

AREAS DE CAMBIO TECNICO Y ALGUNOS DE SUS EFECTOS

J.F. RADA*

Se presenta a continuación un análisis del comportamiento tecnológico que se ha operado en el sistema mundial, gracias al aparato de investigación y desarrollo que se viene aplicando en la industria con posterioridad a la Segunda Guerra Mundial. Alude el texto a la cuantía del gasto en I & D en algunos de los países que integran el área OECD y la CEE y su aplicación en la industria manufacturera y en el sector servicios de alta tecnología. Al abordar el tema de la innovación, se sostiene que los avances técnicos, por sí propios, no son suficientes para producir bienes comercializables y se destaca el hecho de que, a medida que la tecnología crece en complejidad y costos, la problemática entre negocios a corto y largo plazo se agudiza. Se insinúa la forma de hacer el cambio técnico y se analiza, en fin, el desarrollo de paquetes tecnológicos, en áreas tales como la tecnología de información, la biotecnología y la tecnología de nuevos materiales.

El autor, Director del International Management Institute de Ginebra, presentó esta conferencia en el Seminario sobre "Condiciones para la absorción de nuevas tecnologías en países en desarrollo", organizado por el Centro de Estudios aplicados en Negociación Internacional en Ginebra, en noviembre de 1985. La versión española es de Miguel Infante y María Cristina Galán.

Introducción

Los actuales cambios tecnológicos, económicos, sociales, y políticos pueden verse como continuación de un vasto proceso de transformación del sistema mundial que ha marcado las últimas décadas. No obstante, dentro de lo que algunos pueden considerar como un cambio evolutivo lineal hay profundas discontinuidades. Corporaciones, y aún industrias enteras, se convierten en piezas de museo, y emergen nuevos actores, tanto empresas como países. El mundo dentro del cual se mueven las corporaciones, sigue impredecible, inestable y hasta temperamental.

En este medio, administradores y compañías enfrentan el problema de cómo entenderse con la integración de diferentes funciones y actividades de la empresa en un medio en cambio permanente. Las recetas de ayer no son siempre válidas hoy y lo serán aún menos mañana. Estructuras difícilmente desarrolladas y nítidamente diseñadas no responden necesariamente a las nuevas condiciones y por tanto se plantean nuevas demandas a empleados y administradores.

La mayor preocupación aquí es revisar algunos de los cambios causados

por una de las fuerzas que están moldeando el ambiente: el progreso tecnológico. Fuerza de ninguna manera nueva en sí ni en su comportamiento básico. Ha venido a primera línea en los últimos años por la profundidad y amplitud de su impacto, y constituye uno de los elementos que mezclan discontinuidad con evolución. Pondremos énfasis en el impacto que causan estos desarrollos en el sistema internacional más que en los aspectos de empleo que ya han sido ampliamente discutidos.

1. Bases del cambio técnico

Nos hemos acostumbrado a vivir con cambios técnicos, viendo nuevos productos y siendo testigos de los efectos de nuevos descubrimientos. No obstante, la manera en que se desarrolla la tecnología contemporánea es más bien un fenómeno nuevo. Esto se debe al surgimiento del aparato de Investigación y Desarrollo (I&D) colocando la ciencia y la tecnología al servicio de la producción en una escala y una forma anteriormente desconocidas. Los primeros laboratorios especializados en

I&D se establecieron en la industria en 1870 pero la ampliación de su uso tuvo lugar únicamente después de la Segunda Guerra Mundial. I&D no eran siquiera contabilizadas sistemáticamente sino hasta comienzos de la década de los 60. En resumen, tenemos solamente 35 a 40 años de acumulación de conocimiento masivo y organizado para la producción de bienes y servicios.

Durante los años 70 se gastaron aproximadamente US\$800 billones en el área de la OECD para crear nuevo conocimiento o encontrar nuevas aplicaciones al ya existente. (+)

Esta suma substancial fue equivalente al 2% de todo el PIB de la OECD. Durante el mismo período, se gastó el "equivalente de tiempo completo" de 13 millones de años persona de trabajo en "Investigación y Desarrollo Experimental", predominantemente en ciencias naturales e ingeniería. El gasto en I&D se ha mantenido al ritmo, o excedido ligeramente al crecimiento económico en casi todos los países OECD y cifras preliminares indican que los gastos se han incrementado en los últimos años y son más los países que alcanzan el 2.5% de su Producto Interno Bruto (PIB).

Estas cifras ayudan tan solo a verificar los esfuerzos masivos que se están desarrollando en la primera etapa del proceso de innovación y muestran que por lo menos las bases para un cambio técnico continuo se mantuvieron y aún se aumentaron durante la década pasada. Estos esfuerzos están, sin embargo, altamente concentrados en grandes países, grandes empresas y en el sector manufacturero.

A lo largo de la década de los 70, 90% de toda la I&D industrial en el

área OECD se realizó en cinco países (Estados Unidos, RFA, Japón, Francia y el Reino Unido). Además aproximadamente 85 por ciento de I & D fue realizado por la industria manufacturera aunque ella genera aproximadamente solo un cuarto a un tercio del producto interno industrial. Finalmente, I&D se concentra en las grandes firmas dado que aproximadamente el 66% se efectúa por compañías con más de 10.000 empleados.

Una parte considerable de la cifra total en I & D es investigación relacionada con la defensa. Los Estados Unidos encabezan la lista dado que cerca de la mitad del aporte Federal a I&D se destina a la defensa. Francia, la RFA y el Reino Unido gastan, en términos relativos, la misma cantidad en I&D para defensa —aproximadamente 7% a 10% de su presupuesto total de defensa. Entre los cinco países que más gastan en I&D, Japón es la excepción, pues gasta sólo aproximadamente la mitad de cualquier gran país europeo en defensa y dedica solamente 1% de sus gastos totales de defensa a I&D. Japón concentra sus gastos de I&D en aplicaciones comerciales.

