

Marcos de referencia y opciones de política para el desarrollo de la industria electrónica en México

JOSÉ WARMAN*

INTRODUCCIÓN

En el último decenio, la industria electrónica ha sufrido una transformación tecnológica violenta y radical; por su extensión, su efecto global en la sociedad y su velocidad de transformación quizá no tenga paralelo en la historia.

El hilo conductor de esta "revolución electrónica" se halla en la *miniaturización*. Ésta no consiste en otra cosa que en concentrar, en el mismo espacio físico, un número cada vez mayor de transistores. Así, en 1960 un espacio físico de 25 milímetros cua-

drados podía contener un par de transistores; en 1980 contenía 100 000 elementos y se espera que antes de fin de siglo se pueda dar albergue a un millón de transistores. Este número de elementos es mayor que el actual en una computadora de buen tamaño.

Este cambio, que por sí mismo no representa sino un proceso evolutivo hacia la compactación de un dispositivo, tiene sin embargo implicaciones totalmente revolucionarias. Una pequeña computadora se puede construir con aproximadamente 10 000 transistores y una grande con un millón; entonces, al permitir la miniaturización e incluir todos estos elementos en un solo dispositivo, se hace posible construir computadoras a un costo antes inimaginable. Tal costo decreciente hace factible aplicar una herramienta tan poderosa a usos nuevos y numerosos; esto se refleja en enormes economías de escala en la producción de computadoras, con el consiguiente efecto de una nueva disminución de precios, lo cual a su vez abre nuevos mercados.

El efecto espiral entre los costos y las nuevas aplicaciones de las computadoras se ha traducido en una transformación radical de la industria electrónica. Ésta pasó de ser una industria conte-

*Director de la Industria Electrónica de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Este trabajo es parte de un estudio más amplio del propio autor, sobre las perspectivas de la industria electrónica, escrito a principios de 1982. Desde esa fecha se han llevado a cabo algunas acciones de política que han modificado la situación descrita y que serán tratadas en un próximo artículo. Las opiniones expresadas son estrictamente personales y no comprometen a la institución en que presta sus servicios.

nida 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; de ser una industria se convirtió en lo que se ha llamado "el aceite del engranaje industrial".

Es difícil predecir dónde terminará este proceso, ya que la innovación continua es su característica más notable. Sabemos, por otra parte, que las inversiones necesarias para seguir avanzando en el proceso de miniaturización ya están hechas, o por lo menos previstas hasta 1990. En la gráfica 1 se muestra (en escala logarítmica) el proceso que ha seguido la miniaturización, que seguramente continuará por lo menos hasta fines de este decenio.

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 muy concretas y muy baja su flexibilidad de aplicación, una nueva generación de dispositivos con mayor integración (o sea, más avanzados en la miniaturización) aparece en el mercado, con lo cual da continuidad al mismo proceso. En la gráfica 2 se muestra esquemáticamente esta sucesión de complejidad creciente; la de 1970-1979 ha sido, indudablemente, la década del microprocesador (es decir, una computadora en un solo circuito integrado), y seguramente la aplicación de los microprocesadores se seguirá expandiendo en el actual decenio. Sin embargo, en los laboratorios industriales ya empiezan a estudiarse nuevos materiales y dispositivos que, al llevar adelante el proceso de miniaturización y complejidad creciente, quizá puedan llegar a sustituir eventualmente al microprocesador.

El tremendo crecimiento en la utilización de las computadoras conlleva el crecimiento de un campo asociado: la programática, 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 programática diferente, para llevar una nómina, controlar una máquina o dirigir un proceso industrial.

Es importante destacar los efectos de esta evolución tecnológica en tres áreas de la sociedad: el manejo y transmisión de información, la producción industrial y el empleo.

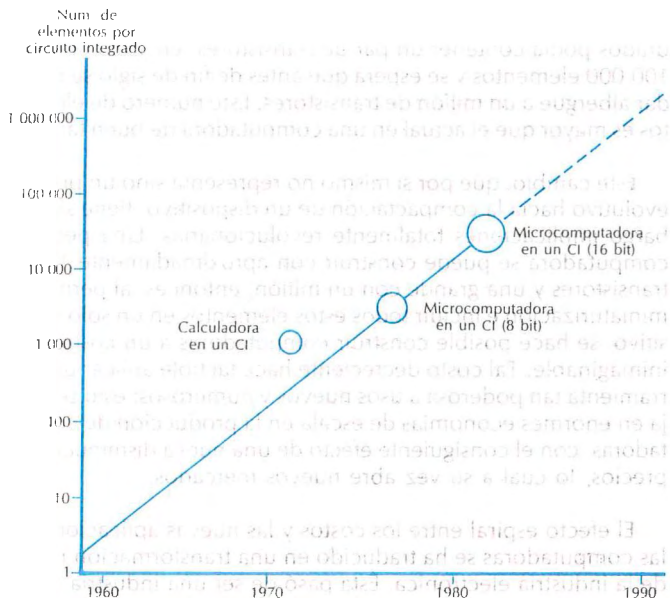
Manejo y transmisión de la información

Pocos campos han sido tan afectados por el desarrollo de la electrónica como el de la información. En esta área, el cambio no sólo es cuantitativo sino también cualitativo.

