

## LAS INDUSTRIAS DE LOS SEMICONDUCTORES, COMPUTADORAS Y COPIADORAS

ROBERT M. SOLOW, R. K. LESTER y  
M. L. DERTOUZOS \*

Las industrias de los semiconductores, computadoras y copadoras son todas producto del ingenio americano. La industria de los semiconductores se originó con la invención del transistor en los laboratorios Bell Telephone en 1947. El nacimiento de la computadora no se puede precisar con tanta exactitud, pero hay casi consenso en que los primeros pasos de su desarrollo comercial se dieron en Estados Unidos. La copadora xerográfica moderna es también un invento americano, y su fabricación fue por más de una década monopolio americano.

Sin embargo, en el comercio internacional, ser el primero en explorar un territorio no le da a una nación el derecho permanente a tener soberanía sobre él. Estas tres áreas parecieron ser en un momento dominios seguros de Estados Unidos, pero los tres son actualmente atacados por competidores extranjeros. En los semiconductores, el efecto de la competencia ha sido desastroso; en las computadoras y copadoras el resultado no es claro todavía.

### LOS SEMICONDUCTORES

La industria americana de los semiconductores dominó el mercado internacional a partir de los cincuenta, cuando el transistor fue por primera vez comercializado, hasta los setenta. A mediados de los setenta,

\* MIT *Commission of Industrial Productivity*.

cuando la industria americana estaba en su cúspide, cubría el 60% del mercado mundial, 95% del mercado nacional, la mitad del mercado europeo, y sólo un 25% del mercado japonés. Desde entonces, la producción mundial ha seguido creciendo (alcanzando alrededor de 30 000 millones de dólares en 1987), pero Estados Unidos ya no está a la vanguardia del crecimiento. Hacia 1987 la participación americana en el mercado mundial se había reducido en un 40 por ciento. Europa también tenía una participación reducida, que iba de un 15 a un 10 por ciento en una década. Los grandes ganadores eran los japoneses, cuya participación en el mercado global casi se duplicó en diez años, pasando del 28 al 50 por ciento.

El desgaste de la presencia americana es aun peor de lo que sugieren estas cifras, porque tanto el descenso americano como el avance japonés son más abruptos en algunos de los más avanzados e importantes mercados y tecnologías de los semiconductores. Las compañías japonesas ocupan actualmente un 40 por ciento del mercado mundial para las microprocesadoras, 65 por ciento para los microcontroladores y 40 por ciento para los circuitos integrados de aplicación específica, un mercado de alto crecimiento. El descenso es también grave en investigación y desarrollo de tecnología futura. Los constructores americanos de los equipos necesarios para fabricar los semiconductores luchan por sobrevivir, mientras los competidores japoneses aumentan su participación en el mercado de un 10 por ciento en los setenta a un 35 por ciento en 1987.

En 1987, los fabricantes japoneses de semiconductores abastecieron a más del 90 por ciento de la demanda japonesa, a la vez que se apoderaban del 25 por ciento del mercado americano. Estados Unidos es actualmente un importador neto de semiconductores, y 5 de los 10 más grandes productores de semiconductores son japoneses. El mercado de los semiconductores es ahora más grande en Japón que en Estados Unidos.

El desempeño en investigación y desarrollo también ha variado dramáticamente. Estados Unidos sigue estando a la vanguardia en muchas áreas de la investigación teórica, pero rezagado en lo que se refiere a la investigación y el desarrollo aplicados. Con la ayuda de programas nacionales de colaboración, los japoneses han avanzado en varias tecnologías claves. Entre éstas está la litografía de rayos X que puede ser esencial para la producción de patrones de circuitos más finos hacia mediados de los noventa; el *arseniuro galium*, un semicon-

ductor con una estructura más compleja que el silicón pero con la ventaja de permitir una mayor velocidad (5 veces mayor a la movilidad electrónica); artefactos superconductores, que también sugieren la posibilidad de aumentar la velocidad del circuito, especialmente en computadoras grandes; circuitos integrados tridimensionales, que podrían ayudar a aumentar la densidad del circuito y también tener el potencial de funciones únicas en el circuito; y lasers integradas optoelectrónicas y *solid-state*, que son cada vez más importantes en telecomunicaciones avanzadas y electrónica de consumo. Un estudio hecho en 1987 por la Defense Science Board Task Force llegó a la conclusión que Estados Unidos sigue estando a la vanguardia en sólo tres de más de una docena de tecnologías de semiconductores examinadas.

Japón ha conquistado más del 80 por ciento de las ventas de mercado libre en el mundo de los circuitos integrados de equipo digital más ampliamente usados, la memoria dinámica de acceso al azar (DRAM). Los DRAMS, que fueron inventados por Intel en Estados Unidos y en un momento fabricados exclusivamente por diversos productores americanos, se ofrecen hoy a nivel nacional sólo por Micron Technologies, pequeña empresa de Idaho, y por Texas Instruments, que hace la mayor parte de sus piezas en fábricas japonesas (IBM y AT&T también hacen estas piezas, pero sólo para su uso interno). Los DRAMS tienen los circuitos más densos de todos los circuitos integrados, con celdas simples que son reproducidas cientos de miles o millones de veces. De ahí que los avances en la fabricación de estas piezas están en la primera línea de tecnología en la producción de circuitos integrados. Los fabricantes que tienen éxito en la producción de DRAMS con un mayor nivel de densidad pueden entonces aplicar técnicas similares de fabricación a otros artefactos.

Otro triunfo japonés, menos conocido pero probablemente igual de importante: los japoneses han igualado o sobrepasado la competencia mundial en muchos tipos de bienes de capital, materiales y servicios que son importantes para la industria de los semiconductores. Estas áreas incluyen empaque, equipo de ensamblaje automatizado, varios materiales ultrapuros, algunas categorías de equipo de fabricación y procedimientos especializados como la fabricación de máscaras, los patrones tipo estencil para la fabricación de circuitos integrados. Las instalaciones de IBM para los semiconductores en East Fishkill, Nueva York, fueron construídas bajo la asesoría de Shimizu. Compañías japonesas suministran casi la mitad de las máscaras de Intel.

La pérdida del liderazgo americano en un amplio rango de tecnologías de semiconductores dentro del corto periodo de alrededor de una década, ha tenido enormes consecuencias. Los semiconductores son los bloques básicos de construcción para una creciente gama de industrias de alto crecimiento y alta tecnología que incluye a todos los sectores del mercado: negocios, industria, productos de consumo y defensa. Ellos son los componentes más cruciales para las computadoras, las telecomunicaciones, la automatización en la fábrica y la robótica, el aeroespacio, el radar y muchos productos de consumo. Ellos proporcionan controles para muchos otros productos, incluyendo automóviles, aplicadores, herramientas de máquinas y equipo militar.

En la electrónica, las capacidades de sistemas están limitadas por las características de las piezas. La nación que produce las piezas más desarrolladas puede producir los sistemas más eficientes y así lograr el liderazgo mundial en grandes mercados. La ventaja aumenta si los avances más recientes no son revelados a los forasteros; esto ya está sucediendo en Japón, donde las piezas de los semiconductores y otros sistemas electrónicos contruídos a partir de ellas son fabricados por las mismas grandes compañías estructuradas verticalmente. La rapidez del avance japonés y del retroceso americano, así como el énfasis puesto por los japoneses en aquellos sectores con la mayor capacidad para el futuro, sugieren que si no hay cambios estructurales importantes, el descenso de la industria americana no sólo continuará sino que será más rápido.

Es tentador atribuir el viraje japonés al apoyo dado por el gobierno japonés a la industria nacional, a la protección de su mercado interno y a la promoción de una política agresiva de exportaciones. Sin duda, estas acciones fueron cruciales para el éxito japonés, pero hay otros factores que se deben considerar también para cualquier intento de parar o revertir la tendencia.

Muchas de las industrias estudiadas por la Comisión son maduras, concentradas y sindicalizadas, compuestas por compañías que tienden a tener estrategias rígidas de administración. El caso de los semiconductores demuestra que las dificultades de competitividad en Estados Unidos se extienden también al sector dinámico, empresarial, generalmente no sindicalizado y de alta tecnología. En realidad, la estructura de la industria americana puede ser la principal causa de su debilidad.

Han surgido muchas innovaciones de compañías americanas más pequeñas apoyadas por capital de riesgo. Pero en tanto los productos

han madurado, estas compañías americanas, que en su mayoría producen sólo semiconductores, han estado compitiendo con productores japoneses que son sucursales de grandes y diversificados conglomerados. Estos son compañías estables que absorben una parte importante de la producción de semiconductores internamente y dan la capacidad financiera necesaria para competir consistentemente en un mercado cambiante.

Los competidores japoneses tienden a ser más fuertes que los productores americanos de mercado libre en áreas tales como optimización del producto, diseño para la fabricación, métodos de fabricación y calidad.

Algunas grandes compañías americanas fabrican semiconductores, pero sólo para uso interno (IBM, AT&T y la división Delco de General Motors). El segmento de libre mercado de la industria americana tampoco se ha racionalizado por la consolidación ni por la fusión con fabricantes de grandes sistemas o equipos.

Las estrategias de largo plazo que apuntan a maximizar la participación global en el mercado son típicas de compañías japonesas, mientras que los productores americanos ponen el énfasis en las ganancias de corto plazo. Las compañías americanas con frecuencia venden o intercambian tecnología avanzada para aumentar las ganancias, y luego subcontratan la fabricación a compañías japonesas para reducir los costos. Las compañías japonesas también invierten en nuevos productos innovadores americanos, y así obtienen tecnología nueva y valiosa, mientras el gobierno japonés generalmente prohíbe la inversión americana en sus compañías.