Mirando los principales actores en la competencia global, el gasto total en I&D muestra a los Estados Unidos con cerca de la mitad del total de la OECD, la CEE (Europa 10) aproximadamente con un tercio y Japón con un décimo. Durante los años setenta, el Japón incrementó el gasto más que cualquier otro país y es segundo únicamente después de los Estados Unidos en el gasto total en I&D y en la cantidad de investigadores "de tiempo completo equivalentes"

+ Estas y las siguientes cifras se basan en OECD, Indicadores OECD en Ciencia y Tecnología, París, 1984.

te". Le sigue la RFA, Francia y el Reino Unido. Desde el punto de vista de la investigación civil, per cápita la tabla cambia con Suiza a la cabeza, seguido por la RFA, los Estados Unidos, Suecia, Japón, los Países Bajos y Francia.

El último hecho digno de mención, aunque no sorprendente, es que durante los últimos diez años, el sector eléctrico (incluyendo electrónica) sobrepasó los gastos de todos los otros sectores en I&D. Estas cifras en I&D aunque útiles, deberían siempre ponderarse por lo menos bajo 3 aspectos. El primero es la manera como se asignan los gastos en I&D, particularmente dentro de la firma, dado que se puede sobreestimar, (especialmente cuando incentivos impositivos están unidos a los gastos en I&D) o sobreestimados (como es el caso en muchas áreas de la ingeniería). En segundo lugar, en I&D refleja únicamente un elemento en el proceso de innovación. Es el insumo más fácilmente cuantificable pero no dice nada del resultado, es decir, del producto comercializable final o de nuevas invenciones. Se han hecho intentos para corregir esta distorsión, por ejemplo, usando estadísticas de patentes. La dificultad con este enfoque es la gran diferencia en la legislación de patentes entre países y, quizás más importantes, que algunas industrias prefieren no patentar (excepto para cambios radicales en la frontera del conocimiento) con el objeto de no revelar información a la competencia. Tal es el caso de industrias altamente innovadoras como la de los semiconductores. En tercer lugar está el problema del sector servicios y las cifras en I&D. En los últimos años, se ha hecho común para los bancos, instituciones financieras y otros servicios, establecer actividades en I&D que no se han contabilizado ampliamente debido a las características de la contabilidad

respectiva, originalmente diseñada para la industria. Esto es particularmente claro en el caso de servicios de alta tecnología, tales como software, ingeniería de consulta y similares.

A pesar de estos matices, los hechos demuestran que al menos la base para el cambio técnico de los países se ha mantenido y esto posiblemente conducirá a la aceleración de los desarrollos técnicos en el futuro. Además, las cifras pueden ayudar sólo marginalmente a ilustrar el hecho de que la I&D es crecientemente multidisciplinaria y que se autorrefuerza. Los avances en la ciencia de la computación, por ejemplo, han facilitado enormemente el trabajo en el campo de la ingeniería genética. A su vez, y por el momento sólo a nivel teórico, los avances en las ciencias genéticas han producido resultados que son útiles para el trabajo en el área de la inteligencia artificial.

Los esfuerzos de I&D son masivos y concentrados pero no reflejan la creciente complejidad y costo de tecnología que ha conducido a nuevos ajustes entre compañías y países. Esta práctica, que en el pasado estuvo restringida a varios sectores (tales como el aeroespacial) ahora cubre muchas más áreas de tecnología avanzada. Los "acuerdos de Colaboración Competitiva", claramente iniciados por los Japoneses (El Programa de Integración a muy Gran Escala PIGE) se usan ahora en los Estados Unidos (en las cooperativas de investigación en semiconductores, computadores y software, por ejemplo) y en Europa (en Esprit, por ejemplo). Estos grandes programas corren paralelos con acuerdos específicos entre compañías que a un nivel compiten y a otro colaboran. Esto simplemente reforzará el rápido cambio técnico y su difusión. Programas tales como la Iniciativa de

Defensa Estratégica (SDI) o Eureka podrían potencialmente producir un efecto locomotriz en importantes áreas de tecnología, aunque no sean totalmente exitosos técnicamente. Estos tipos de programas, cuyas contribuciones están siempre sujetas a debate, son algunas veces complementarias a los gastos públicos industriales o a incentivos que, en muchos casos, podrían ser más altos en términos reales que el gasto público contabilizado en I&D. Todos los países de la OECD usan uno o varios mecanismos para este propósito. Estos pueden ser depreciación acelerada, tasas impositivas preferenciales, exenciones y facilidades crediticias, donaciones, descuentos en el pago de seguro social, préstamos y términos preferenciales, garantías y tasas de interés subsidiados.

La manera como se trata fiscalmente y de cualquier otra forma la I&D, condiciona las fuentes de financiamiento. Aquí se pueden observar varias diferencias entre países. En general los países de la OECD la I&D se financia en forma paritaria por fuentes públicas y privadas. En algunos países, domina el sector privado, como en Japón, Suiza y Bélgica. En estos casos el sector privado gasta el doble de lo que gasta el sector público en I&D. Esto es particularmente importante no en términos de cantidades de recursos sino en términos de racionalidad de inversión. La razón es que en la mayor parte de los países de la OECD, los esfuerzos públicos y privados en I&D operan más o menos independientemente. Los fondos del Gobierno se gastan en laboratorios, universidades públicas, y muy poco (aproximadamente 5% o menos) va a la "industria" o a "instituciones privadas, sin fines de lucro".

De manera similar, aproximadamente el 2% de los gastos del sector

privado van a los laboratorios de universidades públicas. Las excepciones son los Estados Unidos y el Reino Unido puesto que cerca del 20% de los gastos públicos totales en I&D fluyen al sector privado. Estos flujos son aún menores pero de todos modos significativos en Francia, RFA y Suecia. Sin embargo, la mayoría de estos fondos, están asociados a los contratos de defensa.

Se puede asumir que los fondos del sector privado, tienen una racionalidad comercial directa, diferente a la I&D "básica" o de "defensa" que está financiada principalmente por el sector público. Si observamos el "comportamiento" de la inversión, la posición de Japón o Suiza aparece diferente en términos "absolutos" puesto que la mayoría de los recursos financieros y humanos están orientados a resultados comerciales. En pocas palabras un descenso en el gasto en I&D no se ve necesariamente nivelado por un aumento en los gastos públicos debido a la racionalidad de la inversión.

