



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

20841

Distr. LIMITADA

ITPD.11 (SPEC)
7 de noviembre de 1994

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

Original: ESPAÑOL

DIFUSIÓN DE POLÍTICAS DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
PARA PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS EN
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*

DP/RLA/92/014

Preparado por
Carlos M. Correa

Experto ONUDI

* Las opiniones que el autor expresa en el presente documento no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. El presente documento no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

V.94-27577

SUMARIO	<u>Página</u>
Introducción	1
1. Difusión de tecnología y proceso innovativo	3
2. Factores que afectan la difusión	6
*Rentabilidad	6
*Inversiones	7
*Características de los productos	8
*Información	8
*Contexto de la difusión	9
3. Patrones de difusión de las TI	9
a) Diferencias en los países industrializados	9
b) Difusión en países en desarrollo	11
4. Políticas de difusión de TI	14
5. Difusión de las TI en América Latina y el Caribe	17
a) Grado y modalidades de difusión de las TI en la industria latinoamericana	17
b) Política industrial y tecnológica	19
c) Políticas informáticas	22
i) Producción de hardware	22
ii) Producción y comercialización de software	23
iii) Políticas de difusión	26
6. Las TI en las PYMES: evidencia empírica	27
a) Evidencia en países industrializados	27
b) Experiencias en América Latina y el Caribe	31
i) Argentina:	32
*Resultados generales	32
*Aplicación del modelo SCOT	35
ii) Ecuador	36
7. Temas de investigación	37
a) Adopción de TI en las PYMES	38
b) Impacto sobre la capacidad competitiva	40
c) Políticas de estímulo	42
i) Acceso a información	43
ii) Financiamiento	44
iii) Capacitación	44
iv) Servicios de consultoría	46
v) Telecomunicaciones y redes	46
8. Conclusiones	47
Referencias	53

Introducción

Las tecnologías de la información (TI) han dado origen a un nuevo paradigma tecno-económico que está transformando de manera radical la producción de bienes y servicios y la gestión empresarial¹. Diversas contribuciones teóricas (Pérez y Soete, 1988) han señalado que en las etapas tempranas de emergencia de un nuevo paradigma, la relativa disponibilidad del conocimiento y la falta de estructuración de los mercados y tecnologías abren "ventanas de oportunidad" para los países en desarrollo. Cuál es, sin embargo, la participación de esos países en las actividades del nuevo paradigma?

En conjunto, los países en desarrollo tienen una participación menor (alrededor del 12%²) en la producción mundial de productos electrónicos, informáticos y de telecomunicaciones. Sólo los países del Sudeste asiático han logrado una relativamente exitosa inserción en el mercado internacional de PCs, periféricos, y semiconductores (en el caso de Sud Corea), si bien basada en buena parte en acuerdos OEM y de subcontratación³. Aún en el área del software, en la que los requerimientos de capital son más limitados, la participación de los países en desarrollo es casi insignificante, no obstante los esfuerzos de países como la India⁴.

Algunos países de América Latina y el Caribe han realizado también esfuerzos considerables para establecer industrias del nuevo paradigma, con resultados diversos. Brasil aplicó desde la década del setenta hasta 1992, una política de "reserva de mercado" que amparó la producción local por empresas multinacionales y nacionales de equipos informáticos de grande, mediano y pequeño porte, fundamentalmente con vistas al mercado doméstico, el mayor de la región. México, por su parte, promovió la industria de PCs con un esquema abierto a las inversiones directas extranjeras. De modo general, empero, la posición de América Latina en la producción de equipos electrónicos es modesta (menor al 2% del total mundial).

1 Para un intento de cuantificación de los cambios resultantes del nuevo paradigma, ver Kodama (1990).

2 Según estimaciones de ONUDI, 1989.

3 Dichos países participaban, en 1988, con cerca del 8% de la producción mundial de electrónica (ONUDI, 1989, p.4). Las exportaciones de hardware de Taiwan alcanzaron US\$ 6,6 mil millones en 1992, incluyendo PCs y periféricos (Business Week, 28.6.93, p. 36).

4 Las exportaciones de software de la India alcanzaron los 260 millones de dólares en 1992. Sobre la composición de dichas exportaciones y la estrategia india en la materia, ver Correa Ed. (1993).

El impacto de las TI no se limita, sin embargo, a su empleo en la producción de bienes y servicios informáticos y otros del "complejo electrónico". Ellas encuentran aplicaciones en los más diversos campos de la actividad económica, tanto en la gestión como en la producción de una diversidad de bienes y servicios. La invasividad de las TI se manifiesta, así, tanto en los procesos de producción y organización empresarial como en los productos mismos (desde relojes a automóviles), transformados a partir de la incorporación de componentes digitales. El complejo industrial basado en las TI se ha convertido en uno de los principales difusores de innovaciones en otros sectores (OECD, 1987), a los que ha provisto nuevos procesos o productos, o les ha aportado un total "rejuvenecimiento" (OECD, 1988).

La importancia de las TI, en consecuencia, para los países en desarrollo, y para América Latina y el Caribe en particular, no debe ser vista y medida sólo, o principalmente, de acuerdo con sus posibles efectos sobre la producción industrial basada en TI. Estas abren nuevas oportunidades a aquellos países en la medida que su uso se difunde en diversos sectores industriales, tradicionales o no. En especial, las TI pueden servir a un amplio tejido de empresas pequeñas y medianas que operan en la región con una productividad relativamente baja, para hacer frente a un entorno económico más abierto y competitivo.

Los principales objetivos de este estudio son:

a) examinar los factores que favorecen e inhiben la difusión de TI y el acceso a las tecnologías relevantes por parte de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en América Latina y el Caribe;

b) identificar temas de investigación en el área de la difusión de TI en las PYMES en la región, incluyendo políticas relevantes.

Dada la diversidad de componentes de las TI y las importantes diferencias que presentan la producción y difusión de los productos y servicios involucrados, el estudio se centra básicamente en las TI vinculadas con la informática aplicada a la gestión ("office automation") y a la producción ("plant automation"). Sin embargo, también se abordan algunos de los problemas vinculados con la disponibilidad y difusión de las telecomunicaciones y otras tecnologías de la información⁵.

⁵ Para un estudio más detallado sobre este tema, ver CEPAL, 1991.

El estudio consta de ocho secciones. En la sección 1 se examina el marco conceptual del proceso de difusión tecnológica, a la luz de los aportes de la literatura, particularmente la orientada al análisis de la economía del cambio tecnológico. La sección 2 analiza algunos de los principales factores que influyen sobre el proceso de difusión tecnológica, analizados en el marco de los estudios sobre la innovación. En la sección 3 se inicia el tratamiento de aspectos específicos vinculados con la difusión de TI. Ella aborda diferencias en los patrones de difusión por tipos de tecnologías, sectores y tamaño de empresas, así como las características de la difusión de TI en los países en desarrollo. La sección siguiente (sección 4) discute brevemente las políticas tendientes a promover la difusión de TI, sobre la base principalmente de la experiencia de los países industrializados y algunos países asiáticos. La sección 5 explora el tema de la difusión de las TI en América Latina y el Caribe, sobre la base de la información disponible. Ella presenta un panorama del grado de difusión existente, de las políticas industriales y tecnológicas aplicadas y de sus cambios recientes, así como de las políticas informáticas. En la sección 6 se presentan los resultados de algunos estudios empíricos sobre la adopción de TI en las PYMEs en países industrializados y en dos países de América Latina. La sección 7 discute algunos temas de investigación, tanto desde la perspectiva (hoy dominante) de los estudios sobre el cambio tecnológico, como desde un enfoque más interdisciplinario. Por último, la sección 8 contiene las principales conclusiones del estudio.

1. Difusión de tecnología y proceso innovativo

La difusión tecnológica ha sido estudiada desde diversas perspectivas en el curso de los últimos cuarenta años, con base en presupuestos e hipótesis y en el marco de disciplinas diversas. Algunos se han focalizado en los adoptantes de innovaciones (Brown, 1981); otros en el mercado como mecanismo de interacción entre difusores y adoptantes (Metcalf, 1981). También se ha estudiado el tema desde una perspectiva espacial (Hägerstrand, 1952) y decisonal-conductista (Rogers y Shoemaker, 1971). No obstante la envergadura del trabajo teórico y empírico realizado, aún no se ha articulado una "teoría general" de la difusión tecnológica (Gottardi, 1986).

Sin duda, el proceso de difusión ocupa un lugar especial en la economía del cambio tecnológico. Es uno de los temas más intensamente estudiados en esa disciplina, desde los trabajos de Mansfield en la década del sesenta (Mansfield, 1961 y 1968). Sin embargo, la teoría basada en la conocida curva de forma S no provee un marco conceptual comprensivo y suficientemente articulado con una teoría microeconómica sobre los determinantes del cambio tecnológico (Silverberg, 1990. p. 177), si bien recientes aportes de la literatura

sobre economía de la innovación han contribuido a clarificar diversos aspectos del papel de la difusión en el proceso innovativo.

En primer lugar, la difusión es concebida como una faceta del proceso de innovación antes que como una fase subsiguiente y separada de aquél (OECD, 1992, p. 48). Las tecnologías son mejoradas y desarrolladas en la medida que ellas se difunden. La difusión es, por tanto, más que la simple adopción de una innovación de manera estática; es un proceso dinámico que implica aprendizaje del usuario y del productor y una secuencia de cambios incrementales. Cuanto más rápido una tecnología es adoptada, más rápidamente se mueve el productor en la curva de aprendizaje y el usuario acumula experiencia en su utilización. La innovación incremental en el curso del proceso de difusión puede ser cuantitativamente más importante que el acto original de la invención, generando lo que se ha llamado una "invención colectiva" (ver Allen, 1983).

Segundo, diversos estudios han evidenciado la influencia crítica de la relación usuario-productor en el proceso de desarrollo y adopción de tecnologías (von Hippel, 1988). En el campo de las TI ello es particularmente aplicable para la introducción de sistemas automatizados de producción, la que generalmente requiere de una estrecha vinculación en las etapas de instalación, puesta en marcha y ulterior mantenimiento de los sistemas. Tal relación es aún más decisiva cuando se trata de aplicaciones específicas, diseñadas a medida (Snoeck, Sutz y Vigorito, 1993, p. 92).

Tercero, la vinculación entre la difusión de tecnología y la capacidad de absorción ha sido puesta de relieve en múltiples estudios. En particular, se advierte actualmente que la investigación y desarrollo en la empresa juega, en realidad, un papel dual. No sólo permite desarrollar nuevos procesos o productos, sino que crea la capacidad para absorber las tecnologías generadas fuera de la empresa. Frecuentemente se necesita una sustancial capacidad de absorción para entender y asimilar nuevos conocimientos, lo que por lo general implica a su vez un proceso de transformación y adaptación propia (Cohen and Levinthal, 1989).

Cuarto, se ha remarcado la distinción, por un lado, entre adopción y difusión de una tecnología, y entre la tecnología como "artefacto" y como conocimiento, por el otro. La primera distinción es analíticamente útil para considerar la naturaleza y oportunidad de las decisiones en relación con una categoría de potenciales usuarios y la medida en que el output de una industria es determinado o afectado por la adopción de cierta tecnología. La segunda distinción apunta a los diferentes temas asociados con la difusión de un cierto producto o proceso y con la difusión del conocimiento sobre

cierta tecnología. La mayor parte de los estudios de difusión se han centrado en el primer aspecto, y descuidado el segundo, el que suscita cuestiones relativas a la capacidad cognitiva y de asimilación de distintas organizaciones⁶.

Quinto, recientes investigaciones muestran la existencia de "tasas crecientes de adopción" de una tecnología, esto es, en muchos casos una tecnología no es adoptada porque es eficiente, sino que deviene eficiente porque fue adoptada; cuanto más se aprende sobre su uso, más ella es mejorada y resulta atractiva para usuarios subsecuentes. Al mismo tiempo, cuanto más usuarios operan con una tecnología, más ventajosa se hace su adopción, por cuanto se generan externalidades y pueden ofrecerse mejores precios y performance (OECD, 1992, p. 41)⁷.

Sexto, con referencia específicamente a las TI, se observa en general una estrecha relación entre difusión de esas tecnologías e ingreso per cápita, si bien hay excepciones notables. Estados Unidos es el país con la mayor difusión de teléfonos, computadoras y televisores; el Japón, con un ingreso per cápita superior al estadounidense, tiene empero una difusión muy inferior de las tres tecnologías. La Confederación de Estados Independientes (CEI) tiene un ingreso per cápita mayor que el de Taiwan, pero este país supera ampliamente a aquél en la difusión de las telecomunicaciones y las computadoras (no así en televisores). La estructura de la difusión en el Brasil es similar a la de la CEI, si bien el ingreso per cápita del primero es un tercio del de la Confederación (Mody y Dahlman, 1992).

