólares, sin contar a los países socialistas. En la **tabla 1** se muestra la división de este mercado, en cantidades y porcentajes. Destaca claramente el tamaño del mercado estadounidense que por sí solo representa casi la mitad de la demanda del mundo occidental. El tamaño de este mercado permite controlar y dirigir el desarrollo tecnológico de la electrónica. Japón, que representa el segundo mercado más fuerte, es solo la tercera parte del de Estados Unidos, y el alemán, el más grande de Europa Occidental, representa la quinta parte del mismo.

**Tabla 1.** Mercado mundial de electrónica, 1989 (miles de millones de dólares)

	Valor	%
EUA	218	46
Europa Occid.	128	27
Japón	74	16
Otros	54	11
Total	474	100

No incluye países socialistas.

Fuente: SEPAFIN, 1990.

En la **tabla 2** se muestra la división porcentual del mercado europeo, en el que cuatro países representan 80% del total.

La producción electrónica, como tal, engloba una enorme diversidad de productos cuya manufactura, distribución y mercado difieren como otros muchos productos que

<sup>4</sup>Dieter, 1989, págs. 73-77.

proviene de sectores industriales reconocidos. La industria que produce relojes de pulsera o tornamesas difiere cualitativa o cuantitativamente de aquella que produce computadoras o centrales telefónicas. Por esto conviene tratar a la industria electrónica dividida en sectores que poseen características industriales afines.

**Tabla 2.** División porcentual del mercado europeo de electrónica, 1988

País	%
RFA	27
Francia	21
Gran Bretaña	21
Italia	10
Países Bajos	8
Escandinavia	6
España	5
Suiza	2
Total	100

Fuente: Electronics, 1989.

En la **tabla 3** se muestra la estructura porcentual de los grandes sectores de la industria electrónica, de acuerdo con la clasificación usual. Cabe resaltar el valor que representa el mercado de semiconductores en Estados Unidos, indicativo del elevado nivel tecnológico de la industria.

Resulta también interesante ver que en los países del “resto del mundo” el mercado de consumo representa una proporción muy alta en relación con los otros sectores; por regla general, esto caracteriza el bajo nivel tecnológico de la industria de esos países.

**Tabla 3.** División de la industria electrónica por sectores en porcentajes

Sectores	E. U.	Europa Occidental	Japón	Otros
Componentes pasivos	10	10	15	—
Semicond.	7	2	3	—
Proceso de datos	33	30	25	11
Consumo	12	23	22	63
Telecomunic.	5	17	10	—
Industrial	3	5	5	—
Otros	30	13	20	26
Total (miles de millones de dólares)	218	128	74	74

Fuente: Electronics, 1989.

**La industria electrónica en México.** Para efectuar algunas consideraciones sobre la industria electrónica en México, en relación con los mercados mexicanos y estadounidenses, por sectores industriales, se presenta la **tabla 4**.

**Tabla 4.** Comparación de diversos sectores industriales entre México y Estados Unidos de América, en miles de millones de dólares

Sectores	E. U.	%	México	%	Relación
Componentes					
pasivos	21.8	10	0.200	8	1 a 109
Semicond.	15.2	7	0.070	3	1 a 217
Proceso					
de datos	71.8	33	0.400	17	1 a 180
Telecomunic.	11.0	5	0.500	21	1 a 22
Consumo	26.0	12	0.940	39	1 a 28
Otros	72.2	33	0.290	12	1 a 249
Total	218.0	100	1.400	100	1 a 90

**Fuente:** SEPAFIN, 1990.

Destaca de inmediato que, al no haber industria electrónica profesional en México, excepto en telecomunicaciones, la demanda de semiconductores es muy baja; asimismo, puesto que la aplicación de las computadoras se dirige principalmente al área informática y no al esquema productivo, la demanda de computadoras es menor que el promedio del mercado.