Durante la década de los 70 entre los principales competidores, la inversión del sector privado disminuyó en términos relativos en los Estados Unidos y en la Comunidad Económica Europea pero aumentó en el Japón. Indicadores preliminares de los últimos años sugieren que esta tendencia continúa. Es necesario ver a esta luz la relación entre laboratorios públicos de universidades e industrias. Ello es particularmente importante cuando no se da una fuerte fertilización cruzada, como ocurre en muchos países europeos. A este sentido diferencias cuantitativas pueden disimular importantes diferencias cualitativas.

La razón para todos estos esfuerzos es bastante simple. A mediados de los setenta, resultó crecientemente claro

que la posición competitiva de los países y de las empresas se basaba más que nunca en su capacidad para innovar, crear y difundir tecnologías. Esta constatación se basó en un número de evaluaciones que demostraron cómo los "productos intensivos en I&D" se desempeñaron mejor en los mercados internacionales y cómo países como el Japón han estado en condiciones de penetrar mercados tradicionales a través del uso de tecnología (ej. relojes de pared y de pulso, y calculadoras). Los desarrollos en los últimos 10 años, son, sin embargo, únicamente el prefacio de los próximos diez años cuando el cambio técnico esté vinculado a las condiciones competitivas mucho más que en el pasado.

2. Bases de la Innovación

Los avances en tecnología están relacionados a la profundidad y amplitud de los esfuerzos en I&D. Las bases de la innovación son diferentes. La atención se ha concentrado considerablemente en este tema en los últimos años. La conclusión es clara en el sentido de que un avance técnico *per se* no es suficiente para producir productos comercializables. La cuestión para Europa es, por ejemplo, no únicamente cómo gastar más riqueza en la adquisición de conocimientos sino cómo usar el conocimiento para la creación de más riqueza.

El desarrollo de una infraestructura económica y social que permita la creación de condiciones favorables para la innovación se ha convertido en tema prioritario. Los motivos tienen que ver no solo con la necesidad de mantener y mejorar las posiciones competitivas sino con la de crear empleos, mantener niveles de vida, y renovar la industria y los servicios en general.

Todos los principales países de la OECD se mueven en esta dirección pero el tema colinda con la mitología, particularmente en relación con el desarrollo de actividades de capital de riesgo. Con frecuencia se piensa, particularmente en Europa, que si hubiera suficientes "Valles de Silicio" (alusión a los desarrollos al sur de San Francisco en USA) la situación cambiaría. Japón no tiene "Valles de Silicio" pero funciona bien. Hay, sin embargo, una preocupación creciente en el Japón acerca de la necesidad de provocar más actitudes innovativas en el área de ciencia y tecnología. La toma de riesgos está paradójicamente relacionada con los grados de seguridad. La forma como trabajan los mercados de capitales y operan los sistemas financieros en el Japón permiten riesgos a nivel de empresa que serían difíciles de asumir en Europa o en Estados Unidos. Realmente, a medida que la tecnología crece en complejidad y costos, el clásico problema entre objetivos de negocios a largo y a corto plazo se hace más agudo. Es necesario aclarar el siguiente interrogante: por qué el Japón puede automatizarse o aumentar más velozmente la intensidad del capital? la respuesta parcialmente yace en el hecho de que ellos también pueden eliminar más fácilmente capital fijo sin afectar la evaluación de la empresa en el mercado de capitales.

Lo contrario parece ser el caso en los Estados Unidos donde una de las primeras víctimas de la fiebre de tomas de empresas en la industria del petróleo fueron importantes programas de investigación en biotecnología. Aunque uno no puede entrar en este debate aquí, desde un punto de vista totalmente tecnológico parece absurdo que para mantener la independencia de una empresa, ésta tenga que volverse poco

“atractiva”. Esto no es para cuestionar los derechos de los accionistas sino simplemente para advertir que, un clima innovador, es crecientemente dependiente en el comportamiento del capital y del mercado financiero más que simplemente en la capacidad de ofrecer resultados técnicos. Reconciliar las necesidades de largo plazo con el desarrollo de negocios de corto plazo es quizás el asunto clave en la gestión tecnológica desde un punto de vista técnico, organizacional y de recursos humanos. De hecho, durante los próximos diez años, la cuestión clave en tecnología no será exclusivamente técnica sino que incluirá capacidad financiera y acceso a los mercados. Esto inevitablemente conducirá a mayores concentraciones industriales en industrias claves (como computadores, telecomunicaciones, vestuario, calzado, etc.) sino, al mismo tiempo, a nuevas oportunidades para empresas pequeñas y medianas. La razón es que a medida que crece el mercado, el número de puestos disponibles también crece. Cada país, empresa o región económica, tendrá que hallar la mejor manera de crear un clima innovador. El Japón tiene su propio estilo y lo mismo los Estados Unidos. De hecho, el “Valle de Silicio” y “Ruta 128” son casos geográficamente concentrados acerca de los cuales es difícil generalizar aún para los Estados Unidos. Hay razones históricas, sociales y de otro tipo que explican estos desarrollos. Lo mismo se aplica a desarrollos pasados como los relojes en la región Ginebra/Jura. Debería uno agregar también que al tope de su revolución industrial y a pesar de sus esfuerzos, los británicos no pudieron competir con los relojeros suizos. Valga lo mismo para el desarrollo y crecimiento de una parte substancial de la moderna industria automovilística en el Estado de Michigan y de los servicios financieros en la ciudad de Londres. Europa

tendrá que encontrar su camino y debe tener en cuenta el medio específico, los valores sociales y la percepción del riesgo históricamente condicionada.

Parece esencial estimular las pequeñas y medianas empresas como clave para desarrollos futuros en términos de creación de empleo y también para construir la fibra competitiva en los años noventa. Estas empresas son más flexibles y están obligadas a competir por diferenciación (normalmente innovadora) más que en productos. El problema es cómo disponer de fondos en forma tal que estimulen la inversión sistemática y no la ocasional.