Los programas coordinados nacionales de investigación y desarrollo han permitido a los japoneses tomar la delantera en importantes tecnologías nuevas. La industria americana recibió un fuerte apoyo inicial del Departamento de la Defensa, pero el interés central del Departamento se ha orientado a objetivos estrictamente militares, que se desvían de las necesidades comerciales.

#### LAS ESTRUCTURAS DE LAS INDUSTRIAS DE SEMICONDUCTORES AMERICANA Y JAPONESA

La industria de los semiconductores ha tenido un desarrollo muy diferente en Estados Unidos y Japón. La industria japonesa es un oligo-

polio relativamente estable. La producción de los semiconductores está dominada por grandes compañías diversificadas, verticalmente estructuradas, tales como NEC, Hitachi, Fujitsu y Toshiba, en donde los semiconductores contribuyen sólo entre un 10 y un 25 por ciento de las ganancias totales. Estas compañías usan aproximadamente un cuarto de su producción de semiconductores para sus propios sistemas y equipo, que van —dentro del espectro electrónico— desde las computadoras, las comunicaciones y la robótica hasta los productos de consumo. Como resultado, ellas presionan constantemente a sus afiliadas de semiconductores para que les provean de los artefactos avanzados que les permitan aumentar su capacidad competitiva.

Los conglomerados japoneses son confederaciones de compañías (*keiretsus*). Las compañías que conforman un grupo tienen estrechas alianzas (incluso la propiedad mutua de acciones entre ellas, con grandes bancos de Tokio y otras instituciones financieras, con sus proveedores y con el gobierno federal. El gobierno japonés ha protegido la industria de la competencia extranjera ayudando a controlar las importaciones y prohibiendo la mayor parte de la inversión extranjera directa. Las prácticas de manejo de personal, que incluyen el empleo de por vida, hacen que el movimiento de personal no sea frecuente. Las operaciones de los semiconductores son casi siempre dirigidas por ingenieros o científicos de sólida formación técnica.

Los proveedores japoneses de los semiconductores en equipo de capital, materiales y servicios, son también grandes empresas diversificadas. En algunos casos los mismos productores de semiconductores participan en estos mercados; otros proveedores son grandes compañías que tienen capacidades para desarrollar tecnologías óptica, química o mecánica. Por ejemplo, los sistemas fotolitográficos automatizados son construídos por grandes compañías de cámaras fotográficas, tales como Canon y Nikon. NEC es dueño de la mitad de Ando, un fabricante de equipo de prueba, y Fujitsu es dueño del 22 por ciento de Advantest, otro fabricante de equipo de prueba.

En Estados Unidos se ha desarrollado un tipo de industria de semiconductores de dos partes que consiste en “cautivos” y “comerciantes”. Los cautivos, como IBM, General Motors (Delco) y AT&T, hacen artefactos de semiconductores para uso interno pero no entran a competir en el mercado (AT&T ha tratado de hacer algunas ventas de mercado abierto de circuitos integrados desde la desregulación de la industria telefónica, y ha empezado recientemente a tomar contratos de pro-

ducción para otras grandes compañías americanas. Puede que IBM esté considerando una acción similar).

La industria abierta al mercado, que alguna vez cubrió el 70 por ciento de la producción americana y dominó el mercado mundial, es un sector estructuralmente inestable, fragmentado y altamente empresarial. La mayor parte de los productores mercantiles americanos son empresas jóvenes relativamente pequeñas, que con frecuencia dependen de las ventas de semiconductores para el conjunto de sus ingresos. El liderazgo en el mercado, la lealtad de los empleados y las relaciones con los proveedores son transitorios, y la rotación anual de empleados ha alcanzado un promedio de 20 por ciento en toda la industria.

Los sectores de equipos de capital y servicios en Estados Unidos, son comparables al sector de los semiconductores en su conducta empresarial y en su fragmentación. Hay pocas empresas de equipo estables y razonablemente grandes (como Perkin-Elmer en fotolitografía y Teradyne en equipo de prueba), y hay cientos de empresas más pequeñas, muchas de ellas en sus inicios. En 1986, 55 por ciento de las empresas americanas que proveían de capital técnico y servicios a la industria de semiconductores tenían ventas de menos de 5 millones de dólares, y muchas de ellas estaban al borde de la quiebra.

#### POR QUÉ LA INDUSTRIA AMERICANA DE LOS SEMICONDUCTORES PERMANECE FRAGMENTADA

En las primeras fases de una industria, es frecuente el surgimiento de muchas empresas innovadoras de corta vida. Un buen ejemplo de esto es la industria automotriz. A principios de siglo, cuando surgió esta industria, hubo muchas pequeñas empresas innovadoras que fabricaban automóviles que sorprendieron tanto al público como a los empresarios capitalistas de la época. La mayor parte de estos líderes en alta tecnología eran empresas europeas. Sin embargo, cuando la industria alcanzó cierta madurez, las empresas con éxito fueron General Motors, Ford y Chrysler. A pesar del gran dinamismo, la excitación y los nombres famosos, los pequeños fabricantes europeos desaparecieron del panorama.

La similitud con la situación actual en la industria de los semiconductores es evidente. Las empresas comerciales de la industria mercan-

til americana se han mantenido como empresas innovadoras, pero no pueden igualarse con sus rivales japonesas más grandes en otros aspectos de la actividad comercial: diseño para la fabricación, optimización de los productos y procesos y calidad asegurada. Los productores japoneses también tienen la ventaja de tener una visión estratégica más a largo plazo de la industria y, evidentemente, tienen mayores recursos financieros y mayor poder en el mercado.

Las empresas comerciales americanas más pequeñas no se han consolidado al fusionarse unas con otras, ni se han unido con grandes empresas de equipos o sistemas para convertirse en productores verticalmente estructurados. Algunos de los pequeños fabricantes americanos son viejas empresas que han conservado otros rubros de los negocios. Motorola hace equipos de comunicación, pero vendía sus operaciones televisivas a Matsushita en la década de los setenta. Texas Instruments todavía provee de bienes y servicios a la industria del petróleo. También se ha extendido a las computadoras y productos de consumo, pero con poco éxito. Entre las empresas formadas como productoras comerciales de semiconductores, quizás el caso más claro de estructura vertical es Intel. IBM invirtió en Intel, pero más para asegurar un suministro que para integrarse verticalmente, y luego vendió parte de su inversión en una crisis de la industria. Intel por sí sola también ha comercializado algunos productos menores, pero a una escala muy pequeña.

¿Por qué no se ha racionalizado la industria americana de modo que pueda equiparar la fuerza de la increíble competencia japonesa? Para encontrar una respuesta, es interesante examinar la historia de la industria en Estados Unidos.

El modelo de la industria americana empezó a tomar forma en los cincuenta, cuando AT&T, que había sido la más poderosa de las primeras industrias de semiconductores, acordó dentro de un arreglo antitrust, autorizar sus patentes y no entrar a la competencia de mercado abierto. Para llenar el vacío que dejó la ida de AT&T, surgieron decenas de pequeñas compañías, muchas de ellas dirigidas por desertores de grandes compañías establecidas, incluyendo AT&T. Una de estas pequeñas compañías fue Shockley Semiconductor, formada en California del Norte por William Shockley, un coinventor del transistor. Shockley quería que la compañía se concentrara en un artefacto conocido como el diodo Shockley, a pesar de la oposición que tenía de científicos jóvenes y brillantes de su personal. Ocho de estos jóvenes



descontentos dejaron a Shockley para entrar en Fairchild Semiconductor, que a través de los años generó decenas de otras pequeñas compañías en la región sur de San Francisco que se conocieron como Silicon Valley. Otro de los fundadores de Fairchild fue Robert Noyce, más tarde coinventor del circuito integrado (el otro coinventor fue Jack Kilby de Texas Instruments). Noyce eventualmente dejó Fairchild para ayudar a formar Intel, y surgieron numerosas compañías, formadas por desertores de Intel.

El crecimiento de la industria se vió estimulado en sus inicios por las necesidades de la defensa de Estados Unidos. El poco empuje de los cohetes americanos comparados con los propulsores rusos en los sesenta limitaba el peso que se podía lanzar, y entonces el Departamento de la Defensa promovió el desarrollo de la tecnología de los semiconductores y luego de los circuitos integrados, con el fin de reducir el peso de los misiles y satélites. La Defensa demandaba una tecnología más avanzada que aquélla de uso comercial y no reparaba en costos. Con frecuencia, los militares pagaban la investigación, el desarrollo y la experimentación en las primeras etapas de la producción, y frecuentemente exigían apoyos a nuevos proyectos.

Hacia mediados de la década de los setenta, los militares habían dejado de dar apoyo sustancial, comercialmente útil, a través de su programa para investigación y desarrollo y sus gastos de adquisición. La demanda militar descendió desde alrededor del 50 por ciento de la producción americana de semiconductores en 1965 hasta alrededor de 15 por ciento diez años después, y la tecnología usada por el Departamento de la Defensa empezó a quedar atrás en lugar de estar a la vanguardia de las actividades comerciales. Además, como resultado de la acción del Congreso, las políticas de adquisición de la defensa cambiaron, dejando a un lado la investigación genérica y el desarrollo, para concentrarse en tecnología estrictamente militar. El cambio redujo los derivados (sub-productos) comerciales, a la vez que las adquisiciones para la defensa permanecieron insensibles a los costos de fabricación.

Hubo otras políticas gubernamentales que probablemente también contribuyeron a la fragmentación de la industria. La política antitrust desalentó una política de cooperación de todas las industrias. El tratamiento impositivo a las ganancias de capital y otras políticas tributarias permitieron a las pequeñas compañías tener costos de capital más bajos que las grandes, y les dió la posibilidad de ofrecer una compen-

sación efectiva mayor para el personal clave (especialmente a través de opciones al capital accionario).