La **tabla 5**, basada en una investigación directa de la SEPAFIN en 119 empresas registradas en la Cámara Nacional de la Industria Electrónica y de Comunicaciones Eléctricas (CANIECE), muestra la estructura porcentual de la planta industrial, de acuerdo con los sectores de productos afines. Si se tiene en cuenta que el sector de componentes y partes surte en forma casi exclusiva a la electrónica de consumo, resalta el desbalance de la planta industrial, en que más del 75% se orienta hacia el 40% del mercado. Esta orientación no implica, en manera alguna, que la industria cubra y surta adecuadamente este 40%, o incluso que sea autosuficiente, como se refleja en el saldo de la balanza comercial y el tipo de importaciones.

Por otra parte, destaca en forma clara la inversión mínima en tecnología y los altos costos de producción de México. Lo primero se traduce en la venta y producción de modelos obsoletos, que no pueden explotarse; lo segundo se debe en gran parte a la falta de economías de escala, resultado de producir bienes de consumo masivo restringidos a un mercado relativamente pequeño. El gasto en tecnología rara vez se dirige a la innovación y, por regla general, se destina a adoptar modelos obsoletos, para adecuarlos a las condiciones nacionales de producción y comercialización.

**Tabla 5.** Estructura de la industria electrónica en México, 1988

<b>Sector</b>	<b>Porcentaje de empresas (1)</b>
Componentes y partes	45.0
Consumo	33.0
Telecomunicaciones	11.0
Control industrial	3.5
Computadoras	4.0
Medición y prueba	3.5

(1) De un total de 119 empresas.

**Fuente:** SEPAFIN, 1990.

Los problemas y la orientación de la industria se observa claramente en la balanza comercial del sector (tabla 6).

**Tabla 6.** Balanza comercial de la industria electrónica mexicana (millones de pesos)

<b>Concepto</b>	<b>1987</b>	<b>1988</b>
Importaciones	39 276	62 612
Exportaciones	2 296	7 514
Saldo	-36 980	-55 098

**Fuente:** SEPAFIN, 1990.

Conviene señalar que los datos anteriores se basan en estadísticas de comercio exterior y registros de importaciones y exportaciones. En consecuencia, si bien son razonablemente confiables en las exportaciones, debido al interés de las empresas en registrarlas, para obtener beneficios fiscales, subestiman de manera importante las importaciones, principalmente a causa del contrabando. De esta manera, el saldo de la balanza comercial es aún más amplio.

En lo relativo a productos electrónicos de consumo, diversas estimaciones indican que del 30 al 50% del mercado nacional se surte de importaciones ilegales; seguramente la cifra difiere de acuerdo con el tipo de producto, pero en todo caso representa una proporción significativa de la demanda. Es difícil pensar en una reducción seria de esta proporción en las condiciones de calidad y precio de los productos nacionales. En electrónica profesional la subestimación de las importaciones tiene otro origen: en numerosas ocasiones el equipo electrónico se importa como parte de otro equipo y, por lo tanto, su importación no aparece en la fracción arancelaria correspondiente a la electrónica.

En general se considera que la industria nacional no es partícipe del desarrollo tecnológico; este hecho condiciona su estructura. A pesar de que la industria

electrónica nacional se dirige hacia las áreas de menor contenido tecnológico y con mayor importancia a la ocupación de mano de obra, su capacidad de generar empleos disminuye conforme evoluciona la tecnología. En otras palabras, debido a la miniaturización de los componentes, cada vez se requiere menos mano de obra para producir un aparato. En efecto, a pesar de un crecimiento de 19.2% anual en el periodo 1985-1989, los empleos generados por la planta industrial solamente han crecido a una tasa anual de 8.2%.<sup>5</sup> En la actualidad, el conjunto de la industria electrónica nacional emplea aproximadamente 82 000 personas. Posteriormente se harán algunas consideraciones sobre la industria maquiladora.

La diversidad de la industria electrónica se manifiesta no solo en sus productos, sino también en el tipo de plantas industriales que los manufacturan. De particular importancia es la diferencia entre industrias de proceso como las de silicio o de plásticos, que para su operación económica requieren de grandes escalas de producción que superan el mercado nacional, y las industrias de producto, cuyas escalas dependen de los tipos de productos y mercados.