El proceso de difusión, empero, no sólo está determinado por motivaciones económicas, sino por factores organizacionales y sociales. En este sentido ofrece interés el modelo de los "portadores sociales de técnicas" (Edquist y Edqvist, 1979), según el cual un portador social (por ejemplo, una empresa) que elige e instrumenta una tecnología "lleva" la tecnología a la sociedad. Para que una cierta técnica sea elegida y aplicada en un contexto específico deben darse un conjunto de condiciones que el modelo especifica y que se exponen más abajo (ver sección 5.b). Una perspectiva teórica aún más integradora es la que inscribe el proceso de difusión en un contexto más amplio (ver, por ejemplo, Howells, 1991). Sin ignorar el peso de la rentabilidad y otros factores económicos, este enfoque

6 Ver un survey sobre difusión e innovación en Metcalfe, 1983.

7 Las "network externalities" son evidentes en varios campos de las TI, como en el uso de ciertos sistemas operativos, así como en el de las telecomunicaciones.

introduce otras variables para entender mejor la toma de decisiones sobre la selección de tecnologías, en tanto proceso altamente difuso y heurístico.

También se ha demostrado, con particular referencia a las TI, que las sociedades tienden a adoptar esas tecnologías, particularmente la de telecomunicaciones, no sólo sobre la base de factibilidad técnica o rentabilidad económica, sino también para satisfacer objetivos políticos que varían según las etapas de desarrollo político-social de los países (Katz, 1988).

En suma, la difusión de tecnología ha recibido una considerable atención por parte de la literatura, particularmente en el ámbito de la economía de la innovación. Diversos aportes han contribuido a esclarecer su relación con la generación de tecnología y los factores que inciden en la tasa y modalidades de difusión de una cierta técnica. A pesar de los avances realizados, subsisten lagunas tanto en el plano empírico como teórico, en especial, en cuanto a los vínculos entre los análisis macro y micro de los procesos de difusión. La integración en el análisis de factores sociales y políticos hacen aún más difícil la comprensión de un fenómeno de por sí complicado. Mas esa integración parece esencial, especialmente para entender diferencias en las curvas de difusión entre países, sectores, y tipos de empresas.

2. Factores que afectan la difusión

La literatura ha identificado una diversidad de factores que facilitan, retardan o frustran la difusión tecnológica. Existe coincidencia general, a partir del trabajo seminal de Mansfield, respecto del papel determinante de la rentabilidad esperada en la adopción de nuevas tecnologías, asociada a la dimensión de la inversión requerida, la incertidumbre y la tasa de reducción de esta última. A continuación se refieren algunos de los principales factores examinados en el contexto de los estudios sobre la innovación.

Rentabilidad

La rentabilidad de una nueva tecnología puede derivarse de ahorros de mano de obra o capital⁸, de mayor eficiencia en el uso de energía, mayor rendimiento por unidad de input, mejor calidad, un otras ventajas cuya importancia relativa varía por rama industrial, tipo de empresa, etc. En todo caso, como se observó más arriba, ella constituye un factor clave para la tasa de difusión de una tecnología. Con frecuencia, empero, como lo revelan algunos estudios

⁸ La introducción de TI puede aumentar la productividad del trabajo o del capital, o de ambos (OECD, 1989, p.34).

empíricos que se reseñan más adelante, las empresas (sobre todo las PYMEs) carecen de elementos para un cálculo adecuado de costos y beneficios e inician procesos de adopción de TI sin una valoración apropiada de su posible impacto en la rentabilidad.

La rentabilidad de la introducción de TI es afectada fundamentalmente por el costo de la mano de obra y por el del equipo y software. En general, en los países en desarrollo el costo de la primera es considerablemente inferior al de los países industrializados, lo que resulta en un menor incentivo a sustituir trabajo por capital. En cambio, el precio de la IT es frecuentemente mucho mayor en los países en desarrollo, debido a costos de transporte, tarifas, mayores márgenes de comercialización y falta de competencia (Odedra-Straub, 1993). Un survey de 123 trabajos presentados en conferencias internacionales y publicados identificó el alto costo como la mayor desventaja de las IT percibida en esos países (Saraswat y Gorgone, 1991).

Inversiones

En relación con las inversiones requeridas, parece clara la influencia de los ciclos económicos sobre la curva de difusión, con una tasa que aumenta en tiempos de expansión y que se reduce en épocas de estancamiento o recesión. Sin embargo, la contracción económica puede coexistir con una alta tasa de difusión, cuando la nueva tecnología es percibida como útil para contrarrestar (p. ej. con aumentos de productividad) los efectos de aquella (Ray, 1989, p. 15).

También influye sobre la tasa de difusión, según diversos estudios empíricos, si las tecnologías pueden ser incorporadas por piezas ("piecemeal") en una planta existente, incluso a modo de prueba y a un costo moderado, o ellas exigen un cambio mayor. La divisibilidad o indivisibilidad de las inversiones requeridas para poner en práctica una nueva tecnología es, por tanto, un factor importante a tener en cuenta (idem, p. 13)⁹. Por otra parte, la nueva tecnología se difunde en un contexto tecnológico dado que puede restringir su adopción, debido a la necesaria interrelación con las viejas tecnologías¹⁰.

9 Dentro de las tecnologías de automatización industrial, por ejemplo, se encuentran los dos tipos de tecnologías: las que pueden ser incorporadas de manera fragmentada (p.ej. CAD, máquinas herramientas de control numérico computarizado) y las que requieren cambios mayores (ej. FMS) a nivel de la planta. También existe la posibilidad de modernizar y mejorar equipos tradicionales mediante lo que se denomina "retrofitting".

10 Frankel (1955) elaboró el concepto de "interrelatedness" de las nuevas con las viejas tecnologías, el que en rigor no

Características de los productos

Las características de los productos obtenidos con las nuevas tecnologías son también un factor relevante. Una razón para ello es que las innovaciones de proceso usualmente causan cambios en los productos (p. ej. mejora en la calidad). En algunos casos, la incorporación de nuevas tecnologías permite fabricar productos más complejos y heterogéneos, lo que no necesariamente atrae a potenciales usuarios en países en desarrollo (James, 1991, p. 14/15).

El ritmo de difusión depende de la ventaja competitiva relativa generada por la nueva respecto de la vieja tecnología. Easingwood y Lunn (1992, p. 74/75) identificaron cinco factores relacionados con el producto que afectan la difusión:

a) La ventaja relativa o superioridad en términos, por ejemplo, de mayor performance o seguridad y de menor costo, juzgada generalmente a través del precio.

b) La compatibilidad con valores, experiencias pasadas y prácticas de los usuarios. Las innovaciones que suponen discontinuidades estructurales tenderán a ser resistidas más que aquéllas que no lo hacen; lo mismo sucederá con aquellas que amenacen posiciones profesionales o de poder dentro de la organización¹¹.

c) La complejidad puede retardar la difusión, cuando es percibida como un obstáculo por los usuarios potenciales.

d) La posibilidad de prueba, la reversibilidad de una instalación facilitan la adopción.

e) Igual efecto tiene la visibilidad y comunicabilidad de la innovación.

Información

Limitaciones en la disponibilidad de información sobre las nuevas tecnologías es otro factor que puede retardar el ritmo de difusión, particularmente pero no exclusivamente en

sólo se aplica con respecto a la vinculación de nuevos y viejos equipos sino también con los cambios requeridos en las competencias técnicas del personal de producción.

¹¹ Los autores citados acertadamente ilustran este factor con la resistencia que la difusión de las PCs generó en los departamentos centralizados de procesamiento de datos, en contraste con la aceptación por parte de los gerentes de otras áreas (p.74).

países en desarrollo. Un estudio realizado en Gran Bretaña concluyó, en tal sentido, que "awareness is still less widespread than it needs to be, with surprisingly many managers still believing that there is no conceivable scope for microelectronics in their particular business". (Policy Studies Institute, 1982, p.84).

Contexto de la difusión

En adición a los factores señalados, el ritmo de difusión es determinado en parte por las características del sistema nacional de innovación, incluyendo el grado de competencia vía innovación, la disponibilidad de recursos humanos calificados y sus motivaciones, el tipo e intensidad de la interacción entre empresas y entidades de investigación, entre otros aspectos. La infraestructura disponible también juega un papel importante (James, 1991, p. 16).

En términos más generales, es de esperar que las curvas de difusión presenten diferencias más o menos marcadas por sectores y entre países. Diversidad en los niveles salariales, tamaño del mercado doméstico, mayor o menor apertura externa (en términos de importaciones y exportaciones), tasas de crecimiento de la demanda, etc. pueden explicar comportamientos diferentes. De hecho, el "gap" tecnológico entre los países industrializados y en desarrollo no sólo se expresa en una abismal diferencia en la capacidad de generación de tecnologías¹², sino en el stock de tecnologías en uso, ya difundidas. Varios de los factores antes expuestos, como se verá más adelante, juegan en los países en desarrollo un papel inhibitorio de la difusión de nuevas tecnologías.

Se ha observado también que las diferencias culturales constituyen una de las razones de los bajos niveles de uso de las TI en los países en desarrollo. Además, estos países tienen una gran proporción de empresas pequeñas de propiedad familiar, manejadas con procedimientos informales, en las que se hace poco probable el uso de computadoras y otras TI (Elliot, 1994).

3. Patrones de difusión de las TI

a) Diferencias en los países industrializados

Las secciones anteriores brindan un marco conceptual para examinar la difusión tecnológica, como integrante del proceso de innovación, y los factores que la afectan. La

¹² Los países en desarrollo realizan sólo un 6% de los gastos mundiales en investigación y desarrollo (IyD). Ver Freeman y Hagedoorn, 1992.

difusión de las TI puede ser analizada en tal marco. Ellas constituyen un caso especial, mas sólo debido a la extraordinaria invasividad de esas tecnologías, aplicables en innumerables procesos, productos y servicios.

Numerosos estudios (vgr. Policies Studies Institute, 1982; Unctad, 1985; OECD, 1989, OECD, 1993) han examinado los patrones de difusión de diversos tipos de TI en países industrializados. La evidencia disponible indica que la difusión de las TI es fuertemente desigual por países, sectores, tamaño de empresas y tipos de aplicaciones.

Así, Japón y Alemania presentan una intensidad de uso de la microelectrónica en productos superior a la de otros países de la OECD. Japón y Suecia aventajan considerablemente a otros países en la aplicación de robots industriales. Japón también está en la delantera en lo que respecta al uso de máquinas herramientas con control numérico computarizado (OECD, 1989, p. 20-21).

Los Estados Unidos, en cambio, lideran en la difusión de computadoras. Particularmente, entre 1984 y 1989, con la caída de precios y el aumento de aplicaciones, los niveles de uso de computadoras aumentaron de manera significativa en ese país. En 1989, casi 51 millones de personas de 18 años o más (28% de la población adulta) usaban computadoras en el hogar, el trabajo o la escuela (en 1984 el porcentaje respectivo era de 18,3%) (Kominski, 1989). La gráfica 1 muestra la pirámide de densidad de equipamiento informático en países seleccionados, en la que la supremacía de los Estados Unidos en este campo es manifiesta. Ella se refleja de manera más tangible aún en la capacidad de procesamiento de datos (gráfica 2), la que más que duplica el segundo país en orden de importancia (Canadá).

El grado de difusión de las TI está determinado, entre otros factores, por la estructura industrial. El empleo de TI no es parejo en diversos sectores industriales. Las aplicaciones de la microelectrónica en productos son más comunes en las industrias eléctrica y electrónica, de maquinaria y vehículos. En Alemania y Japón, por ejemplo, el 42% de los establecimientos en electrónica declararon tales aplicaciones en 1983, sobre un promedio general para todas las industrias del 13% (OECD, 1989, p. 21). Las aplicaciones de la microelectrónica en procesos industriales está más difundida en diversos sectores, más ellas son particularmente significativas en las industrias de alimentos, química y de la imprenta (ibidem).

Por último, se advierten también diferencias según el tamaño de las empresas. Una relación claramente positiva entre tamaño de la empresa y uso de TI ha sido encontrada en numerosos estudios en los países de la OECD, con la sola excepción de las máquinas herramientas de control numérico

computarizado, una de las tecnologías más maduras y con mayor tiempo de difusión (OECD, 1993, p. 14)¹³. Las aplicaciones de la microelectrónica en productos son más comunes en los establecimientos grandes, si bien las aplicaciones en procesos están también difundidas en pequeñas empresas (OECD, 1989, p. 21). Un informe sobre el uso de PCs en Japón reveló que sólo alrededor del 20% al 30% de las PYMEs poseen esos equipos. La mitad de las empresas que no los utilizan consideran que el volumen de trabajo es demasiado pequeño para justificar el uso de PCs, y cerca de 20% indicaron que no sabían cómo hacer uso de ellos (OECD, 1993, p. 20).