Las computadoras empezaron en los años cincuenta como elementos capaces de ordenar y cuantificar rápidamente grandes cantidades de información. En esta primera etapa se producen computadoras cada vez mayores. Mientras más grande fuera el "cerebro central", mayor sería su capacidad para ordenar y procesar la información que residía, típicamente, en tarjetas de papel. El desarrollo tecnológico permitió concentrar enormes cantidades de información en una sola computadora, convirtiendo eventualmente a la computadora misma en el archivo respectivo. Más tarde, y debido a la disponibilidad de computadoras más pequeñas, poderosas y capaces de intercomunicarse, se avanzó hacia un proceso descentralizado, donde la información ya no residía en tarjetas o cintas magnéticas sino en una red intercomunicada. Este proceso, que está ocurriendo actualmente, de hecho liga indisolublemente dos sectores que anteriormente poseían dinámicas distintas e independientes: las telecomunicaciones y la computación.

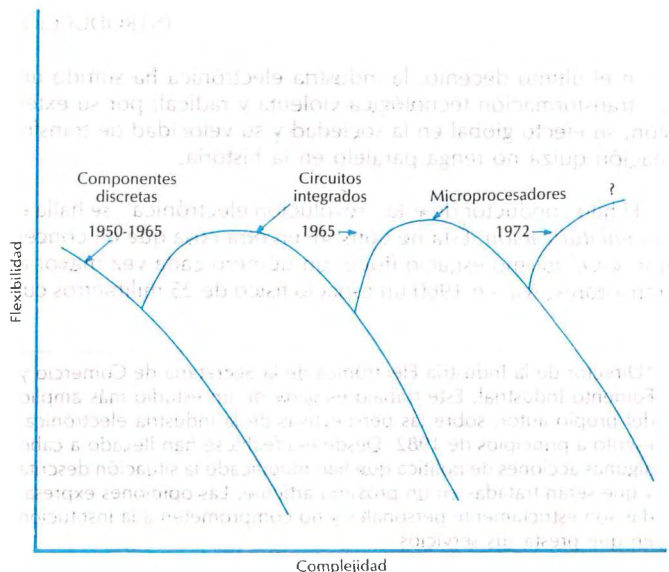
GRÁFICA 1

Tendencia de la miniaturización



GRÁFICA 2

Flexibilidad de aplicación y complejidad del producto



Es evidente que diversos sectores de la sociedad adoptan a ritmos diferentes las nuevas modalidades tecnológicas del proceso y manejo de la información. Sin embargo hay fuerzas que impulsan todo el proceso hacia la automatización: en primer lugar, la creciente complejidad de las sociedades y sus interrelaciones se traduce en la necesidad de tener procedimientos más ágiles y eficaces para manejar el flujo creciente de datos y transacciones. En segundo lugar, es muy difícil dar marcha atrás una vez que se ha automatizado un sistema de información; es inconcebible suponer que las grandes instituciones vuelvan a llevar sus nóminas manualmente o que las instituciones bancarias regresen a procesos manuales en sus operaciones. Al aplicarse las redes de comunicaciones (como la telefónica) a transmitir datos e intercomunicar sistemas de cómputo, se abren posibilidades para el manejo y flujo de la información cuyos horizontes todavía no se exploran pero que, indudablemente, transformarán este campo en los próximos veinte años.

El uso de las computadoras en los sistemas de organización e información de la sociedad hace que ésta se vuelva particularmente vulnerable y dependiente del buen funcionamiento de los sistemas electrónicos; de esta manera, las computadoras adquieren un valor estratégico que no guarda proporción con su valor monetario.

Producción industrial

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 de los productos, se tienen los siguientes efectos:

- Mejora de productos existentes. Ejemplos típicos 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 podría existir sin la miniaturización en la electrónica y que desplaza del mercado a otros productos; en este ejemplo, 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 públicas. 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. En segundo lugar, ocupa mucho menos espacio físico, lo que disminuye el costo de instalación. En tercero, contiene menos partes móviles, lo cual disminuye el desgaste y los costos de mantenimiento. Por último, permite no sólo 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: en primer lugar (quizá el más común) se controlan y operan máquinas-herramienta en una secuencia programada de acciones. A un nivel más profundo se tiene el control de procesos; esto implica una serie de decisiones que una computadora toma para afectar el proceso mismo, con base en información continua durante el proceso. A su vez, esta computadora es capaz de transmitir información a una jerarquía superior, en donde las decisiones se toman de acuerdo con varios procesos.

Esta estructura jerárquica de decisiones, que se toman mediante computadoras cuya programación puede alterarse en forma continua, ha dado lugar al concepto de "inteligencia distribuida" para el control de procesos industriales. Este tipo de electrónica de procesos industriales encuentra cada vez más empleo en las nuevas industrias. Eventualmente, esto lleva al concepto de "fábrica automatizada", en la que una combinación de máquinas, robots industriales y una secuencia de procesos se controlan de modo automático, y la intervención humana solamente se requiere en puntos críticos de decisión.