Dentro de estas industrias existe una relación entre el valor agregado del producto y el tamaño de mercado al que deben dirigirse; por lo general, un producto de consumo amplio como un radio o un televisor, requiere de una operación en escala internacional para su funcionamiento efectivo, mientras que los productos con un alto valor agregado en muchos casos pueden surtir mercados reducidos en una operación económicamente viable. Pudiera decirse que para los productos electrónicos el valor agregado es casi equivalente al contenido tecnológico.<sup>6</sup>

Otra característica de la industria electrónica, de particular importancia para México, es la posibilidad de penetrar mercados internacionales mediante las exportaciones. Para la industria nacional, ésta es importante al menos desde tres puntos de vista: a) el efecto de las importaciones electrónicas sobre la balanza de pagos crece en importancia a una tasa anual aproximada de 20 a 25%. b) La competitividad en términos de calidad, precio y tecnología necesarios para penetrar mercados internacionales son la mejor garantía de un desarrollo sano de la industria nacional. c) La operación económica de plantas que fabrican numerosos productos electrónicos requiere de escalas que en muchos casos superan las dimensiones del mercado nacional, de manera que solo tiene sentido fabricar diversos productos si se van a realizar exportaciones.

Con base en estas consideraciones, y teniendo en cuenta una división en términos de estructura industrial, se puede separar el campo de la electrónica en tres grandes áreas: materias primas, componentes y productos electrónicos.

**Materias primas.** Las industrias que pertenecen a esta área no son propiamente electrónicas, sino industrias con mayor tradición dentro de la industria nacional de transformación. Sin embargo, destacan aquellas materias primas que inciden directamente en la estructura industrial de la electrónica, como el silicio, algunos plásticos, metales de diversas características y especificaciones. Se trata de industrias de proceso cuyas escalas económicas de producción exceden en mucho las dimensiones

<sup>5</sup> SEPAFIN, 1990.

<sup>6</sup> Kaplinsky, págs. 42-43.

del mercado nacional y cuya operación debe considerarse en función de la penetración de los mercados internacionales.

La entrada de México a este tipo de mercados debe apreciarse como un elemento estratégico de desarrollo que depende de la decisión del sector industrial mexicano, estatal y privado. De particular importancia es la industria del silicio, que tiene penetración cada vez mayor en diversos sectores industriales, además de constituir la base de la electrónica.

El propósito de desarrollar el área de materias primas sería evitar la situación típica que priva en diversos sectores industriales mexicanos, en los cuales el país posee en abundancia la materia prima básica, la exporta en su forma más elemental y con menor valor agregado y la vuelve a importar más tarde, con la forma y especificaciones requeridas en el proceso industrial.

**Componentes.** En electrónica, los componentes poseen un doble valor; por un lado, representan un insumo necesario para la fabricación de todos los productos electrónicos; por otro, en el sector de circuitos integrados, representan el "hilo conductor" de la tecnología electrónica y la fuerza motora de la industria y la innovación tecnológica.

Desde el primer punto de vista, lo más lógico sería considerar a los componentes como un bien económico libre (*economic free good*) y, con objeto de apoyar al máximo la industria terminal, adoptar una política de "fronteras abiertas". El segundo punto de vista, por otra parte, demandaría exactamente lo opuesto, es decir, que la autodeterminación tecnológica en la industria electrónica requiere el establecimiento de una industria nacional tecnológicamente avanzada, aplicando las medidas de protección que fuesen necesarias.

Esta disyuntiva obliga a adoptar criterios diferentes para diversos componentes, buscando proporcionar incentivos que generen el desarrollo de la tecnología de componentes sin actuar en detrimento de la industria terminal, cuyo desarrollo requiere que los componentes más avanzados estén disponibles en las mejores condiciones.

**Productos electrónicos.** La diversidad de mercados y productos hace necesario subdividir esta área, con objeto de establecer políticas que permitan apoyar los sectores de mayor valor estratégico para el desarrollo de la industria y cuyo efecto general en la economía es mayor. Conviene aceptar, para el tratamiento de los productos, la división sectorial utilizada internacionalmente, que establece los sectores siguientes: electrónica de entretenimiento, telecomunicaciones, computadoras y máquinas de oficina, electrónica industrial, instrumentos de medición y electrónica para aplicación biomédica.