Otros estudios, con directas implicaciones para los países en desarrollo, han observado que la escala de producción de la empresa influye en la capacidad para amortizar inversiones en robots (concentrados en grandes empresas) y en otros equipamientos de base microelectrónica. Si bien las máquinas herramienta automatizadas permiten más eficiencia para la producción de lotes pequeños, el valor agregado de la producción debe ser lo suficientemente grande para compensar el mayor costo de los equipos vis-á-vis los convencionales. Esta circunstancia ha sido desatendida por buena parte de la literatura que creyó ver en la automatización flexible la fuente de una pérdida de importancia de las economías de escala (ver al respecto Alcorta, 1993).

b) Difusión en países en desarrollo

La literatura referida a la difusión de TI en los países en desarrollo -particularmente en América Latina y el Caribe- es menos abundante y sólo clarifica aspectos parciales del tema¹⁴. La difusión de las TI en países en desarrollo presenta diversas características particulares que es necesario examinar a los fines de definir áreas de investigación y políticas apropiadas.

En primer lugar, tal como lo indican las gráficas 1 y 2, la tasa de difusión de equipos informáticos es mucho más baja que en los países industrializados probablemente como resultado combinado de diversos factores: estructuras industriales menos diversificados, menor tamaño de las firmas, mayor costo relativo de los equipos, y la falta de una relación directa usuario-proveedor, especialmente importante en ciertos tipos de aplicaciones industriales.

13 Se ha encontrado, empero, que el tamaño de las firmas que adoptan TI cambia en el tiempo. Tal fue el caso de la difusión de cajeros automáticos en los Estados Unidos, los que fueron primero incorporados por pequeñas firmas. (Mody y Dahlman, 1992, p. 1708).

14 Para una revisión de dicha literatura, ver James, 1991.

Lo mismo se aplica respecto de sistemas de automatización flexible. Un estudio de la Unctad de 1990 estimó la relación en la densidad de uso de tal equipamiento entre un grupo de países industrializados y en desarrollo relativamente industrializados. Dicha densidad era mayor para los países industrializados en una proporción de 8,5 veces para máquinas herramientas de control numérico, 8,3 veces para Diseño Asistido por Computadora (CAD) y 43 veces para robots (Unctad, 1990, p. 34-35).

En lo que respecta a la difusión de las telecomunicaciones la situación no es muy distinta. Así, los países de América Latina tenían a principios de esta década una densidad inferior a 10 teléfonos/100 habitantes, muy por debajo de la verificada en los países industrializados, con más de 35 teléfonos/100 habitantes (ver gráfica 3). Si bien con las privatizaciones en curso puede esperarse una ampliación de la base instalada (especialmente en el caso de Chile y México), se requerirían inversiones del orden del 1,5% del producto regional (o un 7% de la formación de capital fijo) hasta fin del siglo para establecer una infraestructura básica con un teléfono cada cinco habitantes (CEPAL, 1991).

Segundo, las TI no presentan una ventaja absoluta respecto de las viejas tecnologías, al menos en el caso de los bienes de capital computarizados. Como lo demuestra el trabajo de Mody y Wheeler (1990), el ahorro en mano de obra y tiempo de producción no necesariamente es suficiente en ciertas actividades para justificar la sustitución de las viejas tecnologías, teniendo en cuenta en particular los niveles salariales existentes¹⁵. Las TI (especialmente los sistemas de automatización flexible) son más rentables cuando existen salarios relativamente altos, aunque razones de calidad y ejecución de ciertas actividades específicas pueden igualmente ser determinantes en su adopción.

Tercero, la adopción de las TI es influida por las características de los productos finales, como ya se observó, lo que en los países en desarrollo puede limitar las aplicaciones de TI, en la medida que se elaboran productos simples, o sin mayores exigencias de calidad. Lo mismo se aplica si la producción es homogénea y ello hace poco atractiva la flexibilidad introducida por las nuevas tecnologías (James, 1991, p. 14/15).

15 El estudio reveló que la aplicación de TI en la industria de vestido en China era eficiente en relación con las tareas de pre-ensamble, mas con los salarios vigentes no lo era, en cambio, para las etapas de ensamble y post-ensamble (ibidem, p.64).

Cuarto, el entorno competitivo en el que se desenvuelven las empresas parece también constituir un determinante importante en la adopción de la TI. La necesidad de producir de acuerdo con standards internacionales ha sido frecuentemente identificada como una de las principales razones para la inversión en tecnologías capital-intensivas. La presente tendencia a la liberalización y apertura de las economías en los países en desarrollo puede, en este sentido, acelerar la adopción de TI, particularmente para satisfacer requisitos de calidad (Ruffier, 1986, p. 55).

Quinto, las posibilidades de asociación eficiente de nuevas y viejas tecnologías es, igualmente, un factor que probablemente afecta la difusión de TI en países en desarrollo. La incorporación de las primeras requiere de cierta infraestructura (por ejemplo, suministro eléctrico), disponibilidad de personal, y capacidad de adaptación de esquemas organizativos y productivos. La tecnología presenta un carácter sistémico, que la hace difícilmente transplantable si las condiciones de entorno no son apropiadas. Numerosos ejemplos de implantaciones fracasadas existen en los países en desarrollo, por falta de consideración adecuada de tal carácter, principalmente debido a deficiencias en la gerencia (Rufier, 1986). La incorporación de computadoras generalmente requiere cambios organizativos y de gestión, a veces de envergadura, y una importante inversión en entrenamiento. De acuerdo con la OECD,

"It is estimated that increased skills and organization changes gave five times the improvements expected from technological changes alone. To achieve these objectives, a minimum of 1.5 per cent of payroll and 2 per cent of employee time is devoted to training. Training has shifted from being an expense to being an integral part of investment"(OECD, 1992, p. 129)¹⁶.

Sexto, existe alguna evidencia sobre los problemas particulares que enfrentan las pequeñas y medianas empresas en la explotación de las TI en países en desarrollo. Esos problemas incluyen la falta de conocimiento de la tecnología y de confianza en los proveedores, limitación de software adecuado¹⁷, tal como se ha observado en Singapur (Hon, 1992,

16 La necesidad de introducir cambios organizativos y de entrenar el personal para aprovechar el potencial de las TI, es una de las conclusiones más recurrentes en la literatura que ha abordado el tema. En la expresión de Thurow, "to computerize the office, you have to reinvent the office" (citado en Brynjolfsson y Hitt, 1993). Ver también Mody y Dahlman, p. 1710 y OECD (1993) p. 15-16 y 23-24.

17 Esta limitación también ha sido encontrada en los países industrializados, debido a que la mayoría de los proveedores

p. 1823), así como los derivados de la naturaleza de los negocios y de las condiciones económicas y sociales prevalecientes (niveles de salarios, precios de IT, etc.) (Elliot, 1994).

Finalmente, a diferencia de numerosos países industrializados que han instrumentado políticas industriales y tecnológicas deliberadamente orientadas a promover la difusión de TI (OECD, 1989; OECD, 1992), tal no parece ser el caso de los países en desarrollo. Algunos intentos, más bien incipientes y de carácter general, para impulsar la difusión tecnológica se advierten empero en América Latina, como se discute más abajo.

Por cierto, los factores que inciden sobre la difusión de las TI son mucho más numerosos y complejos de lo que los puntos anteriores sugieren. La disponibilidad de crédito, el acceso a información, las actitudes y capacidades gerenciales, las políticas tarifarias, la calificación de la mano de obra, la respuesta sindical, son algunos de ellos. En la sección siguiente algunos de los factores considerados aquí se examinan, más particularmente, en relación con la situación en América Latina.

4. Políticas de difusión de TI

La mayoría de los países industrializados han adoptado políticas, directas o indirectas, para favorecer tal difusión, basados sobre cuatro presunciones básicas:

"-Rapid diffusion of microelectronics technologies is essential for industrial competitiveness. Failing to keep out with or stay ahead of designs and production capabilities of competing firms in other countries threatens loss of markets, dependence on foreign suppliers, poorer economic performance, and loss of employment;

-Many firms (particularly small firms) do not have the necessary technical and managerial capacity, financial capabilities or information to achieve rapid uptake of new technologies;

-The domestic technological infrastructure is not sufficiently strong to assure rapid diffusion; and

-Government assistance can be an important tool to increase diffusion, but the nature of assistance will vary between countries"(OECD, 1989, p. 48-49)

no adecuan sus sistemas para ser usados en pequeñas y medianas empresas (OECD, 1992, p. 16).

Las políticas adoptadas en los países industrializados¹⁸ han tenido como objetivos primarios los de:

- a) acelerar la difusión de tecnologías basadas en microelectrónica en firmas industriales;
- b) incrementar la inversión en dichas tecnologías por parte de los proveedores y firmas de apoyo de las firmas industriales;
- c) aumentar las ventas de productos que incorporan microelectrónica o de productos/servicios que utilizan tecnologías de producción basadas en microelectrónica.

Otros objetivos han apuntado a la creación de condiciones favorables para la adopción exitosa de TI, incluyendo:

- a) la calificación de la fuerza de trabajo;
- b) la mejora del empleo/movilidad;
- c) el reforzamiento de la infraestructura tecnológica, incluyendo agentes de difusión y consultoría, instituciones tecnológicas y de entrenamiento, programas de educación, investigación académica y cooperación entre empresas y agentes de difusión.

Un resultado de las referidas políticas ha sido una mayor capacidad de los gobiernos para instrumentar políticas industriales y tecnológicas en relación con aplicaciones tecnológicas, y una mayor y mejor comprensión por parte de los gobiernos sobre el papel y efectividad de las políticas de difusión (OECD, 1989. p. 51).

Las principales actividades encaradas en los diversos programas de difusión tecnológica han incluido -con variación, por cierto, según los países-, las siguientes:

- Difusión del conocimiento ("awareness")
- Asistencia de consultoría
- Identificación, exploración y desarrollo de mercados
- Apoyo para el desarrollo y aplicación de productos y procesos
- Desarrollo de canales para la transferencia de tecnología (institutos tecnológicos, centros de difusión de aplicaciones)
- Fortalecimiento de la oferta (capacidad de proveedores locales y acceso a tecnologías externas)
- Entrenamiento para personal técnico y gerencial
- Amplios programas educativos
- Apoyo a la investigación básica en empresas, institutos y universidades.

¹⁸ La exposición que sigue sobre políticas en países industrializados se basa fundamentalmente en OECD (1989) y OECD (1992).

Las políticas de difusión de TI en las PYMEs en la mayor parte de los casos han estado comprendidas en políticas más amplias, no diferenciadas en cuanto al tamaño del destinatario. Excepciones a ello son el "MiToe Programme" de los Países Bajos, el "Open Systems in Manufacturing Programme" de Gran Bretaña y el programa "Applications of IT in SMEs" de Finlandia. Estos programas han representado una porción relativamente modesta de los presupuestos totales de las políticas de promoción de la investigación y desarrollo, la formación y el entrenamiento.

El examen de las políticas aplicadas a la difusión de TI en PYMEs en países industrializados evidencia una combinación en el uso de instrumentos indirectos ("hands-off") referidos a la creación o fortalecimiento de la infraestructura institucional y física (principalmente telecomunicaciones) y del acceso a las tecnologías e información, como medidas directas ("hands-on"). Estas últimas comprenden subsidios para la provisión de servicios de consultores capacitados o previamente entrenados¹⁹ tanto para la instrumentación de TI como para la innovación de productos y la planificación estratégica.

Los programas instrumentados procuraron en general promover el uso de tecnologías "state-of-the-art" pero ya probadas, y favorecer un efecto de demostración sobre otras firmas. Han utilizado, en la medida de lo posible, instituciones existentes (p. ej. asociaciones de empresas o de profesionales) y previsto un monitoreo y continua evaluación. Esto último ha sido considerado de especial importancia debido a que la difusión de TI es un proceso continuo, que exige un esfuerzo de largo plazo, mas una constante adaptación a nuevas circunstancias, particularmente el rápido cambio tecnológico.

Algunos países en desarrollo han puesto en práctica también políticas de difusión de las TI en PYMEs²⁰. Tal es el caso de Singapur. El National Computer Board (NCB) estableció en 1987 el "Small Enterprise Computerization Program". En el marco de este programa, se ha provisto asistencia en la forma de educación sobre TI a ejecutivos, designación de expertos del NCB o de universidades, subsidios financieros para estudios de factibilidad y préstamos blandos para empresas que efectuaran inversiones en TI. El NCB trabaja con asociaciones empresarias o empresas tecnológicamente

19 la importancia del entrenamiento de consultores para la apropiada difusión de TI fue enfatizada en los programas de Canadá, Noruega (Programa "BUNT") y Suecia (OECD, 1992, p. 29).

20 Sobre la situación en América Latina, ver la sección 5. iii), más abajo.

avanzadas, y hace disponibles a otras firmas del sector las especificaciones de sistemas realizadas para una empresa en particular (Hon, 1992, p. 1823).

El gobierno de Singapur realizó, además, un esfuerzo particularmente notable para la creación de una infraestructura de telecomunicaciones²¹. El número de empresas con más de diez empleados que usan al menos una computadora en Singapur, creció del 13% en 1982, al 35% en 1985 y al 68% en 1989 (Hon, 1992, p. 1822).