Aun cuando ya existen ejemplos de este tipo de plantas automatizadas, su introducción en el sistema industrial presenta numerosos problemas, tanto financieros como organizativos, sociales y administrativos; por ello, su difusión es mucho más lenta que lo que la tecnología disponible permitiría prever.

Un aspecto industrial en el que las computadoras también desempeñan un papel creciente es el diseño. En algunas industrias, el diseño de un nuevo producto es tan complejo que, si se hiciera de modo manual, su costo sería prohibitivo. En este tipo de industrias (la de semiconductores es un ejemplo claro) el diseño mediante computadoras representa un elemento central de la producción. Para otras industrias (como la textil o la automovilística), representa una disminución de costos, pues permite reducir el tiempo de desarrollo de un producto; esto es cada vez más importante en un campo de competencia creciente.

Empleo

Cambios tan profundos en la producción y en el manejo de las industrias no pueden sino reflejarse directamente en el empleo generado por la industria. En Europa y Estados Unidos esta posibilidad provocó, desde la década de los cincuenta, una viva preocupación que ha sido el tema central de numerosos congresos y encuentros internacionales. Aun cuando no se hayan justificado los temores iniciales de que todos los trabajadores serían sustituidos por computadoras, es innegable que, como todo proceso de automatización, la introducción de la electrónica tiene efectos profundos, tanto en el número como en el carácter de los empleos generados por la industria.

En la actualidad en varios foros aún se debaten dos puntos de vista radicalmente opuestos. El primero, que podríamos llamar "pesimista", considera que el desplazamiento de empleados y obreros provocado por la creciente automatización de la industria creará a mediano plazo una crisis social en escala mundial cuya solución no es posible plantear. El punto de vista opuesto, el "optimista", considera que si bien la automatización progresiva en efecto desplaza mano de obra en escala de las fábricas individualmente consideradas, crea, por otra parte, oportunidades para nuevos centros industriales; la consecuente ampliación de

la planta industrial puede absorber con facilidad a los desempleados de cada fábrica.

Cada punto de vista aporta en su defensa estudios y casos concretos, y probablemente ambos tienen razón. Sea como fuere, un país como México no puede permitirse el lujo de ignorar los efectos que la automatización tiene en el empleo. En primer lugar, el número de puestos de trabajo que genera la planta industrial es un factor importante en la economía y sociedad nacionales; en segundo, la participación de las manufacturas en los mercados internacionales está sujeta a condiciones de competitividad en calidad y precio en las cuales la automatización desempeña un papel central.

Más aún, todas aquellas ramas de la industria nacional que se han desarrollado y prosperado gracias al bajo precio de la mano de obra nacional pueden ver amenazado su futuro por una estructura industrial mundial en la que el peso relativo de la mano de obra en los costos disminuye debido a la automatización. Es cierto que diversas actividades industriales tienen capacidad para absorber la automatización a ritmos muy diferentes, pero definitivamente no puede ignorarse los efectos de ésta sobre la industria, a mediano y largo plazo.

Es evidente que los efectos en la estructura de empleos no son solamente cuantitativos sino, y esto es fundamental, también cualitativos. Además de que cambia el número de plazas generadas por la industria, también se modifica el tipo de empleo y las calificaciones y habilidades del personal ocupado. Esto ocasiona una sobrecarga en los sistemas nacionales de educación, capacitación y adiestramiento.

Los puntos mencionados permiten apreciar el valor estratégico que la industria electrónica posee dentro de un esquema de desarrollo. La dependencia creciente respecto de la electrónica en puntos vitales de la estructura social, como su organización, la producción industrial y las posibilidades de empleo, ameritan que se le preste atención especial.

MARCOS DE REFERENCIA

Marco internacional

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, repasar brevemente las características generales de esta situación.

En 1981, el mercado mundial de la electrónica ascendió a 237 000 millones de dólares, sin contar a los países socialistas. En el cuadro 1 se muestra la división de este mercado por regiones, en cantidad 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 sólo la tercera parte del de Estados Unidos, y el alemán, el más grande de Europa Occidental, representa la quinta parte del mismo.

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

CUADRO 1

Mercado mundial de electrónica,¹ 1981
(Miles de millones de dólares)

	Valor	%
Estados Unidos	109	46
Europa Occidental	64	27
Japón	37	16
Otros	27	11
Total	237	100

1. No incluye países socialistas.

Fuente: Sepafin.

CUADRO 2

División porcentual del mercado europeo de electrónica, 1980

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

Fuente: *Electronics*, 1981.

La producción electrónica, como tal, engloba una enorme diversidad de productos cuya manufactura, distribución y mercados difieren tanto o más que muchos productos que provienen de sectores industriales reconocidos como diferentes. La industria que produce relojes de pulsera o tornamesas difiere cualitativa y cuantitativamente de aquella que produce computadoras o centrales telefónicas. Por ello, para tratar la electrónica conviene dividirla en sectores que poseen características industriales afines.