Parecen ser necesarias cuatro condiciones importantes generales. La primera se relaciona con mecanismos de salida para inversionistas mientras haya una vía para liquidar su inversión. Los Estados Unidos tienen la mayor experiencia en esto a través de las operaciones del “Over the Counter Market” (OTC) pero también se han presentado importantes desarrollos en Europa (como el USM en Londres y el mercado paralelo en París y en el Japón). La existencia de estos mecanismos ofrece “seguridad” a los inversionistas, Europa cae de nuevo en su tradicional problema de fragmentación. Aunque ha habido mucha discusión, ha habido poco progreso en la creación de un mercado Pan Europeo sobre el mostrador preferiblemente operando en su propia moneda para minimizar el problema monetario. Esto está volviéndose imperativo puesto que es dudoso que los mercados tengan suficiente volumen y profundidad para sostener desarrollos a largo plazo. De hecho, un gran fracaso de ciertas categorías de acciones (como pequeñas empresas de alta tecnología), o aún situaciones menos deseables, podrían afectar seriamente las perspec-

tivas de estos mercados y crear condiciones para retroceder en el tiempo.

La segunda condición se relaciona con la estructura impositiva. Independientemente de mecanismos específicos (como el impuesto a las rentas de capital), parece claro que la ausencia de un crecimiento inducido por el gasto público, la estructura del impuesto necesita reorientarse hacia el apoyo de la inversión. En efecto los cambios fiscales en los Estados Unidos son responsables en gran medida de las inyecciones masivas de fondos en las nuevas empresas.

La tercera condición es la participación activa de grandes inversionistas institucionales. La disponibilidad de fondos de los Estados Unidos es precisamente explicable por el hecho de que los fondos de pensión, compañías de seguros y otras instituciones juegan un gran papel en la financiación del montaje de empresas. Aproximadamente el 70% del capital de riesgo en los Estados Unidos proviene de estas fuentes. Europa, con unas pocas excepciones, está atrás en este campo.

La cuarta condición es el "mecanismo de entrada" o la creación de nuevas empresas. La experiencia demuestra que no se trata aquí de ideas técnicas o nuevos productos y procesos sino más bien de capacidades de manejo comercial en el más amplio sentido de la palabra. Muchas de las fallas de nuevas empresas yace aquí. Desgraciadamente, esta capacidad no puede comprarse ni desarrollarse instantáneamente. De nuevo Europa parece tener limitaciones en este campo, particularmente por la falta de movilidad administrativa, que permita la transferencia de recursos humanos de la empresa grande hacia la pequeña o recién creada. Este es un fe-

nómeno mucho más común en los Estados Unidos.

Paradójicamente, por lo mismo, el desarrollo de las actividades de capital de riesgo es un forma de minimizar los riesgos y no, como se dice frecuentemente, una forma de arriesgar alegremente. El tema del comportamiento de los mercados de capital se aplica tanto a las empresas grandes como a las pequeñas pero el proceso de innovación es diferente. Para las empresas grandes, se ha prestado mucha atención en los últimos años a la cultura de la empresa pero sería un error creer que ello solamente explica el comportamiento innovador. Como se dijo antes, muchos elementos entran en juego. No obstante, la cultura o el estilo de la compañía juega un papel importante. La mejor ilustración es la actitud hacia la automatización de la oficina. La automatización de la oficina, contrariamente a otras formas de innovación, afecta a todos, sin considerar su función. Esto por lo tanto ilustra mejor la relación entre las actitudes y valores de la empresa y la innovación. Uno de los más importantes impactos de la automatización de oficinas es el aumento en la transparencia interna de la empresa. En pocas palabras, esto significa que mucha gente sabe más acerca de todo que antes. Los administradores con frecuencia sienten que están operando en una "caja de cristal". Si la empresa no es abierta, dirigida comunitariamente y aún "fraternal", la resistencia al uso de los sistemas será substancial especialmente por parte de los administradores. En el área de ventas y de organización, contrariamente a lo que sucede en el área de desarrollo de producto o de proceso, cada cual puede ser un innovador. A medida que aumenta la intensidad de capital los aspectos organizacionales y culturales adquieren mayor importancia si se

quiere dominar completamente la tecnología para fines competitivos. El hecho que estemos discutiendo estos factores aquí en una manera más sistemática y abierta simplemente refuerza la afirmación hecha anteriormente de que tecnología e innovación serán aún más importantes en el futuro, tanto en el campo de los productos, procesos o servicios.

3. Principales áreas de cambio técnico

No es fácil organizar ordenadamente lo que uno puede llamar los "Paquetes tecnológicos", del cambio técnico. Hay muchas formas de hacerlo. La que se escogió aquí intenta revisar algunas de las áreas donde se puede esperar un impacto substancial en el futuro.

Estos "paquetes" se definen de acuerdo a la naturaleza de la tecnología.

Existen tres grandes "paquetes" de cambio tecnológico que condicionarán la actividad competitiva hasta el final de este siglo. Estas áreas son tecnológica de la información, biotecnología y tecnología de nuevos materiales.

Biotecnología:

La biotecnología, ampliamente definida, incluye cualquier técnica que use organismos vivos (o cualquier parte de ellos) para hacer o modificar productos, modificar plantas o animales, o desarrollar micro-organismos para usos específicos. A lo largo de la historia, procesos biológicos se han aplicado por ejemplo a la agricultura, la producción animal, la producción de pan y de cerveza.

Nuevos desarrollos para seleccionar y manipular material genético han creado

una utilización industrial, sin precedentes, de los organismos vivos. Desde un punto de vista más general, se puede definir la nueva biotecnología como la capacidad humana de programar formas de vida.

A partir de la reproducción del primer gene en 1973, los investigadores científicos reconocieron el potencial para desarrollar nuevos productos y procesos de amplia aplicación en los sectores industriales. Tales como la industria farmacéutica, agrícola y ganadera (incluyendo químicos y aditivos alimenticios), control ambiental, bienes químicos y producción de energía, minería y en el largo plazo, bioelectrónica.