En Taiwan la política de difusión de las TI tuvo un sesgo diferente. Apuntó a fortalecer el desarrollo de hardware y software a través de un desarrollo de la demanda doméstica, es decir, se guió más por objetivos vinculados con la oferta que con la demanda. El "Information Industry Development Plan 1980-1989" se propuso promover la utilización de computadoras en el sector público y privado para estimular el crecimiento del mercado doméstico de computadoras. Previó al efecto diversas medidas, tales como la promoción al desarrollo de software, el entrenamiento de personal, la investigación y desarrollo, y el uso de la informática en el sector público.

En suma, tanto en países industrializados y en desarrollo, si bien con características diversas, la difusión de las TI, incluyendo particularmente en PYMES, es una de las áreas en la que parece existir considerable acuerdo respecto de la conveniencia de una acción gubernamental activa, dirigida a superar diversas fallas del mercado en lo que se refiere al acceso a información, competencias técnicas y gerenciales y financiamiento para la adquisición de TI.

5. Difusión de las TI en América Latina y el Caribe²²

a) Grado y modalidades de difusión de las TI en la industria latinoamericana

La información sobre la intensidad y formas de utilización de la informática en América Latina es fragmentaria y comparable sólo parcialmente entre sectores y países. Si bien hay esfuerzos en curso para corregir esta situación²³, divergencias metodológicas y la inexistencia de censos sistemáticos dificultan un análisis de conjunto.

21 Singapur tiene una densidad de teléfonos casi cinco veces superior a la de Brasil y comparable a la de Japón, Francia y Australia (ver gráfica 2).

22 Esta sección se basa parcialmente en Correa, 1991.

23 Como los realizados en el Marco del Programa Regional PUND/ONUDI sobre Cooperación en Informática y Microelectrónica (RLA/92/014).

Brasil es el país con el mayor número de computadoras instaladas -más de un millón y medio- (Correa Ed, 1993), si bien es Costa Rica el de mayor densidad per capita, seguido por Venezuela (10,8 y 5.9 cada mil habitantes, respectivamente). El cuadro 1 indica que Chile, Venezuela y Costa Rica dan cuenta de los mayores porcentajes sobre el PBI por importaciones de bienes informáticos en la región.

La distribución de equipos presenta heterogeneidades estructurales desde un punto de vista geográfico y del tamaño de las empresas usuarias. Ellos se concentran fuertemente (incluso relativamente más que el conjunto de la actividad económica) en los centros urbanos, en tanto predominan como usuarios las grandes empresas nacionales públicas y privadas, y en particular las filiales de firmas del exterior (CEPAL, 1986).

Al igual que para los equipos de cómputo, son pobres y desactualizados los datos sobre la difusión de equipos de automatización flexible en la región. En Argentina, se estimaba (en 1986) un parque del orden de los 500 tornos de control numérico, aplicados principalmente para la fabricación de equipos para la industria petrolera, maquinaria agrícola, bombas y válvulas (Chudnovsky, 1986) y la existencia de una veintena de robots concentrados en la industria automotriz y electrónica (Correa, 1987). En el Brasil, el número de equipamientos de control numérico computarizado superaba las 4.500 unidades en 1989, eran del orden de 2.500 las estaciones de CAD/CAM y 113 los robots instalados (Sobracom, 1989; ver también SEI, 1988). Información más detallada está disponible en relación con la industria de bienes de capital de Colombia, país en el que 25 empresas (alrededor del 10% de las empresas metalmetálicas) contaban con máquinas herramientas de control numérico, y menos de una decena poseían sistemas CAD. Sólo se identificaron dos sistemas CAM instalados. La gran mayoría (84%) de las empresas que han efectuado instalaciones de máquinas herramientas de control numérico en Colombia entran en la categoría de "grandes empresas" (Bernal, 1988)²⁴.

Tampoco es mucha la evidencia empírica sobre las modalidades que ha asumido la introducción de automatización flexible en la región. Algunos estudios (Chudnovsky, 1986; Correa, 1987) revelan que, en el caso de las herramientas de control numérico y los robots, su incorporación responde más a requerimientos de calidad, consistencia de productos (en el caso de subsidiarias extranjeras) y mejora en las condiciones de trabajo, que a la reducción de costos laborales. En general, las firmas adquirentes no realizan análisis de rentabilidad previos, hay un escaso esfuerzo de ingeniería de aplicación y (en el caso de equipos importados) se planteaban

24 Bernal, (1988) presenta los resultados del Proyecto PNUD COL/87/023.

serios problemas de mantenimiento y optimización en el uso del equipo. La falta de una relación directa usuario-proveedor, por ejemplo, en varias instalaciones de robots en la Argentina, han sido causa de enormes problemas y sobrecostos de operación.

En el caso de Colombia se ha observado que un grupo importante de empresas introdujo esas tecnologías para competir con mayor éxito con ciclos de producción más cortos y un mejor cumplimiento de pedidos; también ha sido importante el "efecto demostración" a través de la presión ejercida sobre la competencia por las empresas que introdujeron sistemas más avanzados de manufactura (Bernal, 1988). Una encuesta efectuada en México revela que el factor más importante para la adopción de equipos de base microelectrónica ha sido la necesidad de obtener una calidad mayor y más regular, en el caso de las máquinas de control numérico y centro de maquinado. La reducción de costos ("scraps and tools") es el principal motivo en el caso de los robots (Dominguez Villalobos, 1988).

En suma, y no obstante la precariedad de los datos disponibles, no hay duda de que, en comparación con la difusión ocurrida en los países industrializados (OECD, 1989; Edquist y Jacobsson, 1988), América Latina se encuentra considerablemente rezagada en la difusión tanto de las computadoras en la gestión de la empresa industrial como de los equipamientos de automatización flexible²⁵. También es claro que los patrones de difusión predominantes en la región presentan fuertes distorsiones, fundamentalmente debido a una insuficiente preparación de los usuarios para incorporar los nuevos sistemas, y a una inadecuada relación con los proveedores de aquéllos.

b) Política industrial y tecnológica

Las políticas industriales y tecnológicas pueden influir, en diversas direcciones, sobre la difusión de TI. Importantes cambios se verifican en la actual década en esas políticas, hasta hace poco volcadas principalmente a promover la sustitución de importaciones en el marco de esquemas protectivos.

Las nuevas políticas presentan un sesgo sustancialmente diferente²⁶. Ellas se orientan en general a alcanzar patrones internacionales de productividad y calidad, y ponen un mayor énfasis que en el pasado en la difusión de innovaciones tecnológicas y organizativas en los diversos sectores de la

25 Se ha visto más arriba, asimismo, que la densidad de teléfonos instalados en la región está muy por debajo que la de los países industrializados.

26 La exposición que sigue está parcialmente basada en un estudio preparado por el autor para ONUDI, en 1991.

economía. Esa orientación traduce la percepción de que en la economía moderna el desarrollo tecnológico, la capacidad organizativa y gerencial, la calificación de los recursos humanos y la creación, en suma, de ventajas comparativas dinámicas, son los ejes centrales para una inserción ventajosa en la economía internacional.

Ilustrativas de las nuevas tendencias en la política industrial es la redefinición realizada en la materia en diversos países de la región. Ella alcanza las mayores economías (Argentina, Brasil, México) como las de dimensión intermedia y pequeña. Por vía de ejemplo, pueden mencionarse aquí los casos de Brasil y México.

En el Brasil, la "Nueva Política Industrial" planteó un cambio sustancial en relación con las políticas del pasado. La competitividad, antes que el crecimiento, deviene el principal objetivo estratégico a ser alcanzado, en línea con los enfoques prevalecientes en los países de reciente industrialización y en la mayoría de los países industrializados. Las "Directrices generales para la política industrial y de comercio exterior" publicadas por el Ministerio de Economía, Fazenda e Planejamento el 26 de junio de 1990 prevé la puesta en marcha de dos "mecanismos" - "Programa de competitividad industrial-PCI" y "Programa brasilero de calidad y productividad"- y, entre otros, de un "instrumento" de "Apoyo a la capacitación tecnológica de la industria".

Las Directrices señalan un nuevo sendero para la política industrial caracterizado, por un lado, por su orientación al logro de patrones internacionales de productividad y calidad y, por el otro, por un mayor énfasis en la difusión de innovaciones y en el entrenamiento gerencial y de la mano de obra. La nueva política plantea una mayor especialización en la producción y un modelo empresarial constituido por empresas de gran porte, articuladas con una extensa malla de pequeñas y medianas empresas tecnológicamente dinámicas, compitiendo y asociándose en las más variadas maneras con las empresas extranjeras.

De conformidad con el PCI, la promoción de sectores tales como la microelectrónica e informática, la biotecnología, los nuevos materiales y la química fina ayudará a elevar los standards tecnológicos de una amplia variedad de sectores usuarios. El Programa establece importantes instancias institucionales de concertación, con la participación de representantes de diez grupos sectoriales.

En el caso de México, el Programa Nacional de Modernización Industrial y del Comercio Exterior 1990-1994, plantea igualmente el reemplazo del modelo sustitutivo de

importaciones por uno de "crecimiento de la industria nacional mediante el fortalecimiento de un sector exportador con altos niveles de competitividad". La mayor eficiencia buscada ha de lograrse con base en la apertura comercial, el desarrollo tecnológico, la promoción de exportaciones y la desregulación. El propósito es "aprovechar las ventajas comparativas del país y especializar la planta industrial en productos internacionalmente competitivos"²⁷.

La estrategia trazada por el Programa mexicano incluye la internacionalización de la industria nacional, el mejoramiento tecnológico y la calificación de los recursos humanos. Ella "pretende acelerar el ritmo de innovación de productos y difusión de procesos tecnológicos en las industrias del país; desarrollar su capacidad de adaptación ante las cambiantes exigencias de los consumidores; formar y motivar a los recursos humanos que requiere el desarrollo; y favorecer la utilización de tecnologías industriales que no deterioren el entorno ecológico"²⁸.

En otros países de la región se han aplicado políticas de ajuste estructural, con fuertes implicaciones sobre la política industrial y tecnológica. Tales políticas parten de las fuerzas de mercado como mecanismo de asignación de recursos, y en algunos casos intentan complementarlas en la búsqueda de la creación o consolidación de ventajas comparativas. La competitividad estructural parece estar en la mira como objetivo central a alcanzar. El crecimiento per se, que dominó el escenario de la sustitución de importaciones en un marco de elevada protección, deja lugar así a la búsqueda de mayores niveles de eficiencia y de una inserción internacional basada en ventajas comparativas genuinas.

Las políticas comentadas parten del reconocimiento, explícito o implícito, de la emergencia de un nuevo paradigma tecno-económico en el que la capacidad tecnológica, la organización y la calificación gerencial, son condiciones esenciales del éxito en un marco de apertura externa y competencia. También se reconoce el papel central de las TI y de la capacidad de comercialización, principalmente para acceder a mercados externos.

La política industrial y tecnológica comienza a dar más énfasis a la necesidad de difundir tecnologías genéricas (como la informática), capaces de incrementar la productividad y abrir nuevas oportunidades económicas. El estímulo a las nuevas tecnologías -particularmente desde la perspectiva de su uso en la producción- se encuadra, de esta

27 Programa Nacional de Modernización Industrial y del Comercio Exterior, 1990-1994, México D.F., 1990.

28 Idem

manera, en un contexto que tiende a eliminar la tensión entre productor y usuario y a maximizar el aprovechamiento del potencial de aquéllas.

c) Políticas informáticas

El establecimiento de instituciones y políticas en el campo de la informática se inició en varios países de América Latina en la década del setenta. Cuba y Brasil se encuentran entre los países pioneros. Argentina, México, Perú, Costa Rica, entre otros, adoptaron o reformularon sus políticas informáticas nacionales en el curso de los ochenta.

El alcance y contenido de las políticas informáticas ha diferido considerablemente entre los distintos países latinoamericanos. En su mayor parte, ellos han abordado aspectos puntuales, sobre todo los vinculados a las contrataciones del sector público. Sólo en el caso de dos países (Argentina, y sobre todo Brasil) se pusieron en práctica políticas en virtud de las cuales se procuró actuar más o menos simultáneamente sobre una multiplicidad de áreas (industria informática, desarrollo de software, recursos humanos, IyD, etc.).

El grado de ejecución de las políticas indicadas es, igualmente, dispar. En el Brasil se avanzó significativamente en la política industrial y en la formación de recursos humanos. En Cuba se han logrado progresos considerables en algunas aplicaciones, como en la informática médico-hospitalaria. En otros países, los resultados de las políticas instauradas fueron parciales y no han sido objeto de una evaluación sistemática aún.

i) Producción de hardware

La política brasileña se caracterizó hasta 1992 por su clara orientación al mercado interno, estructurada sobre la base del concepto de "reserva de mercado", esto es, la exclusión de las importaciones y, aun, de la producción local por parte de empresas extranjeras de ciertos tipos de productos comprendidos en la reserva. Las exportaciones no constituyeron un objetivo importante en la política informática de Brasil.