Las diferentes características de cada uno de estos sectores amerita establecer acciones individuales de desarrollo, congruentes entre sí y contenidas en un esquema de desarrollo general de la industria electrónica. De particular importancia para el país son los sectores de entretenimiento, telecomunicaciones y computación. Los dos primeros, por su desarrollo en el país y su potencial de mercado; el tercero, porque al mismo tiempo que posee un mercado nacional de buen tamaño tiene en mayor efecto global sobre la economía y el desarrollo de los procesos industriales.

Debido a que la automatización basada en las computadoras está invadiendo prácticamente todas las etapas de diseño, producción, aplicación y mantenimiento de equipo electrónico, de servicios y operaciones auxiliares y complementarias, la economía de diseño y fabricación de semiconductores, por ejemplo, que llegó a utilizar con relativa intensidad el factor trabajo, realiza ahora inversiones muy altas y registra un fuerte repunte en el uso de capital. Además, se ha generado una tremenda presión para aumentar la interrelación técnico-industrial y para seguir con las operaciones de adquisición y de integración vertical en escala mundial.<sup>7</sup>

Para algunas empresas que fabrican sistemas y componentes electrónicos en Estados Unidos, Japón y Europa Occidental podría ser razonable transferir, aunque de manera selectiva, la tecnología microelectrónica relativamente avanzada que poseen algunos centros de crecimiento industrial de América Latina, el sureste de Asia, el Oriente Medio y el Mediterráneo.

Desde la perspectiva de la localización geográfica de las empresas, tres tipos de consideraciones parecen tener importancia para decidir la instalación de líneas de producción automatizada en un sitio específico: 1. El que la empresa mejore su acceso a mercados de importante crecimiento potencial. 2. El reducir tanto los costos de producción como la resistencia a los cambios que la empresa intenta imponer en los estilos vigentes de organización de la producción. 3. El aprovechar mejor las nuevas tecnologías de información a fin de superar las restricciones básicas en las formas operantes de acumulación de capital.<sup>8</sup>

En los principales mercados prácticamente todas las industrias importantes resisten un estancamiento relativo de la demanda, cuyo origen es estructural. Esto puede aplicarse también a ciertas industrias como la electrónica, a las cuales se asignaba el papel de impulsoras del crecimiento en los ochenta. En consecuencia, las empresas se esfuerzan cada vez más en aprovechar el gran mercado potencial del Tercer Mundo, en particular los países del Golfo Pérsico, los del sureste de Asia y los de América Latina.

Perece que en el sector de la electrónica, las áreas siguientes son las de importancia primordial para la penetración futura del mercado: la electrónica militar; las telecomunicaciones; artefactos para los consumidores de la élite urbana, como ciertos juegos y los videos de "sexo y crimen"; la computarización del sector terciario, incluyendo nuevas técnicas de control social, y la computarización selectiva de la producción industrial orientada a la exportación, en especial los componentes y los bienes electrónicos de consumo.

En relación a los costos de producción y la resistencia contra la reestructuración industrial, es posible que las grandes empresas consideren algunos argumentos favorables para la ubicación progresiva de sistemas de automatización computarizada en algunos centros de crecimiento del Tercer Mundo.

---

<sup>7</sup> Tilton, págs. 53-55.

<sup>8</sup> Smith, pág. 101; Hagggett, pág. 440.

Ejemplo de lo anterior es la disponibilidad de técnicos y mano de obra barata y dócil, pero calificada, en particular en algunos centros urbanos de América Latina y Asia. Este aspecto presenta dos problemas relevantes.

Primero, si bien la automatización hace que tienda a disminuir la participación del costo de la mano de obra en los costos totales de producción, esto no significa que los salarios dejen de desempeñar su papel en las decisiones de inversión internacional. Aún en niveles crecientes de automatización, es importante que en general los operadores y el personal de mantenimiento de los países en desarrollo reciban salarios notablemente más bajos que sus homólogos en Estados Unidos, Europa Occidental y Japón.