El impacto potencial de esta tecnología es muy amplio y los desarrollos relativamente nuevos. Varios productos de alto valor agregado están ya en el mercado y se debe tener presente una cierta perspectiva histórica ya que la primera compañía (Genetech) que surgió para explotar la tecnología del DNA recombinante se creó sólo en 1976. Mucho más tarde las grandes compañías irrumpieron decisivamente en este campo aunque algunos tenían años de experiencia en métodos de producción biológica. Algunos países, especialmente Japón, han seleccionado la biotecnología como una industria clave en el futuro (fomentando la relación entre representantes de la industria, la universidad y el gobierno) siguiendo así un patrón similar al aplicado con tanto éxito en electrónica. La mayoría de las compañías de biotecnología en el Japón tienen entre sus accionistas un banco principal quien entrega préstamos para investigación a bajo interés. La industria farmacéutica en Japón está actualmente fragmentada, tal como ocurrió con la electrónica en los años sesenta, y puede esperarse un proceso de concentración.

En la próxima década, las ventajas comparativas en áreas relacionadas con la biotecnología dependerán del progreso en ingeniería de bioprocesamiento más que en innovaciones de "productos".

El estudio del impacto internacional de éste cambio tecnológico, se encuentra aún en estado primitivo. Se ha prestado mucha atención a la seguridad, salud, e implicaciones éticas de la tecnología más que a un análisis detallado de posibles cambios en las relaciones económicas internacionales. Sin embargo, se han identificado dos áreas como potencialmente importantes y ambas están relacionadas con aplicaciones agrícolas.

La primera se relaciona con sustitutos de productos agrícolas (por ejemplo, la caña de azúcar) que con nuevos procesos, insumos diferentes y más económicos producirán el mismo resultado. La segunda se relaciona con la productividad de los predios, tanto animal como vegetal, que obligaría a eliminar parte de diferentes formas de subsidio, (especialmente en el mercado común europeo) alterando substancialmente las economías de las granjas así como las condiciones socio-políticas del campo. Esto es particularmente aplicable a los países OECD. Para los países en vías de desarrollo, las perspectivas del aumento en la producción agrícola y animal en forma más económica, producirían ventajas sin precedentes.

Otros impactos conciernen a la estructura industrial. Ya existen algunas señales de la dilusión de líneas entre sectores industriales con algunas compañías electrónicas, aventurándose en combinaciones de electrónica con biosensores como una primera aproximación hacia un prospecto a largo plazo de

convergencia entre microelectrónica y algunas áreas de microbiología aplicada. Otras compañías electrónicas participan en el capital de firmas biotecnológicas por la misma razón y para lograr entendimientos iniciales sobre la demanda por nuevos instrumentos. Si bien no se pueda asegurar que esto es una tendencia, la lógica sugiere que surgirán mucho más acuerdos de este tipo en el futuro.

La innovación en el campo de la Biotecnología no presenta diferencias substanciales de las de otros campos excepto la complementariedad más que la competencia entre las empresas nuevas y las existentes. Las nuevas han surgido principalmente de Estados Unidos, mientras que Europa, y Japón dependen mucho más de las empresas establecidas. Muchos han visto esto como una desventaja para Europa y Japón pero también se puede argumentar que, en contraste con la electrónica, lo "grande es precioso" en biotecnología. Las razones son la demanda de capital, las regulaciones del medio ambiente y salud, y los complejos sistemas de mercadeo que dan desventaja considerable a las pequeñas empresas. Por esta razón, una sacudida de la industria es inminente y recursos financieros adicionales para las pequeñas empresas de biotecnología ya es bastante escaso.

Nuevos materiales:

La categoría de "nuevos materiales" forma una sombrilla que cubre una gran variedad de desarrollos técnicos en numerosos campos. En todos ellos es común la creciente capacidad humana de dictar especificaciones a los materiales. El Comité Collyear resume las áreas principales de desarrollo y algunas de las implicaciones como sigue:

En el campo de la ingeniería mecánica existe un gran potencial por las cerámicas, materiales reforzados, aleaciones de nuevos metales y plásticos. Se ofrecen oportunidades para hacer componentes que sean, por ejemplo, más livianos, más fuertes, más capaces de soportar temperaturas extremas, o más resistentes al uso o a la corrosión. Los productos se pueden entonces rediseñar para lograr reducciones en tamaño/peso, mayor eficiencia en el uso de la energía, más larga vida, menores costos de mantenimiento, mayor confiabilidad y menores costos totales. En el campo eléctrico, las cerámicas y los polímeros se diseñan para exhibir propiedades especiales que pueden explotarse cuando se desarrollen, por ejemplo, sensores y nuevas baterías. Materiales electrónicos de alta calidad ofrecen la posibilidad de aún más pequeños y rápidos dispositivos para computadores, tales como procesadores y componentes de memoria. Los avances en la tecnología de materiales producirán muchas oportunidades para el desarrollo de productos nuevos y mejorados para el mercado*.

Estos cambios se han llamado correctamente la "revolución silenciosa" puesto que sin ellos poco progreso se hubiera logrado en otros campos.

Se han logrado avances considerables en el área de nuevos materiales y se esperan muchos más en el futuro. Las áreas de aplicación de estos nuevos materiales son amplias y cortan horizontalmente el sistema de producción. Además de las aplicaciones aeroespaciales y en defensa, se incluyen campos específicos como componentes para automóviles y motores, robots, equipo de construcción, maquinaria industrial, artículos deportivos, y áreas en donde el peso aligerado y la alta resistencia son de

especial importancia. El impacto de estos avances en la economía internacional es a esta altura especulativo, especialmente en relación a los procesos de sustitución de los productos tradicionales. Los antecedentes históricos sugieren, sin embargo, que una curva de sustitución está en pleno desarrollo, este es el caso de productos como el acero, el cobre, el estaño y otros metales. El Japón ha mostrado interés en el campo de los nuevos materiales, así mismo los Estados Unidos y Europa. Se estima que el gobierno de los Estados Unidos gasta aproximadamente un billón de dólares de investigación por año en apoyo al área de nuevos materiales, 30% de esta cantidad se dedica a investigación básica. Aproximadamente US\$100 millones gasta el gobierno y la industria en ingeniería de cerámica. Anualmente en el Japón, se gastan aproximadamente US\$300 millones por año y el MITI ha implementado un amplio programa en este campo. Parece que además del desarrollo del "producto" como tal, una clave para la competencia futura será la tecnología de proceso. La mayoría del equipo de capital industrial ha evolucionado alrededor del metal, y los nuevos materiales requieren nuevas máquinas y procesos. Es posible que uno de los más grandes sectores en emerger en los años noventa sea el de las máquinas, nuevas herramientas para nuevos materiales.