Otro factor que ayudó a mantener la industria fragmentada fue una fuerte comunidad de capital de riesgo, especialmente en el área de San Francisco. Los cambios regulatorios de principios de los ochenta, estimularon una oleada de flujos de capital de riesgo, justo cuando el creciente tamaño de la industria y la necesidad de inversiones a gran escala hacían que la estabilidad fuera más importante que nunca. Las compañías más grandes, con más años de existencia (incluyendo Motorola, Fairchild, Intel y AT&T) sufrieron fuertes trastornos cuando grupos enteros de avanzado desarrollo se separaron para formar nuevas compañías (práctica que dió origen al término "capitalismo rapiña"). Con frecuencia, las nuevas empresas eran bastante innovadoras al principio, siendo a veces pioneras en sectores nuevos del negocio. Luego, después de dos o tres vueltas de financiamiento con capital de riesgo, ellas vendían acciones al público, convirtiendo a sus fundadores en millonarios de la noche a la mañana. Más adelante, las compañías con frecuencia languidecían y quedaban atrás de la tecnología más avanzada y cambiante.

Tal inestabilidad y la alta rotación del personal, alentó a las compañías americanas a concentrarse en objetivos de corto plazo. La "fuga" de la nueva tecnología fue considerada como inevitable, tanto por las deserciones como también porque era fácil revertir los productos innovadores de ingeniería grabando al agua fuerte los patrones de circuito capa por capa y copiándolos fotográficamente, técnica usada con gran éxito por imitadores asiáticos. Los "asaltos" a empleados eran frecuentes, habiendo compañías que ofrecían 1 000 dólares a quien trajera a la persona con las habilidades necesarias. Se hacía cualquier esfuerzo para sacar provecho rápidamente de cualquier ventaja tecnológica. Las empresas fabricaban sus productos en regiones cercanas de bajos salarios, en lugar de hacer inversiones de capital. Ellas vendían tecnología a productores nacionales y extranjeros. (Como el mercado japonés estaba de hecho cerrado a los semiconductores fabricados en Estados Unidos, se consideraba que vender tecnología era la única forma de generar entradas ahí). El negocio pasó por periodos de prosperidad y de quiebra: periodos de escasez con precios en alza eran seguidos, con frecuencia en sólo unos pocos meses, por mercados inundados de productos y bajas dramáticas. Empresas que no tenían el financiamiento para evadir los malos tiempos, arriesgaban la quiebra. En estas con-

diciones de incertidumbre, los productores redujeron el presupuesto en investigación y desarrollo y evitaron hacer compromisos de largo plazo a proveedores o clientes. Los despidos masivos eran frecuentes, lo cual socavaba cualquier sentimiento de lealtad hacia la empresa. Había poco entrenamiento para los empleados, y la idea de cuán importante es ser competitivo en una industria de alta tecnología, generalmente se perdía por las deserciones y despidos.

La industria comercial americana tendía a ser provinciana. Los ejecutivos pensaban que ellos podían rápidamente generar nueva tecnología, mientras los competidores japoneses trataban de alcanzarlos usando tecnología que se les había vendido previamente. No lograron monitorear el avance japonés y tuvieron una confianza excesiva en el dominio colectivo de la industria americana.

#### EL RETIRO DE GRANDES EMPRESAS

Durante veinte años, el esquema de inestabilidad, alta movilidad y formación frenética de nuevas empresas, se ha considerado como un factor clave para el éxito de la industria. Ocasionalmente, cuando pequeñas empresas eran compradas por grandes conglomerados (por ejemplo, Mostek por United Technologies y Zilog por Exxon), los resultados eran generalmente decepcionantes. El sentimiento compartido por los entendidos era que semejante industria, altamente creativa, de ritmo rápido, requería del fervor y capacidad de decisiones rápidas de una compañía que se inicia. La planeación cuidadosa, la estructura ordenada y los controles financieros y de políticas típicos de las grandes corporaciones, eran considerados como el camino más directo al fracaso.

Las empresas electrónicas más importantes de Estados Unidos no ignoraron la revolución en los semiconductores de los cincuenta y sesenta. Varias empresas productoras, verticalmente integradas, incluyendo a General Electric, RCA, Honeywell y Sylvania, intentaron establecerse en el mercado comercial. Por una razón u otra, todos estos esfuerzos se redujeron a nada. Las grandes compañías que adquirieron industrias de semiconductores también tuvieron dificultades. Los nuevos dueños a veces hacían a un lado a los ingenieros que administraban las compañías y establecían una nueva administración con habili-

dad en las finanzas, pero con poco conocimiento de la tecnología o del negocio. Esta práctica era muy diferente a la japonesa, donde la dirección superior generalmente provenía de los estratos técnicos.

Un primer ejemplo de fracaso económico fue la adquisición de Philco por la Ford (hacia 1960). Philco, que hacía televisores y accesorios, había recién entrado al negocio de las computadoras y había comenzado una operación con los semiconductores, todo en el área de Filadelfia. Un laboratorio para la investigación y el desarrollo, cercano a esa zona, estaba desarrollando tecnología nueva, que incluía artefactos de los semiconductores, computadoras a gran escala y lectores ópticos para el sistema postal. La estructura verticalmente integrada de Philco, junto con el poder financiero de Ford, generaron un estilo cercano al modelo japonés que surgió posteriormente. Sin embargo, Ford concentró gran parte de la toma de decisiones para estos negocios en su sucursal de Detroit, donde se aplicaban fuertes controles financieros. Bajo la administración de la Ford, todos los negocios declinaron rápidamente y fueron eventualmente liquidados o abandonados. Ford concentró sus esfuerzos de alta tecnología en el sector militar y aeroespacial, más estable y lucrativo (opción que no estaba abierta para las compañías japonesas).

De manera similar, General Electric tenía un fuerte dominio en los semiconductores a comienzos de los sesenta y reconoció la importancia cada vez mayor de la nueva tecnología para accesorios, controles, equipo eléctrico, sistemas de fabricación y computadoras. Al mismo tiempo, los laboratorios de General Electric competían en sus capacidades con líderes mundiales como los Laboratorios Bell de AT&T e IBM en cuanto a desarrollar nueva tecnología para los semiconductores. Sin embargo, por entonces, General Electric estaba regida por la idea de la gannacia, bajo la cual cada unidad de la empresa tenía que justificarse a sí misma económicamente. Con este imperativo, General Electric eventualmente abandonó la mayor parte de sus empresas de semiconductores (excepto los artefactos de energía) como también las computadoras (excepto los sistemas de control de procesos). Posteriormente, General Electric volvió a entrar al negocio de los circuitos integrados con la adquisición de Intersil. Por otra parte, cuando General Electric compró RCA, la mayor parte de las operaciones de semiconductores de RCA se vendieron, y los Princeton Research Laboratories (laboratorios de investigación en Princeton) de RCA (responsables de productos tan importantes como el tubo de la cámara de televisión y de circuitos integrados de semi-

conductores (metal-oxide) (CMO), que se están convirtiendo en los más usados en la industria), fueron trasladados al Stanford Research Institute (SRI), compañía de investigación por contrato. Hacia fines de 1988, la mayor parte de lo que quedaba del negocio de los circuitos integrados de General Electric fue vendida a Harris Corporation.

Ya se ha mencionado el papel de IBM en la industria americana de los semiconductores. Mientras IBM sigue siendo el líder mundial en la producción de semiconductores, ha decidido producir artefactos sólo para su propio uso, decisión controvertida dentro de la empresa. La incapacidad de IBM de participar en el mercado libre, le impidió la oportunidad de amortizar el equipo de capital y la investigación y desarrollo, sobre un volumen de producción mayor. La decisión también impidió a la empresa perfeccionar sus habilidades en el mercado comercial. Otra industria a la que IBM decidió no entrar fue la que hace el equipo que se usa en la fabricación de semiconductores. Aun cuando este equipo era simple en los primeros días de los circuitos integrados, se ha vuelto cada vez más complejo. La preocupación por el estado de esta industria en Estados Unidos ha conducido a IBM a tener una fuerte participación en la reciente creación de Sematech, empresa conjunta del gobierno y la industria, orientada a incrementar las capacidades productivas del país.

### CÓMO JAPÓN SE HA APODERADO DE ESTADOS UNIDOS

Inicialmente, Estados Unidos proporcionó las tecnologías innovadoras de nuevos productos y de nuevos métodos de fabricación que impulsaron el avance industrial tanto en Estados Unidos como en Japón. Hasta fines de la década de los setenta, las compañías japonesas importaban la tecnología americana y el equipo de capital para atender el mercado nacional, a la vez que restringían la importación de circuitos integrados e inversión extranjera. (Se permitieron algunas inversiones, pero generalmente a través de coinversiones; la excepción fue Texas Instruments, a quien se le permitió instalar una subsidiaria totalmente propia en retribución por el acceso a patentes difíciles). En general, Japón se abstuvo de exportar durante este periodo. Muchas compañías americanas, grandes y pequeñas, le vendieron tecnología a Japón. Ellas aceptaron las restricciones del mercado, en parte quizás porque controlaban el resto del mercado mundial.