Segundo, en sitios clásicos de producción, la automatización progresiva de la producción industrial está encontrándose con una notable escasez de mano de obra calificada. Por ejemplo, en la industria de semiconductores se requiere personal capacitado de manera integral para diseñar, por medio de computadoras, circuitos integrados, así como para fabricarlos y probarlos, personal que los sistemas actuales de educación y capacitación no pueden proporcionar. Las deficiencias más notorias se presentan en los campos siguientes: ingenieros capaces de hacer plaquetas semiconductoras, técnicos en mantenimiento y prueba, ingenieros de montaje con habilidades multidisciplinarias y experiencia en montaje microelectrónico, e ingenieros de diseño que, al mismo tiempo, sepan elaborar programas de computación.

Otro factor de localización, general a cualquier industria, es que los gobiernos de los países en desarrollo continúen e incluso expandan sus programas para promover la inversión extranjera en las llamadas "industrias de alta tecnología", por medio de una variedad de incentivos fiscales y de políticas para reducir los costos indirectos como, la dotación de infraestructura y normas laborales y ambientales flexibles.

**El sector de electrónica profesional.** La electrónica profesional comprende cualquier equipo electrónico de muy baja tensión, relacionado con el control de maquinaria y procesos de producción, equipos de medición y servicios, telecomunicaciones, computadoras y aplicaciones médicas. El término profesional se utiliza para diferenciar estos equipos de los de entretenimiento o de consumo, como son televisores, radios y equipos de sonido.

Los equipos que forman el ramo de la electrónica profesional se clasifican, según su uso, en los subsectores siguientes:

1. Informática que comprende todo tipo de computadoras y sus equipos periféricos, así como los sistemas lógicos (software).
2. Comunicaciones, que incluye equipos para telefonía, telecomunicaciones, radio-comunicaciones, microondas y equipos para transmisión televisiva y de radio, radares.
3. Electrónica industrial, que incluye todo tipo de equipos de control y medición, y automatización para procesos, así como los sistemas CAD-CAM (Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing).
4. Instrumentación, que comprende equipos para medir, analizar, probar y generar señales en general.

5. Equipo biomédico, que cubre los campos de instrumentación para laboratorios y aplicaciones en equipos médicos.
6. Componentes electrónicos y partes, como son los resistores, capacitores, filtros y redes, relevadores, transistores y circuitos integrados.

La electrónica industrial profesional ha logrado un desarrollo tal que, para 1983 su mercado "civil" para usos no militares, alcanzó un valor de 265 000 millones de dólares en los países industrializados.

Es importante señalar, que mientras Japón ha realizado los avances más notables en la electrónica, tanto de consumo como profesional, el mayor mercado del mundo se encuentra en Estados Unidos, considerando no sólo el mercado militar, sino también el industrial.

Teniendo como indicador a Estado Unidos, se pueden ver las siguientes tendencias en el campo electrónico: la participación de la electrónica para usos civiles ha crecido de 2.25 a 3.25% respecto al PIB de 1977 a 1982 y, en este aspecto, la informática ha aumentado su importancia relativa, pasando del 49.2% en 1977, al 59.3% en 1982, para 1990 representó casi el 72% del mercado. Esto debido a la introducción de las computadoras personales. Por otra parte, la electrónica de consumo ha reducido su participación, pasando del 28.7% en 1977, al 18.1% en 1982, proyectándose una participación del 10.2% en 1990.<sup>9</sup>

Por lo que respecta a los demás sectores, como son comunicaciones y equipos electrobiomédicos, su participación ha quedado estable, no variando en 1990.<sup>10</sup>

La electrónica profesional constituye uno de los campos de mayor atractivo industrial en el mundo moderno, ya que representa el dominio de tecnologías de punta, así como por su velocidad de cambio que abre grandes oportunidades industriales y ejerce una fuerte influencia tanto en otras industrias como en la economía en general.

La industria electrónica profesional no ha tenido en México un desarrollo significativo, sino hasta recientemente. Según datos de la Cámara Nacional de la Industria Electrónica y Comunicaciones Eléctricas (CANIECE), el sector profesional solo representa el 10% de la producción global nacional y satisface únicamente el 15% de la demanda del país.