Tecnología de la información:

Aunque se mencionó primero el área tecnológica de la información se discute

* Departamento de Industria y Comercio, A Programme for the Wider Application of New & Improved Materials & Processes (NIMP) - The Report of the Collyear Committee, HMSO, Londres 1985.

al final porque ilustra muy bien el grado y el nivel del impacto. La tecnología de la información es un amplio concepto que se refiere a la convergencia de un número de sectores industriales y de servicios que estuvieron separados hasta aquí. Todos los sectores basados en tecnología electrónica usan en forma creciente el mismo lenguaje —la señal digital. Esta convergencia de componentes electrónicos, computadores, telecomunicaciones, electrónica profesional y de consumo, y los servicios relacionados caracterizan lo que ampliamente se denomina sector de la información (o sector de la información primaria). Este sector se designa así porque todas estas actividades están esencialmente relacionadas en una u otra forma con la creación, proceso o transmisión de señales (información). El sector debe su importancia al simple hecho de que no se presenta ninguna actividad sin alguna forma de intercambio de información. Esta circunstancia explica la naturaleza ubicua de la tecnología y porque se pueden encontrar “chips” en un creciente número de productos.

La intención aquí no es describir los avances tecnológicos en el campo de la electrónica pero es necesario transmitir un mensaje central. La Tecnología de la Información y su base en los componentes del semiconductor, consideradas desde un punto de vista técnico y económico, están en una etapa preliminar de desarrollo, difusión y aplicación.

Las nuevas tecnologías en el uso de materiales, el mejoramiento en el diseño y técnicas de manufactura, un mejor entendimiento de la programación y desarrollo de nuevas lenguas modulares, y la presencia de nuevos actores demuestran que es probable que el ritmo de cambio acelere y no que disminuya. La velocidad de cambio se refleja

en el ambicioso objetivo del programa de computadores de la quinta generación del Japón, y los programas similares en Estados Unidos y Europa. Aún si no se logran todos los objetivos de estos programas, el desempeño y por lo tanto, la economía mejorará considerablemente. La introducción de la electrónica en los bienes de capital, la amplia utilización de los robots, la manufactura y el diseño asistidos por computador (CAM & CAD), la automatización de las oficinas y la infraestructura que se requiere para apoyar todos estos desarrollos, se encuentran aún en una etapa preliminar de desarrollo.

La tecnología de la información afecta las actividades económicas en muchas formas. Aquí hay tres aspectos de especial interés. El primero se relaciona con la dimensión de comunicaciones de los productos y los procesos industriales. El segundo se refiere a las implicaciones para la manufactura y el tercero, con los servicios, particularmente la transportabilidad de los servicios. Todos estos aspectos deberán examinarse brevemente:

1. El contenido electrónico de los productos crece constantemente y así continuará. Cuando se “electronizan” los productos, una dimensión de comunicación es casi una consecuencia natural de la evolución del producto. Por lo tanto, las cajas registradoras dejan de ser máquinas sofisticadas de suma y sustracción para pasar a ser terminales de entrada de datos: las procesadoras de palabras pasan a ser parte de un sistema total de oficina, o máquinas de herramientas numéricamente controladas pueden unirse local o remotamente a la jerarquía de computadores como parte de un sistema de manufactura. Hay innumerables ejemplos. Lo que distingue el desarrollo presente y futuro del

pasado es que las comunicaciones han integrado un creciente número de productos en grandes sistemas. De manera similar, en los procesos industriales, la comunicación anteriormente hecha por la gente en diferentes etapas del proceso puede hacerse ahora por máquinas. La comunicación sirve como vehículo optimizador y, como se agrega inteligencia a los sistemas, resulta posible la optimización.

Desde el punto de vista antes establecido es evidente que las telecomunicaciones y las comunicaciones en general, llegan a ser esenciales para lograr el potencial de productos y la optimización de procesos. Dos consecuencias específicas de este fenómeno son de especial interés:

- a) Los productos y procesos son partes crecientes de los sistemas más que discretos elementos aislados como en el pasado.
- b) Como resultado, todos los sectores aumentan el contenido de información.

Desde el punto de vista económico tres son las consecuencias principales. La primera es un traslado del origen del valor agregado que se pierde en forma creciente en las etapas de manufactura y ensamble, y se recupera a nivel del sistema, incluyendo el sistema de manufactura. La segunda es la reducción dramática de los ciclos de producto y, finalmente, la necesidad de reconceptualizar el papel económico de la información dentro de la empresa.

Lo anterior está fuertemente atado al efecto en manufactura.

2) Puede sonar anticuado argumentar que la capacidad de innovación en manufactura de una compañía será vital en la

competencia futura. Los cambios que actualmente se producen en manufactura, y los que se producirán en el futuro, son quizás los más grandes en términos de tecnología y conceptos desde que se desarrolló la línea de ensamble. Las compañías únicamente pueden responder a productos de ciclos cortos, mercados fragmentados y globales, y limitaciones financieras por optimización del sistema de producción, especialmente por el uso de avanzados sistemas CAD/CAM que están abriendo la puerta a la Manufactura Integrada por Computador (CIM). Estos sistemas son a la vez interactivos y basados en información. La importancia relativa del costo de la mano de obra en este contexto se reduce dramáticamente al nivel de la manufactura y se transfiere, al diseño, la programación y el desarrollo donde el contenido de capacitación es mucho mayor al menos en educación formal.