Cuando los japoneses llegaron al mercado mundial, operaron con un programa estratégico coordinado por el gobierno que estimulaba las exportaciones, recompensaba las inversiones en productividad futura, proporcionaba competencia, desalentaba el nada productivo conflicto de la distribución y seguía protegiendo al mercado nacional. Los primeros productores de artículos compactos, como Sony, apuntaban principalmente al mercado de consumo electrónico. En los setenta, aún reconociendo que Japón no podía competir seriamente en computadoras y otros sistemas electrónicos cuando su tecnología de circuitos integrados estaba uno o dos años atrás de la de los líderes mundiales, los japoneses lanzaron un exitoso programa nacional para incrementar las capacidades técnicas de sus compañías electrónicas gigantes. Pronto alcanzaron el nivel tecnológico de sus competidores americanos y europeos, y comenzaron a fluir más innovaciones en los semiconductores de las compañías japonesas, particularmente en técnicas de fabricación y procesamiento.

El descenso americano comenzó hace aproximadamente una década, cuando la industria empezó a cambiar el énfasis que había puesto en la innovación rápida para desarrollar aparatos a pequeña escala y lo puso en las habilidades de fabricación para producir masivamente los circuitos integrados más elaborados de integración a muy gran escala (VLSI). La tecnología nueva requería de grandes inversiones de capital, investigación y desarrollo amplios y grandes proyectos para el desarrollo de productos. Esto inclinó la ventaja competitiva hacia compañías grandes, estables y bien financiadas —la mayoría de las cuales estaba en Japón—, en lugar de favorecer a las pequeñas compañías comerciales americanas. La integración a gran escala también requería de relaciones más estrechas entre los proveedores de artefactos y los productores finales de sistemas, siendo ésta otra ventaja de las compañías japonesas verticalmente integradas.

Estados Unidos sigue siendo poderoso en la innovación de productos, y los japoneses siguen comprando la tecnología americana de compañías urgidas de liquidez e invirtiendo en compañías americanas pioneras. Un ejemplo de esto es LSI Logic, el mayor productor americano de series de entradas (una forma de circuito integrado), con utilidades en 1986 de 190 millones de dólares. En 1981, LSI Logic autorizó el uso de su tecnología a Toshiba para el diseño de circuitos integrados, que ahora tiene una mayor participación en el mercado mundial de series de entradas que LSI Logic. Recientemente, Kubota, productor

japonés de maquinaria que se diversifica en los mercados de alta tecnología, compró un 20 por ciento de MIPS Computer Systems por 25 millones de dólares. MIPS fue el primer vendedor comercial que ofreció un circuito integrado avanzado de microprocesamiento para la computación de instrucciones reducidas (RISC). (MIPS subcontrata la fabricación del artefacto a Matsushita). En retribución por la inversión de Kubota, MIPS aceptó compartir su tecnología con la compañía japonesa.

La formación de empresas independientes y las deserciones masivas son casi inexistentes en la industria japonesa de los semiconductores. Las redadas de personal son poco frecuentes y consideradas poco éticas. Los salarios están controlados y cuando las compañías invierten en investigación, desarrollo y entrenamiento, saben que recibirán un beneficio. Las relaciones con los proveedores tienden a ser estables y de largo plazo con una considerable transferencia de tecnología entre el comprador y el vendedor. Debido a que las compañías de sistemas también tienen afiliados de semiconductores, los precios de aparatos en el mercado comercial tienen que ser razonables, o el comprador podría decidirse por la producción casera. Los grupos de sistemas exigen constantemente artefactos avanzados para que sus productos se mantengan competitivos, y los productores de semiconductores están muy orientados a la exportación. También, el negocio es coordinado por el gobierno para minimizar la inútil duplicación de esfuerzos: las compañías son estimuladas a especializarse en distintos segmentos del mercado, y las importaciones están controladas, manteniéndose en algo más del 10 por ciento en 1988.

#### LA PERSPECTIVA DE LA INDUSTRIA DE LOS SEMICONDUCTORES

Se proyecta que el mercado mundial de los semiconductores crezca desde alrededor de 30 000 millones de dólares actualmente hasta quizá 200 000 millones de dólares hacia el año 2000. Esto sólo bastaría para hacer que el descenso de la industria en Estados Unidos fuera una gran preocupación. Pero los semiconductores también juegan un papel muy importante en muchas otras industrias importantes, que incluyen computadoras, instrumentos, comunicaciones, automóviles, maquinaria y sistemas de fabricación. La pérdida del negocio de los semiconductores podría contribuir al descenso de otras industrias importantes que de-

penden de los artefactos de semiconductores para su capacidad competitiva.

El gobierno americano ha tratado tardíamente de resolver parte del problema. Una acción bien intencionada fue imponer multas de importación a los semiconductores japoneses (en particular los DRAMS). Desgraciadamente, las restricciones comerciales habían obligado a los japoneses a aceptar cientos de millones de dólares como ganancia adicional por los DRAMS, y habían afectado a los productores americanos de computadoras y periféricos. El tan ansiado resurgimiento de la producción americana de DRAMS ha sido lento, debido a la necesidad de grandes inversiones en instalaciones para fabricación, con un mercado inestable. Otra medida tomada fue la creación de Sematech, coinversión de la industria y el Departamento de Defensa para ayudar a Estados Unidos a mantener o a retomar el liderazgo en la tecnología de fabricación, técnicas de producción, control de calidad, equipo de prueba y áreas relacionadas. Aunque algunos piensan que Sematech ha puesto demasiado énfasis en las necesidades militares, los principales patrocinadores afirman que su intención es hacerla una empresa con fines comerciales. Para igualar la competencia japonesa, los proveedores comerciales americanos tendrán que aumentar sus habilidades en la producción, optimización del diseño y control de calidad como también matenerse al día en los métodos de fabricación.

Las instituciones de la industria americana y estructura tradicional aparecen como inadecuadas para enfrentar el desafío de la más fuerte y mejor organizada competencia japonesa. La industria mercantil sigue estando muy fragmentada y el mayor productor, IBM, no ha estado vendiendo en el mercado libre. La ventaja tecnológica que alguna vez permitió a las compañías americanas innovadoras sobresalir, a pesar de su falta de influencia financiera y de participación en el mercado, ha desaparecido, y los japoneses han ganado la delantera. Un desarrollo prometedor es la posible apertura de los grandes productores cautivos: AT&T e IBM están dando señales de que estarían más dispuestos a vender a otras compañías americanas, incluso a competidores. Queda por verse si esto va a ser un factor importante en el futuro.

Si no hay una realineación importante de la industria americana comercial, es probable que su descenso no sólo continúe, sino que se acelere. Las recetas económicas convencionales, tales como créditos tributarios, adquisición garantizada, cuotas de importación y fondos de investigación y desarrollo para la industria, tienen pocas posibilidades de



éxito; de hecho, ellas podrían impedir la racionalización al sostener el ineficiente sistema existente. Para ser efectivas, las políticas deben estar dirigidas a corregir las debilidades de la industria. Se deben modificar los incentivos para promover horizontes de más largo plazo (incluyendo relaciones de largo plazo con proveedores y clientes), para aumentar las utilidades de la inversión productiva comparadas con las ganancias disponibles al liquidar el activo, y ayudar a asegurar que los desarrolladores pueden obtener beneficios de largo plazo con tecnología patentada. Las políticas deberían promover la racionalización estructural, menos rotación de personal y más entrenamiento. Por ejemplo, las becas para investigación y desarrollo podrían ser distribuidas en un periodo largo de tiempo a compañías con planes de otorgar pensiones de retiro que estimulen el empleo de largo plazo. Las becas podrían incluir ciertas condiciones que aseguren que los empleados que se quedan en la compañía se beneficiarán de los resultados de la investigación (quizá a través de algún plan de cesión de acciones para el empleado). La iniciativa de crear nuevas políticas es esencial si Estados Unidos pretende detener el descenso de la industria comercial de los semiconductores.

#### LA INDUSTRIA DE LA COMPUTACIÓN

En los primeros días de la industria de las computadoras, los productores americanos controlaban gran parte de todas las computadoras instaladas en el mundo. Las exportaciones crecieron regularmente, alcanzando 32 000 millones de dólares hacia 1977, y Estados Unidos no importaba computadoras. En este periodo, IBM fue responsable de más del 40 por ciento de los cargamentos industriales y sus ingresos eran ocho veces mayores que los de su competidor más cercano. Las computadoras de gran estructura (*main frame*), que eran por mucho el segmento mayor en el mercado, eran fabricadas en su mayoría por IBM y las llamadas compañías BUNCH (Burroughs, Univac, NCR, Control Data y Honeywell).

En la pasada década la estructura de la industria americana cambió significativamente, impulsada principalmente por las capacidades cada vez mayores de los circuitos integrados de los semiconductores, con los que se construyen las computadoras. La minicomputadora gozó de gran popularidad, abasteciendo a un gran público a través de Digi-

tal Equipment Corporation (DEC), y convirtiéndola en la número dos después de IBM. La reciente fusión de Burroughs y Univac para formar Unisys ha alterado esta categoría. Nuevos sectores del mercado que han crecido rápidamente, incluyen minicomputadoras y estaciones de trabajo de escritorio, además de periféricos de microcomputación. El pequeño pero importante sector de las supercomputadoras, dirigido por Cray Research, también ha crecido rápidamente y las supermicrocomputadoras han empezado a entrar a este sector. El crecimiento regular de IBM ha seguido, pero sus competidores de computadoras de gran estructura no lo han podido alcanzar a medida que este sector se desarrolla, y también hay señales de debilidad en algunas partes del sector de minicomputadoras.