En el cuadro 3 se muestra la estructura porcentual de los grandes sectores de electrónica, de acuerdo con la clasificación usual. Cabe hacer notar 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 al bajo nivel tecnológico de la industria en esos países.

A pesar de que las economías de los países industrializados han crecido a tasas muy bajas (incluso negativas) en los últimos años, este efecto no se aprecia en el mercado de la electrónica, que crece a una tasa real global de 10%, aunque los diferentes sectores de la industria crecen a ritmos diferentes. En el cuadro 4 se muestran las tasas de crecimiento de cada sector de la industria, tanto históricas (1979-1981) como proyectadas para el período 1981-1984.

CUADRO 3

División de la electrónica por sectores y países (Porcentajes)

Sectores	Estados Unidos	Europa Occidental	Japón	Otros
Componentes pasivos	10	10	15	—
Semiconductores	7	2	3	—
Proceso de datos	33	30	25	11
Consumo	12	23	22	63
Telecomunicaciones	5	17	10	—
Industrial	3	5	5	—
Otros	30	13	20	26
<i>Total (miles de millones de dólares)</i>	<i>109</i>	<i>64</i>	<i>37</i>	<i>27</i>

Fuente: *Electronics*, 1981, y estimados de la Sepafin.

La mayor tasa de crecimiento es la del sector de semiconductores, lo cual es congruente con la interpretación de que este sector es la fuerza motora del desarrollo de la electrónica.

El sector de consumo es el de menor dinamismo y su crecimiento en los países desarrollados de grandes mercados se debe a la introducción, con ritmo acelerado, de nuevos productos de consumo en un mercado prácticamente saturado de radios y televisores. En los países en desarrollo este sector crece a tasas mayores, lo cual indica una situación totalmente distinta, en la que el aumento del nivel de vida promedio convierte en asequibles los radios y televisores a personas que previamente no podían adquirirlos. Es así que, por ejemplo, la producción de televisores en blanco y negro se destina, en gran medida, hacia los países en desarrollo. También resulta interesante comparar la industria electrónica con otros sectores industriales.

En el cuadro 5 se muestra una comparación para diversos sectores industriales en Estados Unidos. Resaltan los siguientes hechos:

■ La industria electrónica es cuatro veces mayor que la de autopartes y casi siete veces mayor que la maquinaria metalmeccánica.

CUADRO 5

Comparación de diversos indicadores industriales en Estados Unidos, 1981

Sector industrial	Ventas (miles de millones de dólares)	Tasa real anual de crecimiento (%)	Gasto en I y D ¹	Ventas por persona empleada (millones de dólares)
Electrónica	109	10	5.3	52
Maquinaria metalmeccánica	15	4	3.2	60
Aparatos eléctricos en la industria	14	3	2.8	53
Otra maquinaria industrial	23	4	2.5	88
Equipo médico	14	5	3.2	55
Autopartes	26	3	1.5	50
Bienes de consumo duradero	7	4	1.4	75

1. Como porcentaje de las ventas.

Fuente: Fisomex.

CUADRO 4

Tasas anuales de crecimiento de la electrónica por sectores en el mercado estadounidense

Sectores	Tasa histórica 1979-1981	Tasa proyectada 1981-1984
Componentes pasivos	9	10
Semiconductores	22	20
Proceso de datos	16	18
Consumo	8	8
Telecomunicaciones	13	12
Industrial	16	18

Fuente: *Electronics*, 1981.

■ Crece a una tasa considerablemente superior a la de sectores tradicionales de la industria; de hecho es el sector industrial de mayor crecimiento.

■ El gasto en investigación y desarrollo es mucho mayor que en otros sectores industriales, lo que se refleja en la extraordinaria dinámica tecnológica de la industria. Como elemento de comparación vale señalar que el monto anual que la industria electrónica estadounidense dedica a investigación y desarrollo es superior (20%) a las ventas totales sumadas de los seis grupos industriales más grandes de México (Alfa, ICA, Peñoles, Chihuahua, DESC, GIS) en 1980.

Marco nacional

En este contexto, conviene analizar ahora la situación de la industria electrónica en México. En el cuadro 6 se comparan los mercados mexicano y estadounidense, por sectores industriales.

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

En números absolutos, el mercado mexicano es comparable al suizo o a 40% del mercado español. El cuadro 7 basado 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 tomamos en cuenta que el sector de componentes y partes surge en forma casi exclusiva a la electrónica de consumo, resalta el desbalance de la planta industrial, en que más de 75% se orienta hacia 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.