Conceptualmente, los cambios que se están desarrollando, se relacionan con la idea de vender antes de producir y no almacenar en sistemas logísticos.

Para las empresas, los resultados propuestos por estos cambios son numerosos. Aquí se mencionan sólo algunos de ellos. Uno es lo confuso de las líneas entre desarrollo y manufactura, y aún investigación, debido especialmente al uso de los sistemas CAD/CAM. Más estratégicamente, un enfoque de manufactura flexible (con frecuencia usado para amortizar la inversión sobre el ciclo de vida de muchos productos) implica una decisión sobre la mezcla de productos que, a su vez, llega a convertirse en una decisión estratégica de mercado que obliga a cambios substanciales en la organización y los recursos humanos.

Quizás más importante en el sentido estratégico, puede ser (y ya ha sido)

que las características específicas de la fábrica reduzcan considerablemente el campo de investigación. Puesto en una forma simplista, el ciclo tradicional consistió en el surgimiento de una nueva idea (producto) en la investigación, la que se desarrolló y más adelante se construyó una planta para su fabricación.

En algunos casos puede darse un ciclo en la dirección opuesta.

Además, muchos de los conceptos comúnmente utilizados, tales como el enfoque de las "curvas de aprendizaje" y la forma tradicional de ponerles precio a los productos, son menos válidos. En algunos casos, las "curvas de aprendizaje" se salen de la manufactura hacia el diseño y la programación, y aún hacia áreas menos cuantificables denominadas con frecuencia "curvas de aprendizaje organizacional". Aún más, si las líneas entre los departamentos (es decir I&D y manufactura) se hacen confusas, esto también ocurre verticalmente entre las actividades de cuello azul y blanco, y entre las actividades de los distintos departamentos. A su vez, ello crea problemas de demarcación en los sindicatos y dentro de la empresa con respecto a compensación, las políticas de personal y los incentivos. Dados estos cambios, ahora debe estar claro por qué la manufactura es estratégicamente importante y por qué no se debe argumentar que las empresas solamente deberían concentrarse en los componentes no tangibles de la producción. Si la división entre cuerpo y alma es del todo posible, es únicamente después de la muerte.

3) La tercera consecuencia de la llamada revolución de la información es la posibilidad del transporte de los servicios en una escala hasta ahora descono-

cida. Esta transportabilidad se relaciona con los servicios intra-corporativos o los servicios comercializados abiertamente. La transportabilidad está implícita en la mayoría de las actividades precedidas por la ubicua "tele" (distancia), es decir, televisión, telebanco, telecompras, teleconferencias, teletext, etc.

Básicamente significa, por ejemplo, que una persona puede traer el banco (un servicio) a su terminal, más que tener que ir al banco.

Esto incluye todos los servicios, sean del sector primario, secundario o terciario: Esto es posible hoy esencialmente por la creciente economía de las telecomunicaciones. Las tarifas para las telecomunicaciones internacionales son ahora diez a cincuenta veces menores que a fines de los años cincuenta (aún considerando la inflación).

A medida que crece la economía de las telecomunicaciones, también lo hacen los servicios que pueden transportarse. Hay muchas consecuencias de este fenómeno, entre las que se destacan:

Aumento en la productividad de los servicios a través de la optimización de los sistemas (en particular al interior de la empresa). Las ganancias a nivel del sistema son mucho mayores que los aumentos en productividad a nivel de puesto de trabajo como con frecuencia se enfatiza en el contexto de la automatización de la oficina.

La creciente transparencia de los mercados a través de la rápida y económica disponibilidad de información acerca de los productos y servicios que se estén transando en el mercado. Al mismo tiempo, la información puede

tener un cubrimiento global y no restringirse tan sólo a los mercados locales.

Confusión en las líneas divisorias entre los proveedores de servicios, y la industria y los servicios.

Cambios en el acceso de los servicios así como en las economías de escala. En algunos casos, (como seguros), esto se incrementa substancialmente y en otros, (como servicios de información), puede decrecer dramáticamente aunque no es una consecuencia automática. El estar unidos a una red de telecomunicaciones puede ser una condición suficiente para estar "presente" en el mercado.

La rápida internacionalización de los servicios que pueden transportarse económicamente a través de la distancia y de las fronteras.

A partir de esta breve descripción, debería ser evidente que están ocurriendo cambios substanciales en todas las actividades. Esto dificulta la categorización pura. Ya no es posible entender adecuadamente los productos a menos que se les considere parte de un sistema total que incluya la información y la dimensión de los servicios como una parte inherente del producto. A medida que se acelera la innovación y la electrónica altera aún más productos, los ciclos de vida del producto se encojerán más y el contenido de información crecerá con la complejidad de los productos.

De manera similar, a medida que los servicios se hacen transportables, la distancia entre el servicio como tal y el equipo necesario para obtenerlo se hace confusa.

Se reconoce ahora el hecho de que la tecnología de la información tiene impactos globales porque requiere mercados globales y porque la actividad económica cambia. Debido a estos cambios es necesario enfatizar los efectos de la tecnología en la ventaja comparativa de los países y por lo tanto, en la división internacional del trabajo. La razón es que a medida que progresa la tecnología, la intensidad de los factores de producción cambian así como los procesos y los servicios.

Desde el punto de vista de la producción, quizás el cambio más importante en varios sectores industriales es que el costo de la mano de obra pierde importancia dentro del costo total mientras que, en otros sectores, la complejidad del sistema de producción no necesariamente justifica la inversión en países con costos bajos. Hoy se pueden detectar las siguientes tendencias:

- El regreso a países con altos costos de producción de algunas compañías que estaban operando en países con bajos costos, especialmente las orientadas a exportar. Las razones son muchas pero entre las más importantes están el cambio en el origen del valor agregado, los ciclos más cortos de producto, las características de los productos y la automatización de la producción. Esta tendencia es particularmente importante en sectores de componentes electrónicos y algunos sistemas en textiles, vestuario, cuero y calzado.