La industria de la computación es una de las pocas que van quedando en donde Estados Unidos sigue teniendo un balance comercial positivo, pero la tendencia es hacia abajo. El excedente americano en el comercio total de computadoras alcanzó un máximo de 7 000 millones de dólares en 1981, descendió a menos de 3 000 millones de dólares en 1987, y se estima que estará cercano a cero en 1988. (Estas cifras excluyen a las computadoras fabricadas y vendidas en el extranjero por productores americanos como IBM y DEC; sólo IBM World Trade tiene ventas por 25 000 millones de dólares, y la mayor parte se produce en el extranjero). Una importante razón del descenso en el balance comercial americano es el rápido auge de las importaciones japonesas. Japón alcanzó la paridad con Estados Unidos en el comercio bilateral de computadoras en 1982, y logró un excedente de más de 4 000 millones de dólares hacia 1987. A la vez, la participación americana en el mercado japonés ha descendido sistemáticamente. La participación de IBM en el mercado japonés alcanzó alrededor del 40 por ciento en los sesenta, pero se ha reducido actualmente a menos del 15 por ciento. DEC cubre sólo el 1.6 por ciento del mercado japonés, comparado con el 6 por ciento del mercado mundial.

La penetración japonesa del mercado americano ha sido menos dramática en las computadoras que en otras industrias, tales como los automóviles y la electrónica de consumo. Un elemento que ha estabilizado el mercado, particularmente para los productores de computadoras de gran estructura, es la incompatibilidad de líneas de equipamiento que compiten en el mercado. La inversión acumulativa de usuarios en *software* de aplicación, y el entrenamiento y periféricos específicos para vendedores, han hecho que el cambio a un sistema en com-

petencia sea costoso, consumidor de tiempo y arriesgado. También los compradores eligen computadoras sobre la base del *software* de aplicación disponible para una máquina, siendo Estados Unidos más fuerte que Japón en *software*. Una vez que una compañía de computadoras de gran estructura construye una base de clientes, es difícil para otros vendedores con diferentes arquitecturas penetrarla, aun con un mejor desempeño y precios más bajos.

El nivel de excelencia de Japón en la fabricación le ha permitido obtener contratos para construir sistemas que son re-etiquetados y vendidos por un número cada vez mayor de vendedores de computadoras americanos y europeos. Japón también ha tenido un gran éxito con periféricos, que son en su mayoría artefactos electromecánicos tales como impresoras y controladores de discos flexibles (*drives*), que son mucho más intercambiables, especialmente por debajo del nivel de las computadoras de gran estructura. El valor del mercado de los periféricos americanos es aproximadamente igual al de los procesadores; los japoneses han capturado quizás el 30 por ciento del mercado total de los periféricos y sobre el 70 por ciento del mercado de los periféricos de microcomputadoras.

La barrera de la compatibilidad también ha sido superada en las microcomputadoras. Debido a que las computadoras usan sistemas operativos estándares y microprocesadores que están disponibles, los competidores cercanos, especialmente de Japón y otras naciones asiáticas, han podido desarrollar copias de diseños originales (especialmente aquéllos que se ajustan al "estándar" de la PC IBM) y venden máquinas totalmente compatibles en el mercado americano. Incluso las computadoras de fabricación americana tienen ahora una presencia importante en el extranjero. Los productores americanos de computadoras obtienen actualmente más de la mitad de los semiconductores de Japón, comprándolos en su mayoría a las mismas compañías diversificadas que son sus competidores en el mercado de las computadoras.

El *software* sobrepasa a los procesadores y a los periféricos en cuanto a tamaño en el mercado. La industria de *software* empaquetado vendió alrededor de 30 000 millones de dólares en el mundo en 1987, pero esta cantidad se reduce con el valor del *software* desarrollado dentro de las organizaciones. Los cálculos varían mucho, pero solamente en Estados Unidos el costo está probablemente entre los 150 000 millones de dólares y los 200 000 millones de dólares anualmente (incluyendo salarios y otros gastos para grupos de programación). El *software* em-

paquetado americano sigue siendo fuerte en términos globales y ha permanecido invulnerable a la competencia de las importaciones en Estados Unidos.

Haciendo un balance, la industria americana de computadoras está prosperando. IBM sigue creciendo, aun cuando el mercado de las computadoras de gran estructura se desarrolla en el mundo entero, y compañías como Sun, Apple y Compaq gozan de gran popularidad por las estaciones de trabajo y las computadoras personales. Sin embargo, algunos de los sectores más nuevos, pueden ser más vulnerables en el futuro, debido a que están compuestos fundamentalmente de pequeñas compañías formadas con capital de riesgo y que dependen de líneas de productos menores que se venden en su mayoría en Estados Unidos. Los productores de periféricos enfrentan ya una fuerte presión derivada de las importaciones y muchos de ellos producen fuera. Los competidores japoneses tienden a ser grandes conglomerados, fuertes financieramente, que comercializan en forma global (tales como NEC en las microcomputadoras, Canon y Toshiba en los periféricos, y recientemente Matsushita y Sony en las estaciones de trabajo).

#### LA HISTORIA DE LA INDUSTRIA AMERICANA DE COMPUTADORAS

La industria de las computadoras comenzó en Estados Unidos hace sólo algo más de 35 años. Pronto IBM se volvió tan dominante que en los sesenta la industria se conocía como "IBM y los siete enanitos". (La competencia incluía a RCA y General Electric y a las industrias BUNCH). RCA trató de vender computadoras equivalentes a las de IBM a precios más bajos, pero el *software* y el servicio eran vitales para los compradores, e IBM invirtió mucho más que RCA en estas áreas. RCA finalmente abandonó el mercado alrededor de 1970, registrando pérdidas de unos 300 millones de dólares. General Electric ya se había retirado de todo, excepto de sus computadoras de controles de procesos, con grandes pérdidas también, cuando las ventas de computadoras no alcanzaron los objetivos financieros, dentro de su concepto orientado a la utilidad.

El gobierno de Estados Unidos trató, a través de acciones legales, de mantener competitiva esta industria en sus primeros tiempos. Aunque pueda parecer extraño en el contexto actual de competencia internacional, el Departamento de Justicia lanzó una demanda contra IBM

bajo el estatuto del antimonopolio, con la intención de romper la compañía en pedazos (perspectiva que era temida por algunos competidores ante la posibilidad de que se crearan "pequeñas" IBMS que podrían ejercer un dominio aun mayor en el mercado). La demanda costó varios millones de dólares y duró más de diez años, y fue retirada en 1982 cuando la industria había pasado por importantes cambios.

Aun cuando el caso nunca se resolvió, la presión del gobierno tuvo algún efecto en el mercado. Por ejemplo, IBM modificó su práctica de "preanunciar" computadoras que, según se decía, había desalentado a los usuarios de comprar sistemas competitivos que ya estaban en el mercado. IBM se vió también obligada a proporcionar a los competidores los detalles técnicos de sus nuevos sistemas, porque a menudo fijaban los estándares de *facto* en el mercado. Probablemente el impacto más importante fue el requisito de que IBM excluyera el *software*, vendiéndolo separadamente en lugar de hacerlo parte del costo total de un sistema. Esta decisión ayudó a fomentar una industria competitiva de *software* empaquetado en Estados Unidos, que más adelante creció enormemente en el auge de la computadora personal.

El gobierno también dió apoyo para la investigación y el desarrollo en la industria, principalmente, a través del Departamento de Defensa. Un primer programa para construir las computadoras más rápidas del mundo hacia finales de los cincuenta llevó a la fabricación de las computadoras LARC de Univac y Stretch de IBM. Aunque la entrada de IBM fue considerada menos exitosa, el proyecto proporcionó un colchón de prueba para muchos conceptos de diseño usados en sus sistemas comerciales de gran éxito de la generación 360 y 370. Después que el Congreso presionó al Departamento de Defensa para que financiara la investigación y el desarrollo dirigidos sólo a objetivos militares, hubo menos oportunidad de giros comerciales. Aún así, la Defense Advanced Research Projects Agency jugó un importante papel en avances tales como tiempos compartidos, redes de computación e inteligencia artificial, y sigue apoyando la investigación avanzada de computación, principalmente en laboratorios de universidades.

En la medida que el sector de las computadoras de gran estructura se desarrolló, los competidores en Estados Unidos y Europa intentaron reducir los costos recurriendo a Japón para fabricar sus sistemas; en tiempos más recientes, ellos han comercializado cada vez más computadoras diseñadas y fabricadas en Japón. Unisys, por ejemplo, compra piezas de *mainframes* a Hitachi; Honeywell empezó haciendo contra-

tos con NEC sólo para la fabricación, pero ahora vende principalmente computadoras diseñadas por NEC; Amdahl comercializa computadoras compatibles con IBM construídas por Fujitsu; y National Advanced Systems (sucursal de National Semiconductor) vende computadoras Hitachi. Las compañías japonesas también construyen computadoras para importantes vendedores europeos como Siemens, BASF e ICL.

Los importantes avances de hace unos pocos años producidos en VLSI han generado rápidos cambios en la industria de las computadoras. Siguiendo el auge de las minicomputadoras vino el crecimiento explosivo de los microprocesadores y las computadoras personales basadas en ellos. Las poderosas estaciones de trabajo de escritorio surgieron para labores de computación intensiva, como el diseño computarizado. Los beneficios en cuanto a desempeño en las supercomputadoras ampliaron su uso en aeroespacio, investigación científica y pronósticos del tiempo. En los laboratorios de investigación y desarrollo y en las compañías sostenidas por capital de riesgo, las computadoras de multiprocesadores están siendo alistadas para ampliar sus capacidades a través de avances arquitectónicos en lugar del simple uso de circuitos más rápidos. La industria también está poniendo más énfasis en computación distribuída, con grupos de computadoras ligadas unas con otras y con computadoras de gran estructura cercanas, como también con sistemas remotos. Esta tendencia está haciendo aumentar la presión por parte de los usuarios de computadoras para que haya más interfaces estándares y sistemas operativos.