CUADRO 6

Comparación de diversos sectores electrónicos entre México y Estados Unidos (Miles de millones de dólares)

Sectores	Estados Unidos	%	México	%	Relación
Componentes pasivos	10.9	10	0.100	8	1 a 109
Semiconductores	7.6	7	0.035	3	1 a 217
Proceso de datos	35.9	33	0.200	17	1 a 180
Telecomunicaciones	5.5	5	0.250	21	1 a 22
Consumo	13.0	12	0.470	39	1 a 28
Otros	36.1	33	0.145	12	1 a 249
Total	109.0	100	1.200	100	1 a 90

Nota: En México no existen estadísticas cuyo desglose en grupos afines sea estrictamente comparable a las categorías aceptadas internacionalmente. Por ello, las cifras sobre México deben tomarse como elementos de comparación y no como estimaciones precisas del mercado.

Fuente: Sepafin. Datos aproximados para México.

Además del efecto cuantitativo que se evidencia al combinar los cuadros 6 y 7, la orientación de la industria nacional también presenta deformaciones cualitativas. En efecto, el sector de consumo que se ha desarrollado en México es el de menor contenido tecnológico. En el cuadro 8 se comparan las estructuras de costos de las empresas mexicanas y un promedio de 12 empresas extranjeras de electrónica.

Destacan en forma clara la inversión mínima en tecnología y los altos costos de producción de México. Lo primero se traduce

CUADRO 7

Estructura de la industria electrónica en México, 1980

Sector	Porcentaje de empresas ¹
Componentes y partes	45.0
Consumo	33.0
Telecomunicaciones	11.0
Control industrial	3.5
Computadoras	4.0
Medición y prueba	3.5

Nota: En México no se fabrican circuitos integrados.

1. Total: 119 empresas.

Fuente: Investigación directa, Sepafin.

CUADRO 8

Estructura de costos de la industria electrónica (Porcentajes)

Renglón	Empresas mexicanas	Empresas extranjeras
Producción	77.3	60.0
Investigación y desarrollo	0.8	12.0
Administración	12.1	9.0
Publicidad y ventas	9.8	19.0
Total	100.0	100.0

Fuente: Investigación directa, Sepafin. 119 empresas mexicanas y 12 extranjeras.

en la venta y producción de modelos obsoletos, que no pueden exportarse; 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 adaptar modelos obsoletos, para adecuarlos a las condiciones nacionales de producción y comercialización.

Los problemas y la orientación de la industria se observan claramente en la balanza comercial del sector (véase el cuadro 9).

CUADRO 9

Balanza comercial de la industria electrónica mexicana (Millones de pesos)

Concepto	1979	1980
Importaciones	19 638	31 306
Exportaciones	1 148	3 757
Saldo	-18 490	-27 549

Fuente: Sepafin.

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 precisos 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 peor.

En lo relativo a productos electrónicos de consumo, diversas estimaciones indican que de 30 a 50 por ciento del mercado nacional se surge de importaciones ilegales; seguramente la cifra difiere de acuerdo al tipo de producto, pero en todo caso representa una proporción significativa de la demanda. Es difícil pensar una reducción seria de esta proporción en las condiciones de calidad y precio de los productos nacionales.¹ En electrónica profesional la subestimación de las importaciones tiene otro origen; en numerosas ocasiones (notablemente la electrónica industrial)

1. Sin duda, primero las devaluaciones y después el deslizamiento del peso frente al dólar han ocasionado una disminución del contrabando.

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 el cuadro 10 se presentan las importaciones de electrónica por sectores afines para 1978 y 1979. Destaca el hecho de que el renglón más significativo sea el de componentes (bienes a medio armar), a pesar de la presencia de la industria nacional, seguido por el de electrónica profesional; dentro de este renglón el área de computación representa 35% de las importaciones.

CUADRO 10

México: importaciones de productos electrónicos (Millones de pesos)

Concepto	1978	%	1979	%	Incremento (%)
Materias primas	440.7	4	1 870.3	10	324
Componentes	5 737.6	54	8 672.3	44	51
Consumo	643.7	6	1 826.6	9	184
Profesional	3 692.4	35	7 102.5	36	92
Consumo	111.8	1	166.1	1	49
<i>Total</i>	<i>10 626.2</i>	<i>100</i>	<i>19 637.8</i>	<i>100</i>	<i>85</i>

Fuente: Caniece.

La industria nacional no es partícipe, sino víctima, 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 relativa de la 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 global de la industria de 12.8% anual en el período 1975-1979, los empleos generados por la planta industrial solamente han crecido a una tasa anual de 8.2%. En la actualidad, el conjunto de la industria electrónica nacional emplea aproximadamente a 50 000 personas.

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.

El sector electrónico representa 36% del número de empresas maquiladoras y 30% del capital social, pero 60% del personal ocupado y 61% del valor total de la producción de la industria maquiladora.

Evidentemente, la industria maquiladora electrónica se orienta hacia las áreas de menor contenido tecnológico y mayor contenido de mano de obra, pero en ese sentido no difiere demasiado de la industria nacional. En cambio, la industria electrónica maquiladora genera 65 000 empleos (30%) más que la industria electrónica nacional y en 1979 exportó 30 veces más.