Las áreas de producción que estaban como potenciales candidatos para trasladarse a países con bajos costos, permanecen en países con altos costos debido a la automatización de la producción y al cambio en los productos (por ejemplo, automóviles), que se están diseñando para la producción automática.

Automatización y mejora de algunos servicios en los países de bajo costo para servir a los mercados regionales más que a los globales.

Naturalmente, estas tendencias generales incluyen excepciones debido a la heterogeneidad de los sectores, y a la fragmentación y variadas necesidades de producción. También hay diferencias en los ciclos de inversión.

Las conclusiones generales de estas tendencias son tres:

- a) Algunas de las ventajas comparativas percibidas en la industria de algunos países pueden no permanecer así por más tiempo. Muchos de los conceptos que se asumen normalmente necesitan cuestionarse.
- b) Como consecuencia de las tendencias, las vías de industrialización en muchos países, particularmente los en vías de desarrollo, se están limitando mientras, en otros casos, la base industrial se está debilitando en términos de viabilidad estratégica.
- c) La innovación y los desarrollos técnicos se están convirtiendo en la fuente crítica de ventaja, aumentando así la importancia de los recursos humanos tanto en el nivel técnico como administrativo.

La razón principal por la que es importante revisar las trayectorias en la industria es porque la evidencia demuestra que el desarrollo del valor agregado intensivo en información y los servicios transportables están estrecha y orgánicamente ligados a los desarrollos en la industria y en el sector primario. Esta evidencia no se revisará aquí pero se debe resaltar que, cuando las

bien conocidas estadísticas sobre trabajadores de la información o "servicios" se detallan, se puede ver que muchas de las actividades que crecen rápidamente en el presente y en el futuro están íntimamente ligadas a la creciente sofisticación y a los contenidos de información de la producción. Esto se aplica a la investigación, la tecnología, la distribución, el mercadeo, las finanzas, la publicidad, etc. Y es este sector el que forma la base para el proceso de la información de la sociedad. En resumen el sector de los "bienes de información" adquiere una dinámica propia cuando la información va para consumo final. Este último es, sin embargo, una parte relativamente pequeña del consumo total de bienes y servicios de información.

El breve comentario anterior no debería pasarse por alto porque básicamente implica que no es posible desarrollar un servicio económico sofisticado, sin una base industrial firme. Esto se debe a la demanda final por servicios y a la substitución de servicios por bienes. Un ejemplo extremo ayudará a ilustrarlo. Una economía de servicio compuesta por barberos (un servicio producido internamente) es, por decir lo menos, extremadamente vulnerable a la producción de máquinas de afeitar (un bien comercializado internacionalmente). De hecho los desarrollos en tecnología de la información han producido al menos dos mitos ampliamente difundidos. Uno, que la industria puede dividirse en dos categorías simples: Naciente y decadente. Hace diez años, las telecomunicaciones tenían bases electromecánicas, como era el caso del sector de equipo de oficina. Hoy, estos son sectores que "nacieron de nuevo".

Segundo, que los países deben desarrollar una economía de servicio, y vir-

tualmente abandonar la industria y la manufactura como si la demanda final por servicios pudiera existir en el vacío.

Otras áreas claves de aplicación de nuevas tecnologías merecen mencionarse brevemente. Dos son bien conocidas: **Energía y transporte masivo a alta velocidad**. Otras dos emergerán con gran significado. Ellas son **la tecnología relacionada con el océano y la comercialización del espacio**. Con lo que se refiere a la última, dentro de tres o cinco años comenzaran a funcionar fábricas espaciales de productos farmacéuticos y de otros productos. Su importancia no radica en que la producción será masiva sino que cambiarán las reglas de la competencia y por lo tanto, la estrategia. Es posible argumentar que el poder industrial en el próximo siglo estará fuertemente relacionado con el dominio o el acceso a la tecnología del océano o del espacio.

Observaciones finales:

Esta revisión de los cambios actuales conducen a unos pocos comentarios finales:

1. Somos testigos de un proceso de cambio técnico acelerado debido a que las bases para el desarrollo técnico y el ambiente innovador están cambiando. Los cambios técnicos afectarán todas las industrias y actividades de servicios en una u otra forma.
2. La naturaleza y alcance del desarrollo tecnológico implica que la base técnica del sistema total está cambiando. No se puede pensar en el avance aislado de una sola tecnología.
3. Lo anterior implica que las ventajas comparativas son hechas por el hombre en forma creciente, y están basadas en la ciencia, la tecnología y la disponibilidad de capital más que en las circunstancias históricas o geográficas. A este sentido, no hay industrias obsoletas, únicamente tecnologías obsoletas o gestión obsoleta —y más posiblemente ambas.
4. Todos los elementos anteriores conducirán a cambios substanciales en la división internacional del trabajo y probablemente a una mayor polarización del sistema mundial más que a una "economía global". Esto se debe esencialmente a que las posibilidades para muchos países en el contexto de los cambios actuales son particularmente difíciles.

Surgen cuatro consecuencias estratégicas de esta revisión:

- El comportamiento de los mercados financieros y la disponibilidad de capital y recursos humanos son algunos de los elementos claves en la supervivencia estratégica.
- Sólo recientemente, y debido a la transformación de productos y procesos, se está prestando más atención al área de la manufactura. En el futuro, la clave para la posición competitiva en muchas industrias será en el proceso más que la pura innovación del producto. De hecho, este último estará condicionado por las características del primero.
- No siendo posible entrar en detalles aquí, se puede decir que pocas compañías dan la suficiente atención al contenido de sus servicios y a la enorme capacidad de innovación existente. La innovación en servicios mejorará más

adelante por su transportabilidad y nuevas formas de competencia.

- Finalmente, la industria tendrá que formar parte del amplio proceso de innovación social que se incrementará necesariamente de acuerdo con el impacto social de la tecnología. La cuestión del

desempleo permanecerá en alto en la agenda social. La innovación social será también necesaria en el contexto internacional para prevenir futuras polarizaciones del sistema mundial que pudieran conducir a una situación inmanejable con grandes dificultades en el futuro.