La mayoría de las empresas del sector electrónico establecidas en México tienen más un perfil profesional de comercialización, que de producción industrial; los niveles de integración se refieren al ensamblaje y, en su gran mayoría, estas firmas son filiales de empresas transnacionales. Además, desde el punto de vista geográfico, las empresas se concentran en un 80% en el área metropolitana de la cuenca de México y el resto en la frontera norte del país.

Las **tablas 7 y 8** muestran el valor de las importaciones con registro en el sector electrónico profesional de México. De ahí se puede estimar la debilidad estructural de esta industria y el campo potencial de oportunidades que representa para el país.

---

<sup>9</sup>McLean, pág. 27.

<sup>10</sup>*Ibidem.*

**Tabla 7.** Importaciones de México de productos terminados de electrónica profesional, en el lapso 1979-1989, en millones de dólares

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Telecomunicaciones	63 214	72 142	70 620	65 747	117 765	111 809	72 170	15 099	27 715	49 687	79 819
Computación	53 735	54 043	82 722	127 840	239 529	256 341	157 538	98 218	126 493	227 687	364 299
Equipo Biomédico	15 380	17 262	19 872	41 645	41 475	57 752	60 200	13 036	19 010	34 218	54 746
Instrumentos y control de procesos	4 607	4 385	6 724	16 617	29 696	60 087	43 334	12 952	35 387	63 696	60 191
Instrumentos de medición y prueba	30 413	30 426	45 368	78 372	104 650	128 792	102 464	68 580	66 103	118 955	95 377
Otros	5 143	6 887	8 745	15 567	35 661	48 349	33 415	10 996	14 449	26 008	24 351
Total	172 492	185 147	232 060	345 788	568 796	663 130	469 121	218 881	289 157	520 481	681 785

Fuente: CANIECE, *Informe Anual de Actividades*, varios años.

Es importante notar que alrededor de las tres cuartas partes del mercado de instrumentación y control electrónicos se concentran en la industria paraestatal, como Petróleos Mexicanos (PEMEX), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Transporte Colectivo Metro y petroquímica básica.

En el campo de la electrónica profesional es importante que México entre en una etapa de verdadero desarrollo y que dé más importancia al fomento que a la regulación de la industria, para evitar la total dependencia técnica del sector y poder satisfacer las demandas de servicio que exige esta área. Entre los instrumentos más relevantes se cuenta el fomento a la integración horizontal a través de la normalización de partes y componentes, control de calidad efectivo y el uso del poder de compra del sector público. Además, es necesario difundir el conocimiento de la electrónica y concientizar al sector industrial-empresarial del impacto de la electrónica, en especial la microelectrónica para la modernización y racionalización, lo cual permitirá a las empresas adquirir una estructura más dinámica e innovadora en su propio campo, y asimilar fácilmente los cambios tecnológicos (tabla 8).

**Tabla 8.** Mercado mexicano de electrónica profesional 1981-1983 en millones de dólares

<b>Productos terminados</b>	<b>720</b>
Telecomunicaciones	250
Equipo biomédico	70
Electrónica industrial (instrumentación, control)	200
Computación	200
Componentes electrónicos y partes	300

**Fuente:** SEPAFIN, *Monografía Sectorial*, núm. 4, 1984.

En la actualidad la rama de la electrónica profesional en la que hay mayor producción nacional es la de la telefonía, particularmente la fabricación de aparatos telefónicos y conmutadores electrónicos.

En lo referente a computadoras y calculadoras, el mercado mexicano es importante y en especial el del sector público, incluyendo la banca, que representa más del 50% del total. Este factor puede ser decisivo para una política de fomento, en especial para el equipo de computación.

En otras ramas, como equipo biomédico, instrumentación y control, la situación es similar a la descrita para las ramas anteriores. En especial la dispersión en tipos, marcas y modelos ha originado un grado de integración muy bajo, al grado de que algunas partes muy simples se importan aún debido al alto costo de fabricación local y a la fragmentación excesiva.

**La industria maquiladora electrónica.** Las cambiantes condiciones internacionales y la crisis que ha venido afectando a la economía mexicana, han inducido a modificaciones estructurales del funcionamiento del aparato productivo y a la adopción de un nuevo enfoque basado en la necesidad de modernizar el sistema económico y de ajustar sus perspectivas en el corto y mediano plazo.