La política de reserva de mercado permitió la captación a fin de los 1980s de más de 50% del mercado informático por parte de las empresas nacionales, así como la capacitación de un número importante de especialistas en hardware y software. Las empresas extranjeras, si bien excluidas de las áreas

reservadas, pudieron participar de un mercado en rápida expansión, incrementando su facturación (en dólares) a pesar de la tendencia declinante en los precios del hardware²⁹.

La política industrial de México en el área informática ha diferido de manera sustancial de la brasileña. Si bien en sus orígenes (1981) compartió los objetivos de desarrollo tecnológico e integración nacional de esta última, a partir sobre todo de 1984, en el marco de una liberalización general de la economía, se modificó sustancialmente su enfoque. La política mexicana apuntó a obtener equipos ensamblados localmente a precios comparables a los de los Estados Unidos y a generar exportaciones significativas. De hecho, las exportaciones de equipos informáticos aumentaron cerca de ocho veces entre 1985 y 1992. En este último año las exportaciones habrían superado por primera vez las importaciones de equipos de computación (Whiting, 1993, p. 4).

En el caso de Argentina, la política diseñada por la Comisión Nacional de Informática propuso un camino intermedio basado fundamentalmente en el mercado interno (pero sin un cierre de fronteras al estilo brasileño) con la previsión de exportaciones para el mediano plazo. En el marco de una política concebida principalmente para poner en marcha un proceso de "aprendizaje tecnológico", el programa de fomento (decreto 652/86) contempló medidas destinadas a incrementar gradualmente el valor agregado nacional y el componente tecnológico. Si bien algunos planes de fabricación fueron puestos en marcha, ellos fueron revisados o interrumpidos hacia fines de los 1980s como resultado de cambios en la política macroeconómica y la gran inestabilidad de la economía.

i) Producción y comercialización de software³⁰

Es difícil evaluar la dimensión de los mercados nacionales de software en América Latina, debido a la carencia de estadísticas confiables y comparables. En todo caso, ellos son relativamente reducidos y, en la mayoría de los casos, están aún fuertemente comprimidos por el impacto de la copia no autorizada de programas ("piratería"). Así, el mercado de la Argentina era estimado por la cámara empresaria del sector para 1992 en el orden de los U\$S 190 millones. Según la Asociación Brasileña de Empresas de Software, el mercado de software del Brasil habría alcanzado en 1992 los U\$S 140 millones, una fracción pequeña del mercado total si el software "pirateado" fuera incluido. El mercado mexicano,

29 Para una evaluación de la política brasileña de informática, ver Schmitz y Cassiolato, 1992.

30 Esta subsección se basa parcialmente en Correa, 1993.

por su parte, se ubicaría en torno de los U\$S 220 millones para 1992 (estimaciones de la Asociación Nacional de Industriales de Programas de Computación, ANIPCO).

En conjunto y admitiendo una cierta subvaluación en las cifras antes expuestas³¹, el mercado regional de software puede ubicarse en torno de los mil/mil doscientos millones de dólares, o alrededor del 1% del mercado mundial.

Los estudios nacionales realizados en varios países ilustran, por otra parte, sobre la composición de la oferta de software. Se observa un claro predominio de la oferta importada en software standard aplicativo y de sistemas. La industria local está compuesta por más de un millar y medio de empresas, en su mayoría pequeñas y medianas de reciente creación, mas con una concentración importante en torno de pocas empresas en cada mercado nacional. En algunos países, la industria local ha comenzado a consolidarse y busca abrirse camino en la exportación.

En el caso de Chile, por ejemplo, el software importado representa en el orden de un 30% del total, con un crecimiento explosivo (235%) en el segmento del software de aplicación en 1988. Las exportaciones de software han crecido significativamente pasando de algo menos de 50 mil dólares en 1983 a U\$S 14 millones en 1993. Los productos exportados incluyen aplicaciones para construcción, estadísticas, administración, automatización de procesos, medicina, bancos y herramientas de productividad. Varias empresas chilenas han establecido subsidiarias en otros países latinoamericanos.

En Venezuela el software importado representó en 1989 el 68% del total, y la totalidad del software de base y utilitario. El software nacional predomina en la categoría de software aplicativo, la que origina casi un 40% de las ventas totales (datos para 1989). El software de base, con un 34% del total, como el software utilitario, con un 26%, tiene origen extranjero. El 82% del software desarrollado en Venezuela corresponde a aplicaciones hechas a la medida. El resto, aproximadamente 16%, pertenece a paquetes administrativos y 2% a paquetes técnicos principalmente en las áreas de ingeniería y educación. En Venezuela, la estructura de la demandada de software se halla muy balanceada entre el sector público (49%) y el privado (51%). Existen algunas experiencias exitosas de exportación de software, principalmente al mercado estadounidense.

31 Fuentes de información alternativas para la Argentina, por ejemplo, indican un mercado casi dos veces mayor al señalado, al igual que para el caso del Brasil (ver Programa PNUD/ONUDI de Cooperación en Informática y Microelectrónica, 1991).

Desde otros países latinoamericanos se han realizado también exportaciones de software -tal es el caso de la Argentina, Costa Rica³², México³³ y Uruguay³⁴-, aunque difíciles de cuantificar. Estos casos son indicativos del potencial del sector, aún cuando ellos no constituyen una corriente de significación por su envergadura económica.

Las políticas informáticas aplicadas en la región han prestado una atención marginal al software, no obstante la generalizada convicción sobre su potencial (Correa, 1993).

En el marco de una política más abierta y un mayor énfasis en la producción de software respecto del hardware, Brasil lanzó en 1992 un programa para estimular el desarrollo de la industria de software, con un presupuesto de U\$S 38 millones (parcialmente financiado por el PNUD). El propósito del programa es fortalecer la competitividad de la industria de software brasileña y alcanzar del uno al dos por ciento del mercado mundial de software para el año 2000. El gobierno también está brindando apoyo a las incubadoras de empresas de software, tales como SOFTEX, establecida por la Universidad Federal de Rio Grande do Sul³⁵.

32 Firmas costarricenses exportaron software por valor de 0,5 millones de dólares entre 1986 y 1989 (información suministrada por la Secretaría Ejecutiva de la Comisión de Política Informática). El potencial para la exportación de software de los países centromericanos es destacado, por ejemplo, en el documento de estrategia del Centro de Comercio Internacional Unctad/GATT, "Cooperación técnica en la promoción del comercio en la década de los años 90 en Centro América", Ginebra, 1991.

33 En México, si bien la balanza comercial de software es deficitaria, las exportaciones crecieron entre 1984 y 1987 de 3,5 a 12,4 millones de dólares (en tanto las importaciones lo hicieron de 13,7 a 28,2 millones de la misma moneda). Proyecciones oficiales indican que las exportaciones de software de México podrían alcanzar los 300 millones de dólares hacia 1992 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática 1989 "Informe Nacional de México a la XI CALAI", Quito, noviembre). Al menos dos proyectos de desarrollo de software iniciados en México condujeron al establecimiento de empresas de los Estados Unidos. La más exitosa (Action Technologies) creó un producto luego adoptado por Novell como standard.

34 Una firma uruguaya, por ejemplo, ha vendido más de setenta mil copias de un video juego en Europa.

35 El Programa Regional de Informática de la UNDP/UNIDO (RLA/92/014) también está apoyando el desarrollo de capacidades empresariales para la industria del software de la región.

En Argentina, el mercado del software está desregulado, y no se imponen restricciones sobre las importaciones o las ventas. Los grandes productores de software han establecido agentes distribuidores y vínculos comerciales con compañías locales. El software está protegido bajo la ley de derechos de autor de acuerdo con la jurisprudencia, pero muchos aspectos de la protección quedan aún sin clarificar.

Finalmente, Chile ha aplicado consistentemente un enfoque de libre mercado con respecto al hardware y software desde la última década, dando énfasis a la difusión de computadoras más que a la producción local de las mismas. En el área del software, como se discute más adelante, las firmas locales han hecho significativos progresos en lo doméstico y en el mercado mundial. Varias instituciones (tales como PROCHILE) han apoyado selectivamente actividades tendientes a la exploración y desarrollo de mercados exportadores.

En la mayoría de los países de la región se han introducido reformas legislativas (ej. Brasil, Venezuela) o aprobado decretos (ej. Argentina, Colombia, Uruguay) tendientes a brindar protección legal al software en el marco del derecho de autor.

iii) Políticas de difusión

En América Latina y el Caribe no se identifican -salvo algunas excepciones- políticas deliberadamente orientadas a promover la difusión de las TI³⁶.

Los programas DINFOPYME y AUTOMAT de la Argentina apuntaron, en la década del ochenta, a mejorar el conocimiento de las tecnologías de gestión informática y de automatización, respectivamente, en las pequeñas y medianas empresas. En Venezuela, se puso en práctica en el mismo periodo un programa de capacitación de consultores para que asistan en la informatización de empresas medianas y pequeñas. El gobierno -a través de FIM Productividad- estableció facilidades para financiar los estudios de consultoría necesarios a tal fin³⁷.

En algunos países de la región la principal política de difusión de la informática se basó en mantener bajos aranceles para la importación bajo la hipótesis de que ese esquema llevaría naturalmente a una tasa adecuada de introducción de equipos y software. En Chile, tal difusión se

36 A los fines del presente estudio, se efectuó una encuesta por vía epistolar a las autoridades de informática de la región.

37 También se previeron experiencias piloto de este tipo en el marco del Programa Regional de Cooperación en Informática y Microelectrónica (RLA/86/003).

dio con cierta intensidad paralelamente a un desarrollo significativo de la producción local de software, como se ha indicado más arriba. La que generó un interesante volumen de exportaciones, que en 1992 alcanzaba los 12 millones de dólares anuales. En Costa Rica la apertura a las importaciones de equipos se complementó con otras políticas de difusión en el ámbito educativo³⁸.

Una crítica frecuente a las políticas de promoción de industrias locales de hardware ha sido su impacto negativo sobre la difusión tecnológica, principalmente como consecuencia de los mayores precios y el retraso tecnológico de los equipos de producción local vis-à-vis los obtenibles vía importación. Evans y Bastos Tigre (1989) han sostenido que, no obstante los más altos precios derivados de la reserva de mercado, la existencia de una vasta producción local estimuló en el Brasil la demanda y promovió antes que retardó la difusión de la informática en ese país. La validez de esta hipótesis puede sustentarse en la importancia de la relación proveedor-usuario en la introducción de nuevas tecnologías de información y, en particular, del conocimiento de las condiciones y requerimientos locales.

La relación proveedor-usuario es particularmente decisiva en el caso de la automatización flexible. La existencia de producción local permite el establecimiento de una relación que puede ser determinante de la adopción o no de esa tecnología. La industria local puede, no obstante sus mayores precios, tener "un efecto positivo sobre la difusión, pues las firmas locales parecen más inclinadas que las extranjeras a enseñar a sus clientes locales la técnica, y a proveer buenos servicios de reparación y mantenimiento" (Edquist y Jacobson, 1988, p. 188)³⁹.

6. Las TI en las PYMEs: evidencia empírica

a) Evidencia en países industrializados

Según se observó, el tamaño de las firmas ha sido identificado en los países industrializados y en América Latina como uno de los factores que influyen sobre el tipo y extensión de la difusión de las TI. Algunos estudios, si bien

38 El Programa -probablemente el más ambicioso de la región- se propuso instalar 4.200 microcomputadoras en 210 laboratorios de escuelas públicas de todo el país.

39 Estos autores señalan, para el caso de Sud Corea, que la falta de capacidades de ingeniería y la negativa de la firma proveedora del Japón a enviar sus escasos ingenieros de aplicaciones a Sud Corea, fueron en un cierto momento los principales obstáculos para la incorporación de tecnologías de automatización flexible en ese país (p.185/186).

escasos, arrojan luz sobre la dinámica de incorporación de las TI en PYMEs y, en menor medida, sobre su impacto en la operación de aquéllas.

Schroeder et al (1989) estudiaron la relación entre la introducción de tecnologías avanzadas de manufactura y la capacidad competitiva en veinte PYMEs en Massachusetts que operan en maquinado, inyección en plástico e instrumentos para corte de metales. Sus principales conclusiones fueron las siguientes:

-La adopción de las nuevas técnicas en muchos casos no mejora (sin que empeora) la performance financiera y no brinda los beneficios esperados debido a falta de control de costos, y de gerencia y entrenamiento de personal adecuados.

-Si bien dichas técnicas mejoran la precisión, no necesariamente conducen a una mayor calidad. Con frecuencia, una buena parte de las mejoras en la calidad se derivan de otros cambios necesarios para hacer operativa la nueva tecnología.

-La incorporación de nueva tecnología tendió a agravar los problemas de control de costos y laborales, mas mejoró sustancialmente la productividad del trabajo.