Conviene, para terminar este apartado, hacer algunas reflexiones 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. 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 países con ventajas en el costo de la mano de obra.

Por otra parte, en principio, la sustitución de importaciones también representa una política viable de desarrollo, particularmente si se dirige a sustituir importaciones de productos cuyo alto valor agregado permite producirlos en cantidades congruentes con la demanda del mercado mexicano. La formación de una industria alrededor de productos con un alto valor agregado induce la formación de cuadros técnicos con gran preparación.

Sin embargo, la combinación de las dos orientaciones produce resultados poco satisfactorios. El resultado parece ser 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 ineficiente por sus escalas de producción, con productos muy caros, y con un bajo contenido tecnológico que le impide competir en mercados externos.

Parecería ser que 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 en principio viable.

En síntesis, podría decirse que la orientación hacia la producción de bienes con bajo contenido tecnológico sólo es compatible con la penetración de mercados internacionales, para obtener verdaderas economías de escala y, por otra parte, que el enfoque de sustitución de importaciones sólo 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 pura y la penetración de mercados internacionales, sin tomar en cuenta el mercado nacional.

OPCIONES DE POLÍTICA

De conformidad con los dos apartados anteriores parece claramente fundada la necesidad de establecer una política de desarrollo para la industria electrónica. Nos encontramos frente a un campo industrial que tiene gran importancia estratégica como pivote del desarrollo y en el que, al igual que en otros países subdesarrollados, la ausencia de una política coherente nos ha conducido a una situación de atraso y desventaja competitiva crecientes.

En primer lugar conviene considerar a los productos de electrónica, particularmente los de electrónica profesional, como bienes de capital y enmarcar su política de desarrollo en la de éstos. Esto no hace sino reconocer el valor de los productos electrónicos como un insumo necesario para la producción.

Sin embargo, no basta: las características peculiares de los productos electrónicos, como su penetración en todas las ramas industriales, su bajo costo en comparación con el del equipo que controla (y cuya productividad aumenta), y su desarrollo tecnológico acelerado, hace necesario concebir medidas específicas para promover el desarrollo del sector.

Se pueden analizar los límites del espectro de políticas de desarrollo que es posible adoptar: por un lado se podría proponer una política de "fronteras abiertas" a los bienes de electrónica profesional. Esto permitiría que los usuarios de estos productos tuvieran acceso a los productos más avanzados, al mejor precio.

Este esquema, sin embargo, tiene consecuencias muy graves: en las condiciones de atraso relativo de nuestra industria electrónica no se puede esperar el surgimiento de una industria nacional que compita con industrias firmemente establecidas, con tecnología madura y un creciente dominio del mercado. En consecuencia, el sistema productivo del país se encontraría en una situación de dependencia tecnológica creciente, quedando obligado a absorber, sin ninguna posibilidad de autodeterminación, productos electrónicos desarrollados para otras plantas industriales. Según este esquema, cada vez sería más remota la posibilidad de generar una industria nacional con capacidad tecnológica propia.

En el extremo opuesto se encuentra la opción de "fronteras cerradas" a los productos de electrónica profesional. Esta posibilidad probablemente conduciría a la pronta instalación de una industria nacional capaz de surtir el mercado, aunque la industria electrónica no podría ser independiente desde el punto de vista tecnológico, ya que toma tiempo desarrollar la capacidad propia. Durante el tiempo que llevara desarrollar tal capacidad, los usuarios de los productos quedarían forzados a introducir tecnologías obsoletas o de segunda mano en sus sistemas productivos; los efectos de tal atraso en la planta productiva nacional pueden ser mucho más graves que el atraso en la industria electrónica misma. Si se tratara de bienes de consumo, podría aceptarse el atraso tecnológico como un costo del desarrollo de la industria nacional; sin embargo, tratándose de bienes que tienen una influencia directa en la calidad, precio y competitividad de numerosos sectores industriales, forzar a éstos a utilizar tecnología atrasada puede tener efectos sumamente graves.

Así pues, los dos extremos del espectro de políticas se vuelven inaceptables. Si no se puede optar por fronteras abiertas o cerradas, claramente es necesario establecer un esquema que permita determinar prioridades, posibilidades de desarrollo nacional y estrategias diferenciales para diversas ramas de la industria electrónica.

Política sectorial

Antes de establecer estos criterios conviene tomar en cuenta algunas características de la industria electrónica. En primer lugar, la diversidad de sus productos. El rubro "electrónica" engloba una enorme cantidad de productos que difieren no sólo en su utilización, sino en las características de la industria que los produce y los mercados a que se dirigen. No es posible adoptar una política única de desarrollo industrial que englobe pro-

ductos tan disímiles como un reloj de pulsera y un sistema de control para una planta petroquímica.

La diversidad de la electrónica no solamente se manifiesta 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.

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, éstas son importantes al menos desde tres puntos de vista. Primero, el efecto de las importaciones electrónicas sobre la balanza de pagos crece en importancia a una tasa aproximada de 20-25 por ciento. En segundo lugar, 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. Por último, 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 solamente tiene sentido fabricar diversos productos si se van a realizar exportaciones.