En los últimos años, el sector de la industria maquiladora electrónica, cuya localización se identifica con la franja fronteriza norte, ha registrado un crecimiento notable que lo sitúa como uno de los más importantes generadores de divisas y empleo del país. La industria maquiladora se ha convertido a la fecha en soporte de la exportación y del desarrollo regional, así como una dinámica fuente de empleo.

Como ha sido tradicional desde hace 26 años, cuando se estableció la primera maquiladora en México, las nuevas inversiones en este sector han mostrado preferencia por ubicarse en las principales ciudades de la franja fronteriza norte, fundamentalmente en Tijuana y Ciudad Juárez (*véase figura 1*). La proximidad con los mercados de California y Texas, así como las facilidades de transporte, comunicaciones e infraestructura han reforzado el atractivo de esta región, reteniendo el desplazamiento y el nuevo establecimiento de maquiladoras en otras zonas del país.

Con base en la ubicación, se distingue la participación de las localidades fronterizas que concentraron para 1987, el 89.3% de los establecimientos del sector electrónico, el 94.4% del personal ocupado y el 91.3% del valor agregado total estimado para la industria maquiladora electrónica. En la contribución por entidad destacan Chihuahua, Baja California Norte, Tamaulipas y Sonora.<sup>11</sup>

De 1982 a 1987 se observaron cambios importantes en relación con la evolución de sus principales indicadores. De acuerdo con el número de establecimientos, Baja California Norte, representada por los municipios de Tijuana y Mexicali, registró las más altas tasas de incorporación de establecimientos, de 19.1% y 15.1%, para cada uno de los municipios mencionados respectivamente. En el estado de Chihuahua el ritmo promedio anual es de 9%, seguido por Tamaulipas, 8%, en tanto que Sonora se mantiene constante.

En cuanto a la distribución y dinámica del valor agregado, se representa el mismo orden de importancia que los dos indicadores anteriores a escala estatal. Chihuahua aportaba el 40.2% en 1982, manteniendo una participación constante hasta 1987. A su vez, Baja California Norte contribuyó con el 16.4% del total en 1982, y con el 18.4% en 1987, y Tamaulipas, considerada por el municipio de Matamoros, disminuyó su contribución al variar de 10.9 a 9.6% en el lapso indicado. Igual situación se presentó en Sonora, en el municipio de Nogales, que decreció del 8.5 al 5.3% en el periodo comentado.<sup>12</sup>

**Consideraciones finales.** La industria nacional, en general, no es partícipe del desarrollo tecnológico de la industria electrónica mundialmente, lo que de hecho condiciona su estructura. A pesar de que la industria electrónica nacional se dirige hacia las áreas de menor contenido tecnológico y con mayor ocupación de mano de obra, su capacidad de generar empleos disminuye conforme evoluciona la tecnología. En otras palabras, debido a la miniaturización de los componentes, cada vez se requiere menos mano de obra para producir un aparato.

Resulta interesante, en este contexto, examinar a la industria maquiladora; aunque por varias razones la comparación no puede ser directa, es notable que en el área electrónica la industria maquiladora tenga mayores dimensiones que la industria nacional.

Asimismo, es conveniente hacer algunas consideraciones sobre la evolución de la industria electrónica nacional. Seguramente el desarrollo del sector de electrónica de consumo es una política viable para el desarrollo de la industria, donde la formación de una infraestructura industrial y la generación de las economías de escala que ofrecen los bienes de consumo pueden ser una plataforma de lanzamiento para otros sectores; su menor contenido tecnológico permite una entrada sencilla a la industria, particularmente para los países con ventajas en el costo de la mano de obra.

Por otra parte, en principio, la situación de importaciones también representa una política viable de desarrollo, particularmente si se dirige a sustituir importaciones de

---

<sup>11</sup> INEGI, 1988.

<sup>12</sup> *Ibidem*.

productos cuyo alto valor agregado permite producirlos en cantidades congruentes con la demanda del mercado mexicano. El desarrollo de una industria alrededor de productos con un alto valor agregado induce a la formación de cuadros técnicos con excelente preparación.