-La instrumentación de las nuevas técnicas por primera vez requirió cambios no planificados, tomó más tiempo del esperado e involucró esfuerzos especiales para la aceptación por los empleados así como para su entrenamiento⁴⁰

-La incorporación de las TI en muchos casos respondió a la presión de los clientes que estipulaban el tipo de máquinas que las empresas debían tener para calificarlas como proveedoras.

-Dicha incorporación implicaba -en la percepción de los gerentes entrevistados- en el mejor de los casos ventajas temporales en cuanto a costos, calidad y tiempos de entrega, cuyos beneficios eran transferidos en realidad a los clientes en la medida que otros competidores adoptaban tecnologías similares.

-Las empresas con productos diferenciados de diseño propio ("proprietary") tendían a usar menos sistemas avanzados de manufactura, probablemente debido a que la manufactura representa en tales empresas una menor proporción del valor agregado vis-a-vis diseño, marketing y distribución.

40 El impacto de la introducción de TI sobre las calificaciones ha sido extensamente estudiado. Para el caso de América Latina, ver Casalet (1986) y Neffa (1987).

Algunos autores han señalado, empero, que las limitaciones de las PYMEs en la incorporación de TI son eventualmente contrapesadas por ciertas ventajas vis-a-vis las grandes firmas. Ellas son más selectivas y efectúan una inversión incremental, y "a menudo los gerentes pueden ver más claramente los beneficios y problemas de sus decisiones de automatización y ser más efectivos en su instrumentación" (Meredith, 1987, p. 256). Mazzonis ha estudiado la experiencia en el uso de TI en la pequeña industria de la seda en Como (Italia) -en el marco de un interesante programa de apoyo gubernamental-, cuyas conclusiones pueden ser relevantes para los países en desarrollo. En particular, señala la importancia del "retrofitting" de maquinaria vieja, la que evita inversiones y un salto mayor a un nuevo sistema y permite operar con una mezcla tecnológicamente más eficiente de nuevas y viejas tecnologías. Observa la autora que "esta práctica no sólo ha ayudado a la diseminación de innovaciones, sino que también ha favorecido el desarrollo de nuevos sistemas a la medida de las necesidades locales" (Mazzonis, 1988, p. 81).

El estudio más comprensivo disponible sobre difusión de las TI en pequeñas y medianas empresas en los países industrializados es el realizado por el Committee for Information, Computer and Communications Policy de la OECD en 1992 (OECD, 1992). Algunos de los principales conclusiones de este estudio son las siguientes:

-Las PYMEs exhiben una performance en la productividad considerablemente inferior a la de las empresas mayores. Esta desventaja no es compensada por los menores salarios pagados por las primeras.

-Las PYMEs están claramente rezagadas, en relación con las empresas de mayor tamaño en la adopción de TI.

-Las principales barreras potenciales a la difusión de TI en las PYMEs son a) la falta de recursos financieros y una falla de mercado ("market failure") en el mercado de capitales; b) la ausencia de conocimiento respecto de los desarrollos y el potencial económico de las TI; c) disponibilidad limitada de personal calificado y escasos recursos para entrenamiento "in-house"; d) falta de competencia gerencial y dificultades para contratar servicios externos de consultoría y asistencia técnica.

-Uno de los principales problemas de las PYMEs en la incorporación de TI son "problemas en la adaptación organizacional a las nuevas tecnologías" (OECD, 1992, p. 15). Como se ha observado antes, estos problemas y los tiempos de aprendizaje en el uso de las nuevas tecnologías, son una constante en la literatura sobre el tema.

-Contrariamente a lo que se sostiene con frecuencia, la incorporación de TI en general implica sacrificar la flexibilidad que caracteriza a las PYMEs para fabricar una amplia gama de productos o componentes. En lugar de ello, se observa en la mayoría de las empresas un incremento de rigidez y una racionalización del trabajo según un típico modelo taylorista, con la introducción de más niveles jerárquicos y una división más acentuada del trabajo, particularmente entre las tareas de planificación y de producción.

-En general, la incorporación de TI en las PYMEs se efectúa sin una planificación estratégica, de modo reactivo antes que "proactivo" con un enfoque "tecno-céntrico" que deja una gran parte del potencial de las TI inexplorado.

-La incorporación de sistemas de información requiere una participación directa en el diseño y operación que la de sistemas de automatización de la producción. Aquellos sistemas son utilizados mejor cuando su introducción está asociada con cambios organizativos o gerenciales iniciados por las propias PYMEs.

Otros estudios han considerado de manera más específica diversos aspectos del impacto de la introducción de TI. Tras un período de aprendizaje -que se dilató más de lo esperado⁴¹- las empresas parecen haber comenzado a extraer los beneficios de la TI, superando el problema de la "paradoja de la productividad" planteado en la década pasada. Tales beneficios incluyen la reducción de costos, mejora en la calidad y tiempos de entrega, y pueden lograrse aún con salarios bajos (Mody y Dahlman, 1992, p. 1710). Brynjolffson y Hitt (1993) han demostrado, por otra parte, sobre la base del estudio de la introducción de TI en 367 grandes empresas estadounidenses, que el retorno sobre las inversiones en equipo computacional alcanzó entre 1987 y 1991 un promedio de 58% para la industria manufacturera y 81% para ésta y los servicios considerados conjuntamente. Esta conclusión representa una drástica revisión de los resultados obtenidos en estudios previos, que denotaban una relación estadísticamente negativa entre productividad e intensidad de capital "high-tech" (p. 2).

En lo que respecta al impacto sobre la competitividad, empero, un estudio de la Unctad sobre la industria de servicios de la construcción indica un impacto insignificante de la adopción de TI sobre aquella. Más bien, la adquisición de capacidades en IT aparece como una condición sine qua non

41 David ha argumentado convincentemente, empero, que es normal que los beneficios de una tecnología se realicen lentamente cuando una tecnología con una amplia gama de usuarios y proveedores está en una etapa temprana de difusión. Ver al respecto Mody y Dahlman, 1992, p. 1708.

para hacer negocios (Unctad, 1993, p. 91). A similar conclusión arriban Cane (1992) y Mody y Dahlman (1992, p. 1708). La incorporación de TI emerge como un requisito básico para competir ("to be fit for competition"), antes que como la fuente de una ventaja competitiva sostenible en el tiempo. En términos de Cane

"There is much discussion about the use of IT for competitive advantage. The evidence, however, shows that although IT may give a company or a country some brief advantage, it is rarely sustainable. In business, as in sport, winning is less important than continuing to compete and IT used properly can be a valuable aid to competitive fitness"(ob. cit. p. 1721) "

Por último, un estudio de Brynjolfsson et al (1993) comprueba que la introducción de IT está significativamente asociada con subsecuentes reducciones en el tamaño medio de las firmas, particularmente dos o tres años después de producida aquélla. Ello se debería, principalmente, a que las TI permiten reducir tanto costos de coordinación internos como externos:

"In almost all industries, however, IT should be able to reduce the costs of the information intensive activities involved in coordination. In general, if IT reduces both internal and external coordination costs more than it reduces production costs, then it will decrease the importance of the dimension on which buying has a disadvantage. Thus, it should increase the number of situations in which buying is more attractive than making" (Brynjolfsson et al, 1993, p. 8).

b)Experiencias en América Latina y el Caribe

En el marco de proyectos instrumentados por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo⁴², se diagnosticó, en la Argentina y en el Ecuador, el grado y modalidades de uso de TI en PYMEs industriales de esos países con el fin de definir acciones tendientes a promover la incorporación de aquéllas.

Los proyectos referidos se han fundado en la premisa de que la TI puede constituirse en una poderosa herramienta para la modernización industrial y, en particular para aumentar las capacidades competitivas de pequeñas y medianas industrias. En las empresas pequeñas y medianas, dependiendo

⁴² Proyectos ejecutados en el marco del Programa Regional PNUD/ONUDI sobre Informática y Microelectrónica (RLA/86/003 y RLA/92/014).

de su actividad y envergadura, la informática de gestión puede hacer aportes considerables a bajo costo. La introducción de microcomputadoras para operar sistemas de control de procesos automatizados, MHCNC, pueden ayudar en ciertas circunstancias, dependiendo de escalas, productos, etc. a mejorar sustancialmente la productividad. Una serie de obstáculos sin embargo, deberían ser superados para acelerar⁴³ el proceso de adopción. Un punto fundamental es que los incrementos esperados de productividad no se producirán si no se tienen en cuenta los parámetros organizativos y de aprendizaje que condicionan el aprovechamiento de la tecnología. De poco sirve el gasto en equipos si la estructura organizativa de la empresa es inadecuada, si no se define apropiadamente el sistema y equipos a ser utilizados, y si no se capacita a la gerencia y al personal operativo en el uso eficiente de aquéllas.

En las subsecciones siguientes se describen las principales conclusiones de los proyectos, los que en ambos casos estudiaron PYMES de la industria metalmeccánica.

i) Argentina:⁴⁴

Resultados generales

Las cincuenta empresas seleccionadas y encuestadas en la Capital Federal y un sector del Gran Buenos Aires eran relativamente pequeñas; la mayoría de ellas contaba con menos de 50 personas ocupadas. El proceso de trabajo predominante se orientaba a generar series cortas de productos homogéneos, dando mucha importancia a la producción por pedido, de naturaleza necesariamente cambiante. Con frecuencia una misma empresa actuaba como subcontratista de otras empresas y al mismo tiempo recurría a la subcontratación.

Quienes fueron entrevistados y respondieron la encuesta eran, en su mayoría, propietarios o gerentes de las PYMES. Con frecuencia, los mismos tenían clara conciencia de que el proceso de introducción de las nuevas tecnologías informatizadas podría reportar muchos beneficios a sus empresas. Sin embargo, en las empresas no se disponía de toda la información existente acerca de las potencialidades de equipos y sistemas informáticos. Esto último era aún más notable cuando los servicios se subcontrataban fuera de la empresa. En otras palabras, cuanto más intensamente se utilizaban los equipos informáticos dentro de las empresas,

43 Con la creciente masificación de las computadoras, tarde o temprano aún pequeñas empresas terminarán por adoptar alguna forma de informatización. De ser así, el problema de la difusión comprometería más la velocidad y la calidad del cambio que su dirección.

44 Texto basado en Burghi et al, 1992.

mayor información y conciencia existía acerca de sus potencialidades en cuanto a las aplicaciones productivas y de gestión.

El estudio permitió poner en evidencia que el proceso de introducción de las nuevas tecnologías informatizadas y organizacionales ha avanzado en la Argentina, aunque con retraso respecto de los países más industrializados. Sólo 4 PYMEs, o sea el 8% del total, respondieron a la encuesta manifestando que "no utilizaban ninguna de las innovaciones mencionadas en el formulario".

En cuanto a los medios de producción y equipos, la mayoría de las empresas se enfrentaba, con dos tipos de problemas: por una parte, con la obsolescencia tecnológica o con un marcado desgaste mecánico y, por otra parte, con una capacidad productiva ociosa, debido a la recesión o al sobreequipamiento por defectos de previsión o por expectativas que no fueron confirmadas. Esta situación permite postular que, en el caso de generarse y/o consolidarse un proceso sostenido de crecimiento económico, aquellas deficiencias podrían llegar a estimular la compra de medios de producción informatizados o la incorporación de las TI en equipos convencionales.

El número y la calidad de los profesionales informáticos que trabajaban como personal permanente dentro de las empresas equipadas con PC y que tenían la capacitación requerida, era aún muy reducido. Ello se debía en parte a los altos salarios que tenían vigencia en el mercado para los profesionales de la informática y en parte al hábito de subcontratarlos durante el tiempo de su efectiva utilización.

Una vez identificados los problemas a resolver tanto en el área de la producción como en las áreas de tipo administrativo, la sola introducción de la informática bajo cualquiera de sus modalidades no era suficiente para resolverlos de manera definitiva. Los cambios organizacionales eran una condición a reunir previamente, o que debían acompañar el proceso de informatización o automatización, si se deseaba obtener mayores beneficios de su instrumentación.

La mayoría de las empresas encuestadas producían para el mercado interno, pero algunas exportaban con muy buenos resultados. Estas últimas se cuentan necesariamente entre las más eficaces puesto que deben enfrentar una severa competencia internacional, lo cual las incita a incorporar TI. Problemas de tipo administrativo para actuar en aduanas, efectuar trámites bancarios, contratar medios de transporte, proceder al acondicionamiento y embalaje, asegurar el cumplimiento de normas internacionales de calidad, son por el momento junto con las dificultades para obtener créditos "blandos", los obstáculos más fuertes al desarrollo de sus

potencial exportador. Pero en esta materia poco pueden hacer las TI para resolverlos aún cuando están en condiciones de constituir un sólido apoyo para incorporar las innovaciones en cuanto a la gestión.

En la mayoría de las empresas se había comenzado a instrumentar desde hace cierto tiempo programas de racionalización de la producción y de las tareas administrativas y se preveía intensificar y modernizar ese proceso. No se pudo constatar si dichos programas se habían formulado previamente a la informatización con el objeto de mejor aprovechar las posteriores innovaciones tecnológicas.