Con base en estas consideraciones, y tomando 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. Analizaremos brevemente cada uno de ellos.

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. Empero, 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, etc. Se trata, típicamente, de industrias de proceso cuyas escalas económicas de producción exceden en mucho las dimensiones del mercado nacional y cuya operación debe considerarse en función de la penetración en los mercados internacionales.

Los precios de la energía y de algunos insumos petroquímicos desempeñan, por regla general, un papel determinante en el establecimiento y desarrollo de este tipo de industrias. 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 una penetración cada vez mayor en diversos sectores industriales, además de constituir la base de la electrónica.

Desde el punto de vista de política, 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 cruda y con menor valor agregado y la vuelve a importar más tarde, con la forma y especificaciones requeridas por el proceso industrial.

Componentes

En electrónica, los componentes poseen un valor doble. 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 políticas diferenciales 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

Nuevamente, 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 siguientes sectores:

- Electrónica de entretenimiento
- Telecomunicaciones
- Computadoras y máquinas de oficina
- Electrónica industrial
- Instrumentos de medición
- Electrónica para aplicación biomédica.

Las diferentes características de cada uno de estos sectores amerita establecer políticas individuales de desarrollo, congruentes entre sí y contenidas en el esquema de desarrollo general de la industria electrónica. De particular importancia para el país, en

este momento, 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 el mayor efecto global sobre la economía y el desarrollo de los procesos industriales.

El papel del Gobierno federal

Se puede afirmar que en todos los países que poseen una industria electrónica competitiva sus gobiernos han participado directamente en su formación. De esta manera, sería lógico esperar que el desarrollo de tal industria también requiera de la participación directa del Gobierno mexicano.

Es claro que los mecanismos de apoyo difieren en cada país de acuerdo con sus características generales. Por ejemplo, Estados Unidos apoyó el desarrollo de la industria electrónica por medio de subsidios para el desarrollo de productos en los sectores militar y de telecomunicaciones, garantizando simultáneamente la compra de los productos mediante contratos federales. El caso de Japón es diferente: se formó un grupo en el que participan la industria, la banca y el Gobierno para determinar metas y estrategias concretas a corto, mediano y largo plazo para el desarrollo de la electrónica. Los países de Europa Occidental han recurrido a la formación de organismos financieros, tecnológicos y de política que, con apoyo directo de cada gobierno, conforman y participan en el desarrollo de las industrias usuarias y manufactureras de productos electrónicos.

Así pues, resulta claro que la participación de los gobiernos es indispensable para el desarrollo de la industria electrónica. La razón de esto es clara y con mayor vigencia para los países en vías de desarrollo: las inversiones necesarias para establecer una infraestructura que permita la competitividad de la industria, sus plazos de maduración y sus resultados a largo plazo, exceden las posibilidades de las empresas, que optan por la compra de tecnología a un ritmo cada vez más acelerado. Solamente la participación efectiva de los gobiernos ha logrado romper este círculo de dependencia tecnológica.

El primer renglón de participación del Gobierno federal es claro: la estructuración de políticas para fomentar la industria, incluyendo aspectos como aranceles, incentivos fiscales, incentivos a la exportación y esquemas avanzados de apoyo financiero.

Sin embargo, la estructuración de políticas no basta por sí sola; es necesario complementar esta acción mediante la modificación e incluso la creación de organismos, instrumentos o instituciones que apoyen y hagan factible aplicar las políticas.

Vale la pena, en este contexto, mencionar como ejemplo la actual estructura de apoyo financiero: la disponibilidad efectiva de capital de riesgo es un factor de reconocida importancia para el desarrollo de industrias de elevada tecnología. Como tal se reconoce en las políticas del sector público en la estructuración de organismos como el Fonei y el Fogain. Sin embargo, aun cuando éstos funcionen, muchas veces la estructura del sector bancario de hecho vuelve inoperantes a los organismos al retrasar, impedir y condicionar préstamos ya garantizados. Anotemos, al res-

pecto, que los montos de inversión necesarios para desarrollar la industria electrónica son muy pequeños en relación con sectores como el siderúrgico, el minero o el petroquímico.

Por otra parte se encuentra el apoyo a la investigación y el desarrollo. En México, al igual que en otros países en desarrollo, existe un divorcio casi total entre el sector productivo y aquellos capaces de efectuar investigación y desarrollo; estos últimos se mantienen por intermedio del gasto público, y las empresas adquieren su tecnología de empresas cuyas casas matrices están en los países desarrollados. Es factible (y se ha logrado en algunos países) romper este esquema de dependencia a través de la acción del sector público, mediante el establecimiento de centros de desarrollo tecnológico directamente relacionados con el medio productivo y la canalización (por medio de medidas fiscales) de fondos a las empresas que lleven a cabo investigación y desarrollo. La experiencia internacional parece indicar, asimismo, que no es posible romper el esquema de dependencia creciente del sector productivo sin la acción directa y efectiva del Gobierno.