El sector de las computadoras de gran estructura aparece ahora menos activo. La mayor parte de los nuevos sectores del mercado de rápido crecimiento ha sido iniciada por empresas jóvenes, a las que más adelante se les unieron grandes compañías de computadoras. El mercado de estaciones de trabajo avanzadas tuvo como pioneros a Apollo y Sun, y el de las computadoras personales a Apple, siguiéndolas IBM y DEC. Tandem fue el primero en producir computadoras orientadas a las transacciones y tolerantes de fallas, mercado al que eventualmente entró IBM, vendiendo sistemas construídos por Stratus, competidor de Tandem. Convex lanzó el sector de las supermicrocomputadoras. Un grupo de empresas jóvenes, tales como Sequent, Encore y Thinking Machines, están ofreciendo ahora sistemas basados en arquitecturas de nuevos multiprocesadores.

La primera generación de empresas jóvenes en el campo de las minicomputadoras —compañías como Prime, Data General y Wang— están

empezando a mostrar una conducta similar al estancamiento producido en el sector de las computadoras de gran estructura: crecimiento lento, serias bajas de vez en cuando con despidos, deserciones de empleados talentosos, creciente dependencia de proveedores externos y participación disminuída en mercados nuevos.

#### EL PROGRESO DE LA INDUSTRIA JAPONESA DE COMPUTADORAS

En sus inicios, la industria japonesa de computadoras logró surgir con la ayuda del gobierno y de Nippon Telegraph & Telephone (NTT), el monopolio nacional de teléfonos (recientemente privatizado). En los sesenta, el "club" de proveedores de NTT (*dendenkosha*) incluía empresas gigantes como Fujitsu, NEC e Hitachi, como también otras como Oki. Los proveedores hacían máquinas especializadas para satisfacer las necesidades de NTT, usando los medios basados en tecnologías que estaban unos dos años atrasadas en la materia, respecto a las occidentales.

En 1965, empezó un trabajo coordinado por el gobierno para construir un sistema japonés que superara la línea 360 de IBM. De ahí en adelante, las compañías japonesas fueron presionadas por el Ministerio Internacional de Comercio e Industria (MITI) para comprar computadoras a proveedores nacionales. La publicación de MITI *Vision of the Future* que salió en 1970, visualizaba un cambio hacia industrias de baja energía, porque Japón era muy vulnerable a recortes en el suministro de energía. Eventualmente, este ímpetu condujo al exitoso programa de circuitos VLSI de finales de los setenta e inicios de los ochenta, cuyo objetivo más importante era capacitar a los productores de computadoras japonesas para que llegaran a ser líderes mundiales. El resultado fue que varias compañías japonesas grandes son poderosas hoy en cuanto a los semiconductores y a computadoras. Los cuatro productores más grandes de computadoras —Fujitsu, NEC, Hitachi y Toshiba— son también los vendedores más grandes de semiconductores.

Otro proyecto coordinado por MITI en el campo de las supercomputadoras ha llevado a la creación de supercomputadoras de alto desempeño; pero estas máquinas han tenido hasta ahora poco éxito para entrar al mercado americano, en parte debido a la incompatibilidad de los *softwares* y también a las medidas tomadas por el gobierno americano.

Las compañías japonesas que trataban de comercializar microcomputadoras con sistemas operativos patentados en Estados Unidos tuvieron problemas de compatibilidad de *softwares*, similares a aquéllos que frenaron su entrada a los mercados de procesadores de computadoras de gran estructura. Sin embargo, NEC ha tenido un gran éxito vendiendo microcomputadoras en Japón (donde ha ganado más del 70 por ciento del mercado de computadoras personales) y en el resto de Asia. Su enfoque fue muy diferente del que normalmente tomaban las compañías americanas al lanzar una nueva línea de productos. Antes de entrar al mercado, Koji Kobayashi, presidente de NEC, se pasó un año haciendo contactos personales con desarrolladores de *software*, vendedores minoristas, revendedores y usuarios, y conociendo el mercado. La estrategia basada en su conocimiento de primera mano estaba dirigida a estimular el crecimiento del mercado, principalmente a través de grandes centros de demostración, con una amplia variedad de equipos de NEC. El centro de Tokio en Hibiya costó 5 millones de dólares, abarca de 30 000 a 40 000 pies cuadrados y tiene 44 empleados. Pero no vende computadoras. Tales centros permiten a los clientes potenciales conocer los productos NEC y luego comprarlos a bajo costo en tiendas de descuento, como las que hay en el distrito Akihabara de Tokio. Este enfoque permite a NEC vender alrededor de la mitad de su producción de computadoras personales (alrededor de 1.4 millones de unidades al año) a través de tiendas minoristas en lugar de mercados de más alto nivel, con vendedores calificados en el uso de computadoras.

Las compañías de computadoras japonesas tienen las mismas ventajas de otras industrias japonesas. Sus estrategias están dirigidas al crecimiento más que a las ganancias de corto plazo, y pagan poco en dividendos a accionistas. A diferencia de las compañías americanas, que deben financiar el crecimiento principalmente a través de ganancias retenidas, las compañías japonesas tratan de minimizar las ganancias en sus registros debido a los altos impuestos corporativos. Ellas financian el crecimiento principalmente a través de deducciones de impuestos (especialmente para la depreciación) y, en segundo lugar, a través de impuestos y fondos de acciones (generalmente de grandes instituciones financieras u otras empresas de familias corporativas). En un periodo de 5 años, por ejemplo, Fujitsu, el más grande vendedor japonés de computadoras, financió el 34 por ciento de su crecimiento por subsidios de depreciación con sólo el 17 por ciento de prés-



tamos. Además, en 1986 Fujitsu pagó 4.5 por ciento de interés en préstamos, cerca de la mitad de la tasa pagada por grandes compañías americanas. Los costos laborales eran también alrededor de la mitad de los de las compañías americanas, fundamentalmente debido a los salarios más bajos de trabajadores de fábricas y profesionales y debido a la dependencia en una fuerza de trabajo mucho más joven, especialmente mujeres jóvenes con salarios bajos. Esta ventaja en los costos se ha visto reducida por el descenso del dólar.

Hacia 1986, Fujitsu, Hitachi y NEC juntos estaban gastando más de la mitad de lo que IBM gastó en investigación y desarrollo. Sus inversiones en la planta y equipo eran también mayores, con alrededor del 20 por ciento para equipos de aumento de la productividad, automatización de la fábrica, robótica y sistemas de manejo de materiales. Al mismo tiempo, ellos recurrían más a proveedores externos para subensamblajes, periféricos y otros. Las ventas combinadas de las compañías japonesas de computadoras alcanzaron 53.6 mil millones de dólares en 1987 (con 138 yenes por 1 dólar americano), comparados con los ingresos en el mundo de 54.2 mil millones de dólares para IBM. Las ventas de computadoras japonesas crecen rápidamente, mientras las de IBM se están nivelando.

El programa de quinta generación de Japón, que empezó a principios de los ochenta, fue otro esfuerzo concertado para aumentar las capacidades en la investigación avanzada de computación, especialmente en inteligencia artificial. Programado para tener un costo de unos 500 millones de dólares en 7 años, el programa tenía una meta ambiciosa: desarrollar tecnología para producir máquinas inteligentes que pudieran resolver problemas complejos, incluyendo la traducción automática de lenguas, reconocimiento del habla y reconocimiento de patrones. Aun cuando el programa se ha quedado corto en cuanto a sus metas técnicas, ha logrado lo que puede ser su primer objetivo: aumentar el número de líderes en la investigación avanzada y desarrollo de computadoras de Japón, desde unos pocos a varios cientos. El personal fue sacado de, y regresado a, las compañías de computadoras japonesas que podrían convertirse en competidores aun más grandes en los mercados del futuro.

De acuerdo a la publicación de MITI *Vision for the Year 2000*, la industria de la información producirá el 21 por ciento del PIB de Japón hacia fines de este siglo (MITI incluye dentro de la industria de la información a los semiconductores, electrónica de consumo, procesamien-

to de datos, equipos de información y telecomunicaciones, y servicios). Este plan visualiza 2 000 nuevos negocios y la creación de 2.5 millones de nuevos trabajos (44 por ciento de todos los trabajos nuevos en Japón en ese periodo), con la mitad de los trabajos en la industria de la computación. En el pasado, los japoneses han tenido bastante éxito en cumplir con los objetivos de estos planes. La meta de alcanzar primacía económica en la industria de la información a nivel mundial parece lógica y estratégicamente coherente para un país como Japón, ya que requiere poco en cuanto a materias primas y depende principalmente de un buen número de gente inteligente y con una buena educación.

#### LA PERSPECTIVA PARA LA INDUSTRIA AMERICANA DE COMPUTADORAS

Aunque la industria americana de computadoras sigue siendo fuerte, la perspectiva no seguirá siendo sobresaliente sin tener iniciativas fuertes. Los productores de computadoras en Japón, Corea del Sur y Taiwán están obteniendo investigación y desarrollo, servicios de investigación de mercados y habilidades técnicas que necesitan para ser fuertes competidores internacionales. Las compañías innovadoras jóvenes en Estados Unidos, con frecuencia venden su tecnología a competidores asiáticos y proporcionan sus conocimientos sobre mercado e incluso ayuda directa. (Las compañías americanas más grandes tienden a ser mucho más cuidadosas con la información patentada). Muchos estándares de la industria que se desarrollan en Estados Unidos sirven como especificaciones de productos para competidores imitativos con costos de fabricación más bajos y tiempos más cortos de desarrollo. Las universidades americanas dirigen la investigación y el desarrollo en forma abierta y están educando a cuadros de ingenieros asiáticos. Toda esta apertura es el costo esencial del liderazgo y el sistema de libre empresa. No se aboga por que las universidades y laboratorios americanos cierren la puerta a la investigación básica, pero debería haber una mayor protección sobre los avances americanos en cuanto a productos.