En casi el 60% de las PYMEs encuestadas existían computadoras personales (PCs), y era mayor el porcentaje si se agregaban aquellas que subcontractaban servicios informatizados fuera de las empresas. En cuanto a la intensidad de la utilización de los equipos informatizados, más del 80% hacían uso moderado o intenso de las mismas.

En el momento de realizar la encuesta, las PYMEs en las cuales se produjo la introducción de las innovaciones tecnológicas habían comenzado decididamente dicho proceso por la informatización de tareas administrativas y de oficina. Pero las previsiones para los próximos tres años daban la preferencia a la automatización de tareas directamente productivas, especialmente máquinas herramientas de control numérico y, en menor medida, a los sistemas CAD/CAM (concepción asistida por computadoras, manufactura asistida por computadoras).

Los problemas más graves y urgentes que fueron identificados de manera generalizada dentro de las empresas encuestadas y a los cuales se pensaba hacer frente con apoyo de la informática eran los siguientes:

- planificación y control de la producción,
- control de stocks y de inventarios de insumos, piezas de repuesto y productos terminados,
- programación del mantenimiento preventivo de los equipos,
- control automatizado de calidad
- aseguramiento del cumplimiento de las normas internacionales en materia de calidad, especialmente para las que deseaban exportar.

Los responsables de las PYMEs entrevistadas tenían la convicción de que los equipos informatizados necesarios para su empresa estaban disponibles en el mercado o podrían importarse rápidamente y a bajos costos, mientras que con respecto a la contratación permanente de los profesionales

competentes y con experiencia previa, consideraban que se tropezaba con la dificultad de que, si bien los mismos no escaseaban, eran relativamente caros.

Aplicación del modelo SCOT

El modelo de "Social carriers of techniques" (SCOT), antes referido, se basa en diversas condiciones que deben reunirse para la incorporación de una nueva tecnología. Ellas incluyen el interés de una entidad en hacerlo. La entidad debe además contar con una organización adecuada (la que generalmente necesita ser modificada para receptor las TI), con el poder para incorporar la nueva tecnología (p. ej frente a los sindicatos) y con la información relevante. Por otra parte, la entidad interesada debe tener acceso a la tecnología (condicionada por disponibilidad de capital, restricciones de políticas públicas, etc) y disponer o adquirir el conocimiento para operar y mantener los sistemas y equipos incorporados.

Aplicado a una muestra de 41 PYMEs del sector metalmeccánico⁴⁵, los resultados de la encuesta indicaron lo siguiente (van der Poel, 1992):

-Un marcado interés por la TI, particularmente máquinas herramientas de control numérico computarizado (MHCNC) y CAD. Una razón mayor para su introducción se vincula con la mejora de la competitividad tanto en el mercado doméstico como para abrir mercados de exportación, mediante reducción de costos y mejora de la calidad (así como del diseño, en caso del CAD).

-La importancia en las pequeñas empresas del dueño/director/gerente, cuya actitud hacia la introducción de las nuevas tecnologías es decisiva.

-Las empresas que incorporaron MHCNC no informaron problemas organizacionales.

-Tampoco se presentaron problemas de poder.

-La disponibilidad de información fue identificada como un problema mayor.

45 78% de las empresas utilizaban una o más PCs; sólo 5% usaba MHCNCs (22% planeaban introducirlas) y 7% CAD (15% con planes de introducción). La investigación referida en el texto fue realizada en coordinación con la comentada en el punto anterior, en el marco del Programa Regional PNUD/ONUDI aludido.

-El acceso a tecnologías no fue percibido como problemático, si bien la ausencia de financiamiento puede limitarlo. Más de la mitad de las empresas encuestadas planeaba financiar la incorporación de TI con recursos de capital propios.

-El conocimiento para la operación y mantenimiento de equipos/sistemas plantea problemas más complejos que con la tecnología tradicional.

ii) Ecuador⁴⁶

El proyecto comprendió estudios de casos de once empresas de diverso tamaño (la mayor con trescientos empleados).

El desarrollo informático alcanzado en las grandes industrias⁴⁷ del sector metalmeccánico del Ecuador, ha sido producto, en la mayoría de casos, de esfuerzos unitarios, a costos demasiado altos. No ha existido una cooperación ni de entidades educativas, ni gubernamentales, que hayan proporcionado asesoría durante el desarrollo del proceso informático en estas empresas. La asesoría que aquéllas han obtenido, ha provenido y proviene principalmente de empresas y universidades extranjeras.

El proceso de informatización desarrollado en algunas de estas empresas, no ha partido de la elaboración previa de un plan informático, razón por la cual presentan una estructura no muy clara y una subutilización de los equipos adquiridos, muchos de los cuales no cumplen con los requerimientos de la empresa.

La inexistencia de un plan informático previo a la instrumentación del sistema, ha implicado también que estas empresas hayan incurrido en gastos infructuosos, con valores muy altos, en la adquisición de software y hardware.

Aunque de una manera informal, estas empresas han integrado las diferentes áreas de gestión, producción y fabricación; no presentan un sistema integrado de información que les permita tener un mejor control y conocimiento sobre el funcionamiento de sus empresas. Ellas presentan un bajo desarrollo en el área de automatización de equipo industrial. Las microempresas, en contraste con las grandes empresas, presentan un desarrollo informático muy bajo. A lo mucho cuentan con no más de dos computadoras personales, con poco software de aplicación general para la administración de la empresa. No tienen automatizado el equipo industrial que

46 Esta sección se basa en las conclusiones de Carrillo, 1991.

47 Se entiende aquí por "grandes" empresas, aquéllas en el rango de los 160-300 empleados.

utilizan en los procesos de fabricación. Su actividad productiva anual no justifica que se realice una inversión para informatizar y automatizar la empresa, pues no alcanzaría a cubrir los costos respectivos.

De acuerdo con el estudio reseñado, una de las principales dificultades para la introducción de las TI en la industria es la falta de conocimientos y la reducida dimensión del mercado para la introducción de innovaciones de producto o de proceso basadas en TI.

7. Temas de investigación

Como queda dicho más arriba, la teoría sobre la difusión tecnológica no constituye aún un corpus orgánico. No obstante, se ha avanzado considerablemente en la comprensión del fenómeno, particularmente desde la perspectiva de la teoría de la innovación. Las lagunas observadas en el campo teórico se reflejan también en el empírico. Por ejemplo, hay diversos estudios sobre los determinantes de la adopción de una innovación, mas son pocos los que examinan el impacto de aquella sobre la rentabilidad y competitividad de la empresa. Tampoco abundan los que exploran los efectos de la difusión sobre la estructura del mercado (Silverberg, 1990, p. 178).

En qué medida las conclusiones de los estudios sobre innovación industrial realizados en los países industrializados son relevantes y aplicables en los países en desarrollo? C. Cooper ha examinado esta cuestión, y le ha dado una respuesta positiva, si bien reconociendo la necesidad de dar especial énfasis a los procesos de aprendizaje y de imitación (Cooper, 1993, p. 33). Al mismo tiempo, observa Cooper la escasa evidencia empírica disponible sobre la conducta innovativa en firmas de países en desarrollo (idem, p. 32). Tal carencia es especialmente acentuada cuando se trata de estudios micro sobre la innovación en pequeñas y medianas empresas (Bhalla, 1991, p. 7).

La problemática de la difusión de TI en PYMEs en América Latina y el Caribe enfrenta, por un lado, la insuficiencia observada de los estudios sobre difusión/innovación, más tres dificultades adicionales. Por un lado, el limitado conocimiento sobre los procesos de aprendizaje y adopción de tecnologías en PYMEs en la región. Por el otro, la falta de estadísticas confiables y comparables sobre la difusión de TI y sobre los procesos de incorporación a nivel de firma. Por último, la gran disparidad de la infraestructura, disponibilidad de personal, acumulación de conocimientos,

políticas públicas y otros factores relevantes en distintos países de la región. lo que limita cualquier intento de generalización⁴⁸.

Los estudios reseñados en la sección anterior, punto b), evidencian varias de las limitaciones apuntadas. Por un lado, las conclusiones alcanzadas respecto de las muestras consideradas no pueden ser generalizadas al conjunto del sector metalmeccánico ni traspoladas a otros sectores industriales. Por el otro, esos estudios contribuyen a nuestro conocimiento sobre el grado de difusión y las razones de adopción de las TI, pero poco nos dicen respecto de su impacto sobre la productividad y competitividad de las empresas, o sobre otros aspectos del desempeño de aquéllas. Dichos estudios, sin embargo, señalan con claridad diferencias en la incorporación de TI según el nivel de desarrollo de los países, la importancia del acceso a conocimiento, y la ausencia de políticas públicas de crédito y de asistencia técnica para facilitar y orientar tal incorporación.

Una mejor comprensión de las motivaciones, características e implicaciones de la adopción de TI por las PYMEs en América Latina y el Caribe, requiere de un programa integrado de investigaciones al menos en tres áreas principales.

a) Adopción de TI en las PYMEs

Es necesario conocer más acerca del proceso de producción e innovación en las PYMEs de diversos sectores industriales en la región y el papel -actual y potencial- que en tal proceso desempeñan las TI. Conforme con lo que se señaló antes, lo más probable es que se encuentren situaciones muy dispares en cuanto al uso de TI, determinadas tanto por el tipo de tecnologías en uso como por la incidencia de múltiples factores que influyen en la tasa de adopción.

Algunas posibles hipótesis sobre los factores que pueden influir sobre el ritmo de adopción de TI por parte de las PYMEs industriales de la región, incluyen las siguientes:

En primer lugar, dada la incidencia del marco macroeconómico en el que la empresa se desenvuelve sobre la adopción de nuevas tecnologías (OECD, 1989, p.43), es posible suponer que las bajas tasas de crecimiento y de inversión,

48 Bhalla observa, en este sentido, que en tanto las PYMEs presentan cierta homogeneidad en los países industrializados, en los países en desarrollo coexisten muy pequeñas empresas artesanales en la economía informal con PYMEs en sectores formales, con muy diversa organización y capacidades tecnológicas (Bhalla, 1991, p. 1).

las magras expectativas de rentabilidad de la industria, la limitada (o inexistente) disponibilidad de crédito, entre otros factores, han contribuido de manera decisiva a retardar la difusión informática en la región durante la década del ochenta⁴⁹. Si bien la situación macroeconómica comienza a mejorar, las PYMEs están en muchos países de la región entre las empresas más afectadas por el proceso de apertura y ajuste estructural. Este último, sin embargo, probablemente forzará a las empresas a mejorar sus procesos y productos y, eventualmente a incorporar TI, siempre que la empresa como tal tenga viabilidad económica.

Segundo, en el contexto descrito se ha verificado también una fuerte caída de los salarios reales, en tanto el costo del capital ha sido alto y el crédito escaso. En estas condiciones, se puede suponer que no ha funcionado el incentivo típico a la informatización/automatización que opera en los países industrializados, vía sustitución de mano de obra por capital.

Tercero, en muchos países de la región la caída en el costo del equipamiento (excluyendo equipo tipo PC) ha sido menos veloz que en los países industrializados, por efecto de recargos aduaneros, altos márgenes de comercialización de importadores o mayores costos de instalación. Los costos de instalación y mantenimiento y, en su caso, de reorganización de la empresa para explotar los nuevos recursos, pueden superar significativamente los meros costos de "adquisición" del hardware y software respectivos.

Cuarto, factores tales como la falta de conocimiento de la tecnología, organización inadecuada, falta de capacidades gerenciales, carencia de personal calificado y malas relaciones de trabajo en la empresa (tensadas por conflictos salariales) han jugado probablemente también un papel inhibitorio importante. A ello se adicionan con no poca frecuencia, las malas experiencias de informatización de algunas empresas, debido a fallas en la concepción de los sistemas (especialmente por sobredimensionamiento vis-à-vis las necesidades reales de los usuarios) o por deficiencias y costos de los servicios post-venta y de mantenimiento.

49 La variación acumulada de la tasa de crecimiento de PBI de la región fue sólo 11,7% entre 1981 y 1989.

Quinto, en lo que se refiere específicamente a equipos automatizados de producción, el precio de los equipos⁵⁰ en relación con el costo de la mano de obra, explican una buena parte de la reducida tasa de adopción de aquéllos. La posibilidad de producir en lotes pequeños no significa necesariamente que la automatización flexible sea -en términos económicos- accesible a pequeñas y medianas unidades productivas, pues su costo sólo puede ser amortizado si el volumen agregado de producción es de cierta envergadura. Puede presumirse que las consideraciones preponderantes para la adopción de equipos de automatización flexible en América Latina han estado, hasta ahora, más ligadas a aspectos de calidad y tecnología que a los precios relativos de la mano de obra y de los equipos.