Sin embargo, la combinación de las dos orientaciones produce resultados poco satisfactorios. El resultado es una industria con poco valor agregado y bajo contenido tecnológico (características de bienes de consumo) que surte una demanda muy por debajo de la óptima para este tipo de productos. Se genera así una industria poco eficiente por sus escalas de producción, con productos caros y con un bajo contenido tecnológico que le impide competir en mercados externos.

Al combinar las estrategias de orientación hacia bienes de consumo y sustitución de importaciones, se pierden las ventajas que podrían ofrecer cada una por separado y se desvirtúan los dos enfoques hacia el desarrollo de la industria, siendo cada uno de ellos en principio viables.

Podría decirse que la orientación hacia la producción de bienes con bajo contenido tecnológico solo es compatible con la penetración de mercados internacionales, para obtener economías de escala y, por otra parte, que el enfoque de sustitución de importaciones solo es compatible, en electrónica, con la producción de bienes con gran valor agregado y elevado contenido tecnológico. Evidentemente los dos enfoques representan los extremos de un espectro de posibilidades. Dentro de la gran diversidad de productos electrónicos, que combinan en grados diversos tecnología, valor agregado y economías de escala, para diferentes productos, es posible buscar un equilibrio adecuado entre la sustitución de importaciones y la penetración de mercados internacionales, sin tener en cuenta el mercado nacional.

De hecho, los adelantos más recientes en la microelectrónica han conducido a una convergencia tecnológica creciente entre la información, la comunicación y el control. Esto, a su vez, ha abierto nuevas posibilidades para que las empresas transnacionales, instalen redes cautivas de información en todo el mundo con las cuales se unen las instalaciones fabriles de diferentes lugares como si fuesen meras divisiones de una misma fábrica.

Debido a estos adelantos tecnológicos ha sido posible sincronizar en escala mundial la producción descentralizada, con un control estrictamente centralizado, de las decisiones estratégicas (administración global del efectivo; coordinación logística; control operativo oportuno de la producción y de los servicios complementarios de apoyo, particularmente del manejo de existencias y de la comercialización). Al mismo tiempo, esas redes de información abren nuevas posibilidades para que la dirección central presione a las filiales y a los países receptores, y aun los fuerce a una competencia mutua.

Desde la perspectiva de la administración central, hay un creciente interés por integrar un número cada vez mayor de filiales a estas redes mundiales de información cautiva, dentro de los cuales está México, e incrementar aún más sus múltiples posibilidades.

## Referencias

- Dieter, Ernest, *The Global Race in Microelectronics. Innovation and Corporate Strategies in a Period of Crisis*. Francfort of Meno, Nueva York, 1988.
- Dieter, Ernest, *Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing: Their Role and Impact on Manufacturing Productivity*, Secretary of OCDE, París, 1989.
- Haggett, Peter, *Geografía. Una síntesis moderna*, Ediciones Omega, S. A., Barcelona, 1988.
- NEGI, *Avance de Información Económica. Industria Maquiladora Electrónica*, Secretaría de Programación y Presupuesto, México, 1988.
- Kaplinsky, R., *The Impact of Electronics on the International Division of Labour. The Illustrative Case of Computer Aided Design*, Cambridge University Press, U. K., 1989.
- McLean, Mick, *The Electronic Industry. Sector Report*, OCDE, París, 1989.
- Posner, M. V., *International Trade and Technical Change*, R. Vernon Ed., Nueva York, 1987.
- Rada, J., *The Impact of Microelectronics. A Tentative Appraisal of Information Technology*, WID, Ginebra, 1988.
- Schneider, R., "Selected Statistic in Electronics", *Electronics*, vol. VI, EUA, 1989.
- Smith, D. M., *Industrial Location. An Economic Geographical Analysis*, Wiley and Sons Inc., Nueva York, 1981.
- SEPAFIN, Bienes de capital en la industria electrónica profesional, *Monografía Sectorial*, núm. 4, México, 1984.
- SEPAFIN, *El mercado mundial de electrónica*, México, 1990.
- Tilton, J. E., *International Diffusion of Technology. The Case of Semiconductors*, The Brookings Institut, Washington, D. C., 1988.