En el largo plazo, la industria americana de computadoras debe seguir algunos pasos para asegurar su competitividad ante el poder que van adquiriendo sus rivales. Las capacidades de producción se deben mantener y actualizar, especialmente considerando las inversiones cada vez mayores de Japón en equipo para aumentar la produc-

tividad y en su reputación de producción de alta calidad de equipo electromecánico y electrónico. La reciente decisión de Matsushita de que Tandy produzca sus microcomputadoras Panasonic en su planta de Fort Worth puede ser una primera señal de que se revierte la tendencia hacia la fabricación en lugares cercanos. Los productores americanos de computadoras también deben trabajar en forma cooperativa con proveedores nacionales de circuitos integrados, para asegurar que seguirán teniendo acceso a las más recientes tecnologías de microcircuitos, que son cruciales para el desempeño de sus sistemas. El liderazgo en *software* es otro importante requisito, especialmente en el caso de Japón que desarrolla "fábricas de software" y perfecciona las herramientas de programación que pueden hacer que el desarrollo de *software* sea más rápido y más eficiente.

#### LA INDUSTRIA DE LAS COPIADORAS Y EL CASO DE XEROX

La industria de las copadoras creció a partir de un sólo producto en 1959 (la Xerox 914) a un negocio con un valor de 22 000 millones de dólares por embarques en todo el mundo en 1987. De este total, Xerox (exclusivo de Fuji Xerox) ha retenido alrededor de un tercio, 7 500 millones de dólares. Xerox fue el primero en el mercado de copadoras xerográficas basadas en inventos comprados a Chester Carlson, inventor independiente. La compañía no tenía competidores hasta 1970; luego IBM entró al mercado, y se le unió Kodak en 1975.

En los setenta, los japoneses también entraron en el mercado americano, compitiendo en las ventas de las máquinas menos caras, aquéllas capaces de hacer 30 copias por minuto o menos. La participación de Xerox en este segmento del mercado disminuyó significativamente, de aproximadamente 80 por ciento en 1975 a 8.6 por ciento en 1984. Inicialmente, Xerox no respondió al desafío japonés en este segmento de bajas ganancias del mercado. Hacia 1979, sin embargo, la compañía había empezado un programa para reducir los costos de fabricación y aumentar la calidad, que desde entonces le ha permitido retomar algo de la parte menos rentable del mercado (su participación aumentó a 11.2 por ciento en 1986). También ha buscado proteger su posición dominante en la parte más rentable del mercado.

¿Por qué esta compañía americana de vanguardia permitió a los competidores japoneses apoderarse de un segmento importante de su

mercado? ¿Cómo cambió luego su estrategia para recuperar parte del mercado perdido y de protegerse de otra usurpación? La historia de Xerox es importante porque da una visión de un prototipo de compañía americana, muy exitosa en sus inicios, cuando iba en primera línea en un mercado de rápido crecimiento, y luego debilitándose en la medida que el mercado se desarrollaba, y que los costos de producción, la diferenciación de productos y la satisfacción del cliente se hicieron esenciales en un mercado altamente competitivo. Lo que hace que el caso Xerox sea particularmente interesante es el éxito de la compañía para revertir su descenso.

#### CÓMO XEROX PERDIÓ LA PARTE MENOS RENTABLE DEL MERCADO DE COPIADORAS

Haloid Corporation, que era la pequeña Rochester, compañía de Nueva York que pasó a ser Xerox, arriesgó todo al tomar los inventos xerográficos de Carlson, sacándolos del laboratorio para llevarlos al mercado, llegando casi a la bancarrota antes de introducir la 914 en 1959. Pero la máquina creó un nuevo mercado que creció mucho más de lo que esperaban sus partidarios.

Los ingenieros que trabajan en la 914 y sus sucesores veían el complejo proceso de xerografía como algo parecido a la magia negra y ellos se concentraron en diseñar una máquina que sólo funcionara, en lugar de racionalizar sus diseños para obtener la máxima calidad y reducir los costos de producción. Sin tener competencia, no había presión alguna para volver a refinar el diseño. Por ello, todo el esfuerzo de desarrollo de la compañía se concentró en producir copadoras más grandes y más rápidas, que se creía eran más rentables. Hacia 1970, Xerox había aumentado la velocidad para copiar a 60 por minuto.

Cuando IBM entró al mercado en 1970, Xerox estaba dedicada a aumentar la velocidad de sus grandes copadoras a 120 copias por minuto y la competencia no produjo ningún cambio en la estrategia. En 1974, cuando se introdujo la 9200 con 120 copias por minuto, las máquinas Xerox eran todavía muy grandes, muy caras, tenían un gran número de piezas y no eran conocidas por su calidad o por su funcionamiento fluido.

En 1975, Kodak entró a participar en una parte muy rentable del

negocio de Xerox, en el rango de velocidad media alta con su copiadora Ektaprint. La habilidad de Kodak en el campo de la química le permitió obtener una calidad superior en las copias. Además, su primera máquina era un recirculador de documentos completamente automático, producto que Xerox había estado pensando construir. Xerox trasladó una gran cantidad de sus recursos para el desarrollo hacia un área que le permitiera hacer frente a Kodak.

En los setenta, Xerox trataba de ampliarse hacia la producción de computadoras y sistemas de oficinas, usando el negocio de las copadoras para sacar el efectivo que le permitiera financiar esta nueva empresa. Scientific Data Systems, compañía de computadoras, había sido comprada en 1969 por 900 millones de dólares con la esperanza de entrar al negocio de los *mainframes* y computadoras. Más adelante, el Palo Alto Research Center (*PARC*) de Xerox (Centro de Investigación) desarrolló una amplia gama de tecnologías innovadoras para microcomputadoras, redes y áreas aliadas, pero la compañía no pudo convertir esta tecnología avanzada, única en productos con éxito comercial.

Mientras la administración de Xerox era desviada por los competidores nacionales de la parte más rentable del mercado de copadoras y por sus empresas que iban más allá de las copadoras, las compañías japonesas penetraban la parte menos rentable del mercado de copadoras en Estados Unidos con productos de alta calidad y bajo costo. Los ejecutivos de Xerox sabían que sus máquinas de la parte menos rentable no podían competir con modelos de Canon, Minolta, Ricoh y de varias otras compañías japonesas. Recibieron una primera advertencia de sus propios afiliados en el extranjero: Rank Xerox en Europa, siendo Xerox el dueño de un poco más de la mitad de esta compañía, y Fuji Xerox en Japón, de la cual la mitad era propiedad de Fuji Photo film company y la otra mitad de Rank Xerox. Fuji Xerox operaba con bastante independencia, tomando los diseños de Xerox y convirtiéndolos para productos a ser vendidos en Japón, con pequeñas modificaciones (tales como aquéllas para diferentes servicios eléctricos y tamaños de papel). Hacia 1975, Fuji Xerox perdía su participación en el mercado japonés debido a una fuerte competencia dirigida por las compañías de cámaras fotográficas japonesas. Para seguir compitiendo, Fuji Xerox tuvo que dejar de depender de los diseños básicos de Xerox y, por lo tanto, desarrollar sus propios productos y tuvo que lanzar un amplio programa de control de calidad para su empresa.

Este esfuerzo le significó un gran éxito a Fuji Xerox, generándole nuevamente utilidades. Incluso hoy la mayoría de las copiatoras Xerox de la parte menos rentable del mercado que se venden en Estados Unidos, vienen de Fuji Xerox.

Estos hechos fueron una señal clara para la administración de Xerox de que sus productos no podían competir con los mejores modelos japoneses. Sin embargo, mientras los japoneses invadían el bajo mercado en los setenta, Xerox no reaccionaba. No fue hasta 1979 que la compañía finalmente despertó frente a la gravedad del desafío japonés. Aunque la parte de bajas ventas del negocio no era muy rentable, los japoneses usaron posiciones establecidas ahí que les permitieron expandirse hacia áreas más rentables. Además, el éxito de los nuevos diseños de productos de Fuji Xerox revelaron que había avances que valían la pena en Japón. El resultado fue que en 1979 Xerox empezó a mandar misiones de estudio a Japón para investigar a Fuji Xerox y a otras compañías japonesas.

Xerox se impresionó con los hallazgos de estas misiones. Los japoneses podían producir copiatoras con la mitad del costo de producción, con un plan de desarrollo que cubría la mitad de tiempo y con sólo la mitad de gente en el equipo de desarrollo. La calidad de las copiatoras japonesas era también muy superior. Cuando se calculaba el número de partes defectuosas en la línea de ensamblaje, la calidad japonesa era de 10 a 30 veces mejor que lo que hacía Xerox en Estados Unidos. Estos hallazgos tan brutales dieron lugar a un resurgimiento en Xerox que aún continúa. Mirando hacia atrás, está claro que la administración tenía suficiente información en 1975 para reconocer la amenaza y podría haber lanzado una respuesta años antes de cuando lo hizo.

#### POR QUÉ XEROX ERA VULNERABLE A LA COMPETENCIA JAPONESA

Con su gran éxito en crear un mercado de rápido crecimiento basado en tecnología xerográfica patentada, Xerox tenía poco interés en reducir sus costos de producción, de mejorar la calidad, o de estar más atento a las necesidades de los clientes. Sin tener competencia, la calidad no era considerada un problema serio; incluso se pensaba en la compañía que un negocio con un servicio amplio contribuía a tener más utilidades.