Un tercer renglón de actividades para el Gobierno ha sido, en diversos países, la intervención directa en el mercado, utilizando su poder de compra en forma congruente con la política de desarrollo. Este mecanismo se utiliza ampliamente en los países industrializados (particularmente Estados Unidos) en donde los contratos gubernamentales actúan efectivamente como un mecanismo de subsidio directo que apoya el desarrollo de la industria en las direcciones específicas que establece la política central. En México, el ejemplo más claro de la aplicación de este mecanismo es el de Teléfonos de México, que ha tenido una influencia directa en el desarrollo del área de telecomunicaciones y en las características de la industria. Es claro que las telecomunicaciones no constituyen el único sector en donde el control gubernamental del mercado es el instrumento principal; por ejemplo, en el sector de computadoras, el sector público de México representa aproximadamente la mitad del mercado y, en las áreas de electrónica biomédica o de aplicaciones educativas, también representa una gran porción del mercado nacional.

De esta manera, una política coherente de compras del sector público representa un instrumento de política sumamente poderoso.

Por último, el Gobierno federal puede participar directamente en el sector industrial dentro de la estructura mixta de la economía nacional. En efecto, en todos los sectores industriales que se han considerado de importancia estratégica, el Gobierno federal está presente en mayor (Pemex) o menor (bujías Champion) grado. Es notoria la ausencia de la inversión directa en el campo de la industria electrónica; incluso Teléfonos de México no es un caso de participación industrial directa, ya que en realidad es el usuario del sector industrial que produce los equipos electrónicos.

Tecnología y política de desarrollo

La electrónica, en su forma actual, es una industria relativamente nueva; su tasa de crecimiento, los horizontes de obsolescencia de sus productos y su tasa de innovación son prácticamente desconocidos en otras ramas industriales. Como se mencionó, su característica más notable es la inversión continua en

investigación y desarrollo, necesaria para mantener las tasas de innovación, crecimiento y penetración de nuevos mercados.

Este cambio acelerado se refleja también en la estructura del sector industrial. Continuamente aparecen nuevas compañías, basadas solamente en un pequeño capital de riesgo y alguna innovación tecnológica; tres o cuatro años más tarde estas compañías han desaparecido o se han transformado en medianas o grandes empresas que controlan segmentos importantes del mercado.

Por otra parte, en México como en otros países en desarrollo las políticas de desarrollo industrial se elaboraron pensando en un esquema industrial diferente, particularmente desde el punto de vista de la tecnología. Las políticas y los criterios de transferencia y absorción de tecnología son el resultado de un proceso histórico en el que domina la sustitución de importaciones y la transferencia de tecnologías maduras y desarrolladas. Podríamos, incluso, darles el calificativo de "políticas defensivas", cuyo fin es racionalizar y controlar el monto y las modalidades de las transferencias de tecnología de las grandes empresas, de su centro generador a países, como México, que actúan como centros de consumo.

La sustitución misma de importaciones se basa en la identificación de los productos de mayor consumo nacional; es decir, en el reconocimiento de los grandes mercados y la importación de productos ya desarrollados, con tecnología establecida.

No es posible concebir el desarrollo de una industria electrónica nacional, sana y competitiva, en términos de transferencia de tecnología madura y establecida. A diferencia de otras ramas industriales, la generación local de tecnología y de productos propios desempeña un papel central en el desarrollo industrial. Si se espera que algún día la industria electrónica nacional pueda abastecer la cambiante demanda de productos electrónicos y competir internacionalmente en algunos sectores, es necesario aceptar el papel que cumplen la generación de tecnología y los nuevos productos en la evolución de la industria. La ausencia de una base tecnológica nacional impide no sólo la independencia y la autosuficiencia en esta rama industrial, sino incluso la autodeterminación en la selección y adaptación de tecnología a las condiciones del país.

Por otra parte, el desarrollo acelerado de la tecnología en Estados Unidos y Japón, aunado a nuestra relativa inmovilidad tecnológica, implican una brecha que crece a ritmo creciente entre la industria nacional y la del mundo. Por ello, una política de desarrollo de la electrónica debe diferir de las políticas de desarrollo de sectores industriales más estables. Debe incluir a la tecnología como elemento central, en sus aspectos de transferencia y absorción, reconociendo el atraso relativo nacional, y en sus aspectos de generación y evolución local, reconociendo que en este caso sólo una industria comprometida con su propia tecnología puede aspirar a un desarrollo independiente.

Reconocer el valor de la tecnología implica dar importancia a elementos que muchas veces son difíciles de medir o evaluar, y que tradicionalmente por eso se dejan de lado, así como tratar de cuantificar las condiciones que hacen posible el desarrollo tecnológico. Elementos como la disponibilidad efectiva de capital de riesgo, el reconocimiento del valor de la capacitación y formación de recursos humanos en áreas de elevada tecnología y la aceptación de que la inversión en tecnología rinde frutos solamente a mediano y largo plazos, deben ser parte integrante de la política de desarrollo. □