El proceso de desarrollo de productos era caótico: extendía el tiempo de desarrollo, bajaba la calidad y, a veces, subía los costos de producción. Había una excesiva confianza en la prueba y el error, que llevó a la creación de muchos prototipos. El resultado fue que los laboratorios de desarrollo fueron inundados con *hardware* de prototipo, y esto hizo difícil que se mejoraran los diseños a través de experimentos sistemáticos. Había fallas similares para optimizar el desarrollo de los procesos de producción. Otras compañías americanas compartían estas debilidades en cuanto al desarrollo de productos y procesos. En realidad, Xerox era considerada líder en algunos métodos de desarrollo, aun cuando su estilo era claramente inferior a las mejores prácticas japonesas.

Los diseños de Xerox requerían de un gran número de piezas, no estaban bien adaptados para la fabricación y no satisfacían adecuadamente las necesidades del cliente. Con frecuencia, se seleccionaban ideas iniciales sin considerar otras alternativas, y el diseño se hacía sin tomar en cuenta los requerimientos de producción. Aun cuando había una organización de ingeniería de producción avanzada para enlazar el diseño con la producción, operaba más bien como un nivel más de gente que se ubicaba entre los diseñadores y la fábrica en lugar de ser un grupo efectivo de interfase. Además, los proveedores no eran invitados a conocer el proceso inicial de diseño.

Las operaciones de producción tenían también sus puntos débiles. Había una excesiva dependencia en la inspección para separar las unidades defectuosas después del proceso de producción, en lugar de usar control de calidad en la línea de producción para detectar y resolver problemas sobre la marcha. Había abundantes reservas de existencias para evitar cualquier escasez de algún producto ocasionada por interrupciones en la producción, y Xerox tenía una gran base de proveedores con muchas fuentes de abastecimiento para la mayoría de las piezas.

Un serio problema para la compañía fue el gran abismo que se produjo entre importantes organizaciones funcionales. Tres grupos claves de producción (planeación, diseño y desarrollo y operaciones de producción) necesitaban colaborar entre sí, sin embargo, no se topaban en la estructura corporativa sino hasta los niveles ejecutivos en la sede corporativa. De ahí que un plan para un producto era "lanzado contra la pared" para los especialistas de diseño y desarrollo, quienes a su vez, preparaban su diseño y lo "lanzaban contra la pared" a los de

operaciones de producción. En muchos casos, el diseño entregado era difícil de producir. La rigidez sistemática y la falta de cooperación entre los grupos entorpeció gravemente el desarrollo de la compañía. Había falta de cooperación para con los proveedores, a quienes se trataba como centros productores de piezas de acuerdo con los diseños de Xerox, y con frecuencia en una relación de adversarios; poco se hacía para aprovechar sus competencias o contribuir a formarlas.

También parecía haber factores culturales que limitaban la capacidad de la compañía para enfrentar el cambio. David Kearns, presidente de Xerox, se quejó públicamente del alto costo y periodos de largo entrenamiento que se necesitaban para cambiar actitudes dentro de la compañía y para establecer nuevos parámetros para el desempeño individual y corporativo. Otro factor que puede haber limitado la respuesta ante la competencia en el mercado de las copiatoras son los altos dividendos pagados por Xerox y otras corporaciones americanas, comparados con compañías japonesas. Xerox pagó 300 millones de dólares en dividendos en 1986, casi el 65 por ciento de los ingresos netos de ese año. Un ejemplo similar es IBM, que pagó el 43 por ciento de sus ingresos en 1985 en dividendos como accionista. Las grandes compañías japonesas pagan pocos dividendos o no pagan en absoluto, lo cual les da más capital interno para investigación y desarrollo y para modernizar sus fábricas. En una entrevista con la revista *Electronic Business* en noviembre de 1986, Kearns estuvo de acuerdo en que los dividendos de Xerox eran bastante altos en relación a sus utilidades, pero dijo que la compañía estaba en la ruta del crecimiento, lo cual justificaba los dividendos. Él reconoció que los competidores japoneses tenían algunas ventajas en sus estructuras financieras, pero no veía que esas diferencias fueran causa importante de los problemas de la compañía. "Excluyendo a la economía, el destino está en nuestras manos, no en otros", comentó.

#### EL RESURGIMIENTO DE XEROX

Una vez que la administración de Xerox entendió lo que era el poderoso desafío montado por los competidores japoneses, comenzó a emprender importantes acciones en 1979 para mejorar las operaciones de la compañía. Entre los pasos tomados, estaban:

—El desarrollo y producción de copiatoras fueron reorganizados.



Se aplicó una nueva administración, que fue traída de otras áreas de la compañía. Las funciones de planeación, desarrollo y producción fueron más estrechamente integradas. Se creó un programa de Diseño de Ensamblaje.

—Hubo un mayor énfasis en poner calificaciones de competencia, que incluían pruebas de comparación entre las máquinas Xerox y modelos competitivos y comparaciones también entre métodos de Xerox con los de líderes mundiales en actividades importantes.

—Aumentó enormemente la participación de los empleados.

—En 1984, se introdujo un programa de control de calidad, Liderazgo en la Calidad, en toda la compañía. En este programa fueron entrenados 70 000 de los 100 000 empleados de Xerox en el mundo entero, durante los siguientes tres años. Se adoptaron métodos estadísticos de control de procesos para la fábrica y para evaluar piezas entregadas por proveedores.

—Los proveedores fueron invitados a participar en las primeras etapas de diseño de los productos.

—Se redujeron mucho las existencias, como también el número de proveedores.

—Se le dió un mayor énfasis a la satisfacción del cliente.

Esta gran labor, altamente costosa, ha tenido un éxito considerable. La compañía redujo a la mitad sus costos de producción y el número de gente en producción, y mejoró la calidad (calculada en términos de piezas defectuosas en la línea de ensamblaje) de diez a treinta. Todo esto ha significado que la intrusión japonesa en la parte más rentable del negocio de las copadoras ha disminuído. Como se dijo anteriormente, Xerox aumentó su participación en la parte menos rentable del mercado a 11.2 por ciento en 1986 (aunque vende principalmente copadoras Fuji Xerox en este campo). Xerox presume que es la única compañía americana que ha perdido su participación en el mercado por la competencia japonesa y ha logrado recuperarla sin recibir ayuda del gobierno. Las diez series de copadoras de la compañía, que empezaron con 1075 en 1982, han tenido un gran éxito en el mercado.

#### LA PERSPECTIVA PARA LA INDUSTRIA

La fuerte respuesta de Xerox a la competencia japonesa debería ayudar a la compañía a seguir recuperando lo que había perdido en el

mercado de Estados Unidos y debería contribuir también a hacerla más competitiva en el mercado mundial. Se espera que los japoneses sigan mejorando la productividad, por lo tanto, Xerox no se puede dar el lujo de refocilarse con su reciente éxito. Xerox sigue siendo ambivalente respecto a las copadoras personales que han surgido recientemente en el sector menos rentable. Kearns dijo que Xerox no ha resuelto cómo hacer dinero con este tipo de producto y que la compañía no entrará al mercado a menos que le sea rentable. Al mismo tiempo, admite que hay discusiones dentro de la compañía sobre qué tan razonable es el no estar representado en este sector. Si las copadoras personales logran alta calidad a bajos precios, la conveniencia de semejantes productos podría eventualmente afectar el uso de copadoras centrales, en donde Xerox es poderosa. Xerox es un contendor en el mercado de publicidad que crece rápidamente, pero tiene una competencia muy fuerte en las compañías de microcomputadoras tales como Apple Computer y los vendedores de paquetes de *software* que gozan de popularidad. El fax es otra área que podría eventualmente tener un impacto en el mercado de las copadoras. La transmisión de fax fue adoptada en forma amplia en Japón antes que en Estados Unidos o Europa, de modo que los productores japoneses fabrican ahora alrededor del 95 por ciento de las máquinas de fax en el mundo. El mercado se está duplicando cada año en Estados Unidos y Europa, a la vez que se ha mantenido en Japón. Aunque Xerox vende equipo Fuji Xerox en Estados Unidos, no juega un papel importante en este mercado.

Las máquinas fax usan una tecnología similar a las copadoras y algunas se usan para hacer copias y para mandar documentos por líneas telefónicas. Aunque los modelos actuales no son adecuados para grandes cantidades de copiado, es posible que las estaciones de trabajo comerciales del futuro usen el mismo equipo para copiado personal y transmisión de fax, como también para imprimir textos de computadoras. Las compañías japonesas como Canon son líderes en los mecanismos laser que pueden favorecer a estas máquinas.

Otro sector del mercado de copadoras que puede recibir un fuerte impulso por el avance de las máquinas fax es el copiado a color. Hasta ahora, ha sido una parte pequeña de máquinas grandes y muy costosas. En los próximos años, la red telefónica operará con transmisión digital, basada en los estándares de Integrated Services Digital Network (ISDN). La transmisión de alta frecuencia sobre estas líneas permitirá enviar imágenes de fax a color. Los grandes productores de fax, como

Canon en Japón, piensan que el éxito en el mercado de este producto dependerá a la vez de la mayor aceptación que tenga el copiado a color. De ahí que Canon esté ahora promoviendo la comercialización de copiado de calidad a color. Si este esfuerzo prospera, puede que haya una demanda mucho mayor de copadoras a color en la parte más rentable del mercado, que es el fuerte de Xerox.

Xerox se mueve para estar bien ubicado ante estos cambios que se avecinan en el mercado. Sin embargo, en los últimos años han sido compañías japonesas, en campos como la electrónica de consumo, las que han estado dispuestas a correr grandes riesgos en cuanto a abrir nuevos sectores del mercado. La disposición de Xerox hoy en día para absorber pérdidas y establecer un mercado de copadoras personales puede ser la señal anticipada de una serie de hechos futuros.