Las implantaciones más probables son aquéllas que no implican cambios radicales de planta, sino ajustes parciales que combinan viejas y nuevas tecnologías, incluyendo "retrofitting" de equipos en uso. En general, las empresas de mayor tamaño estarán mejor posicionadas para aprovechar las TI que las de pequeña dimensión

Las investigaciones en esta área deberían tener en cuenta que las capacidades tecnológicas de las PYMEs están en general confinadas a capacidades de producción, antes que de innovación en nuevos procesos y productos⁵¹. Los estudios deberían proceder sobre la base de encuestas en sectores seleccionados, y aplicar modelos interpretativos que integren los factores económicos, organizacionales y sociales, como el modelo SCOT. Tal integración parece esencial para comprender el fenómeno de difusión en diversos sectores y los mecanismos de adopción a nivel de firma. Los estudios referidos podrían ser complementados con estudios de casos, incluyendo empresas que han incorporado TI y otras, de características similares, que no la han hecho.

b) Impacto sobre la capacidad competitiva

El impacto sobre la competitividad de la adopción de diversos tipos de TI, es uno de los temas menos explorados en la literatura. Estos estudios permitirían medir las ventajas que las empresas eventualmente obtienen con tal adopción, incluyendo en términos de productividad, rentabilidad y capacidad competitiva. Estos estudios deberían, por un lado,

50 No hay estudios comparativos recientes, mas en el marco de las políticas de protección arancelaria prevalecientes en América Latina, los precios internos de los equipos han sido durante los 1980s generalmente más de 1,5 veces superiores a los internacionales. Esta relación se verifica incluso para equipos sin producción interna (como los robots) (Correa, 1987).

51 Puede ser pertinente aplicar aquí la clasificación de "capacidades tecnológicas" de Dahlman y Westphal (1985).

examinar el efecto de la introducción de distintos tipos de TI en actividades de gestión y producción y, por el otro, examinar de manera comparativa tal efecto en diversos sectores (seleccionados).

La metodología a ser empleada debe enfrentar varias dificultades. En primer lugar, aislar el impacto de las TI del de otros factores micro y macro-económicos que influyen sobre la performance empresarial. Las condiciones macroeconómicas, la capacidad de marketing, el acceso a canales de distribución, la profesionalidad de la gerencia, están entre los múltiples factores que determinan la competitividad.

Segundo, es necesario definir "capacidad competitiva" en términos que sean relevantes y operativos a los fines de la investigación⁵², e identificar los eventuales cambios en esa capacidad derivados de la incorporación de TI⁵³.

Tercero, aún la medida de los cambios en la productividad puede presentar dificultades, particularmente en la aplicación de computadoras, desde que éstas "cambian fundamentalmente la manera en que trabajamos y en la que hacemos negocios. Uno no puede comparar las cifras de productividad de los días pre-computadora con las de hoy, pues la computadora nos permite hacer cosas enteramente diferentes" (Diebold, 1990, p. 144). Las IT pueden ser utilizadas para entrar en nuevos mercados, crear nuevos productos o mejorar la prestación de servicios. Sus efectos pueden por tanto no advertirse en el corto plazo, y requieren un análisis de tipo más cualitativo⁵⁴.

En el caso de los servicios, en particular, las mejoras introducidas por las TI toman con frecuencia (p. ej. en el caso de las telecomunicaciones⁵⁵) la forma de un aumento en la calidad y tiempo de prestación, antes que en un aumento del output. Además, puede darse una divergencia entre los beneficios privados y los de la sociedad, en tanto dichas mejoras crean externalidades que favorecen a los usuarios en general (por ejemplo, reducción en el tiempo del servicio)⁵⁶.

52 El concepto sugerido aquí se aproxima a la noción, ya referida, de Cane (1992, p. 1721) de "to be fit to compete".

53 Una referencia obligada en relación con este tema son los trabajos de Porter (1990).

54 Las dificultades de medición de incrementos en la productividad derivados de la introducción de TI, particularmente con cifras agregadas, son analizados en Brynjolfsson y Hii (1993). Ver también *Business Week*, junio 14, p. 43 sobre el cálculo de productividad según las estadísticas en Estados Unidos.

55 Ver *The Economist*, marzo 19 de 1994.

56 Ver el Informe sobre la "Reunión sobre políticas de tecnologías de la información para pequeñas y medianas

Las investigaciones en esta área deberían basarse en la metodología de estudios de casos, y procurar identificar casos tanto exitosos como fracasos. Entre las hipótesis a testear figuran el escaso conocimiento previo y planificación de las firmas sobre costos/beneficios, tiempos de implantación, etc., y la importancia del impacto sobre calidad y tiempos de entrega (en el caso de MHCNC, por ejemplo). Deberá examinarse en particular el efecto sobre la productividad del trabajo y capital y, en lo posible, sobre la rentabilidad -principal motor, según la teoría recibida, de la adopción de nuevas tecnologías- así como sobre la capacidad competitiva de las firmas. No debe esperarse, empero, como lo sugieren los antecedentes indicados más arriba, una relación directa entre incorporación de IT y mayor competitividad⁵⁷.

c) Políticas de estímulo

La formulación de políticas de difusión de TI ha recibido una escasísima atención en la región. A continuación se sugieren algunos temas de investigación, a partir de las consideraciones efectuadas antes. En tanto los temas de los puntos a) y b) supra tendrán como marco principal los estudios sobre la economía del cambio tecnológico, en el caso de los temas propuestos más abajo es necesario prever un enfoque esencialmente interdisciplinario, que integre la perspectiva económica con la de científicos políticos, sociólogos, especialistas en educación y en TI.

El examen de las políticas, por otra parte, debería identificar las principales fallas de mercado que deberían ser abordadas por las políticas públicas en América Latina y el Caribe, de acuerdo con el análisis efectuado más arriba. Ese examen debe cubrir tanto las políticas indirectas ("hands-off") tales como el establecimiento o mejora de la infraestructura de telecomunicaciones e institucional, como las políticas directas ("hands-on") del tipo del suministro o subsidio de consultoría y asistencia técnica, el entrenamiento de consultores y de personal de las empresas, etc.

Asimismo, debería darse especial énfasis al análisis del papel de entidades intermedias, tal como asociaciones empresarias y de profesionales, en la instrumentación de las

empresas en América Latina y el Caribe", Montevideo, 6-8 de diciembre.

57 El estudio de la Unctad (1990) ya citado observó, en tal sentido, que los sectores de mayor intensidad de incorporación de tecnologías electrónicas en los países en desarrollo considerados, fueron los menos exitosos en los mercados internacionales (p. 36).

políticas de difusión de TI, así como en los mecanismos de monitoreo, evaluación y adaptación necesarios para acompañar el rápido cambio tecnológico⁵⁸.

i) Acceso a información

Una de las premisas teóricas más comunes de las acciones de difusión se vincula con la falta o insuficiencia de conocimiento de los usuarios potenciales sobre las tecnologías disponibles y sus posibles aplicaciones. Se supone que la difusión constituye un proceso basado en flujos de información imperfectos y un ambiente incierto. La difusión no es instantánea porque la información es limitada y la adopción de nuevas tecnologías involucra riesgos e incertidumbre.

Diversos países han instrumentado políticas tendientes a mejorar la información y la tasa de difusión de las TI. Una de las más interesantes es, tal vez, el Microprocessor Application Project (MAP) de Gran Bretaña con un presupuesto de 55 millones de libras esterlinas, y una duración de diez años. El programa se centró en la creación de un incentivo para que las empresas analizaran la introducción de aplicaciones microelectrónicas. El incentivo se concretaba en el pago de un consultor (hasta 2.500 libras esterlinas) y el subsidio del 25% del costo de desarrollo de productos que involucran tales aplicaciones. También es de interés, en el mismo país, el "Open Systems in Manufacturing Programme" y el "Application of IT in SMEs" de Finlandia.

En la República Federal de Alemania, de manera similar, desde 1975 diversos programas han sido establecidos para favorecer la difusión de la electrónica en las pequeñas y medianas empresas, principalmente mediante acciones cooperativas en IyD, para el uso común de tecnologías, o el apoyo a empresas individuales. El Technology Centre de Berlín, creado en 1973, es un ejemplo en tal sentido, así como el Kernforschungszentrum de Kelsruhe, para el área de CAD/CAM y FMS. En Italia, la Empresa Nacional de Energía Aplicada, ha propiciado centros de difusión de tecnologías CAD/CAM en el área textil.

Deberían investigarse los supuestos de la intervención gubernamental en la dirección apuntada a la luz, por un lado, de las experiencias realizadas en América Latina y en otros países y, por el otro, de la situación que se presenta en PYMEs, así como la percepción que los empresarios tienen sobre el tema.

58 Estos puntos fueron destacados en la reunión del IDRC, Montevideo, Diciembre 6-8, ya citada.

ii)Financiamiento

Como se ha visto, la difusión puede ser influida en menor o mayor medida por la disponibilidad de financiamiento para nuevas aplicaciones de TI. Tal financiamiento puede concederse tanto a la firma oferente como a la demandante. La opción entre ambos esquemas plantea complejas cuestiones de política pública (OECD, 1987, p. 59).

El incentivo concedido al usuario ha sido practicado en varios países. En el Japón, por ejemplo, la Japan Electronic Computer Company (JECC) ha financiado la venta de equipos de cómputo para favorecer la expansión de las aplicaciones informáticas y, al mismo tiempo, la demanda de equipos de producción nacional. En el Brasil, la "ley de software" de diciembre de 1987 estableció, por su parte, incentivos para los adquirentes de software nacional.

Mayor investigación es necesaria, por un lado, sobre el impacto del financiamiento en la tasa de adopción de TI y, por el otro, sobre los mecanismos de apoyo financiero o fiscal más apropiados. El análisis de los esquemas de incentivos existentes así como de los efectos de las políticas aplicadas en diversos países -aún fuera de América Latina y el Caribe- sería de utilidad en este sentido.

iii)Capacitación

La capacitación para el uso de los sistemas informáticos parece clave para aumentar la tasa de difusión de TI y para propender a un uso eficiente de los recursos empleados. Tal capacitación puede encararse, aún fuera del ámbito educativo formal, por lo menos en tres planos principales:

-Sensibilización general: su objetivo es familiarizar al ciudadano con la informática facilitándole el acceso a computadoras y aplicaciones standard de software. El acceso a microcomputadoras y software en "casas de la cultura", centros municipales, bibliotecas populares, o en clubes o centros para actividades juveniles, ha sido encarado con modalidades diferentes en diversos países desarrollados (p.ej. Francia) y en algunos de América Latina (Cuba, Uruguay, Colombia, etc.). Estas acciones pueden ser particularmente importantes para promover la descentralización, el ejercicio de derechos democráticos y otros fines de política pública.

-Formación para el uso de TI: la concreción de las ventajas atribuidas a las TI exige mucho más que la simple instalación de equipos. Requiere una preparación del usuario potencial que permita extraer las ventajas que aquéllas ofrecen. No obstante la importancia de los desarrollos tecnológicos alcanzados, durante la última década se observó en los países industrializados un magro incremento en la

productividad. Una de las causas de la llamada "paradoja de la productividad"⁵⁹ parece residir, precisamente, en los obstáculos que deben vencerse para la absorción de la nueva tecnología. No sólo el ritmo de difusión de ésta tanto en fábricas (Unctad, 1985, p. 1) como en oficinas (Herald Tribune, 11.3.1986) ha sido inferior a la esperada, sino que su rendimiento ha producido en algunos casos una decepción considerable. De acuerdo con los resultados de una investigación realizada en el MIT sobre el uso de computadoras, "en realidad..., el dólar marginal hubiera sido mejor gastado en inputs distintos a TI para la producción, tal como capital no-TI". Las entrevistas realizadas sugirieron que mucho de la pobre performance de la TI se explicaría por estructuras organizacionales inadecuadas y por deficientes técnicas de presupuestación del gasto de capital. En muchos casos, las firmas invirtieron demasiado apresuradamente y más de lo necesario, sin una evaluación de los costos y beneficios. Cuánto podría cambiar esta situación -estudiada para un período en que predominan los main-frames con el advenimiento de los PCs? No existe, según dicho estudio, razón a priori alguna para extrapolar los resultados. Pero tampoco hay "ninguna evidencia a la fecha de que los retornos de la TI han aumentado" (Loveman, 1988)".

El objetivo de estas políticas no es formar especialistas, sino entrenar en el uso de TI, incluyendo la capacidad para seleccionar y negociar su adquisición.

En el área descrita es necesaria una investigación sustancial, tanto respecto de experiencias realizadas, como de los contenidos y estrategias que deberían ser utilizadas a nivel de firma y de otras entidades de educación formal y no formal.

-Entrenamiento del usuario: Una vez que se ha optado por la adquisición de TI, se plantean problemas específicos de capacitación para el uso de los sistemas implantados. Esta forma de capacitación es brindada típicamente por el proveedor del equipo (o software), y se encuentra en general entre sus obligaciones contractuales. Con frecuencia, sin embargo, tal capacitación es insuficiente, particularmente porque los proveedores se focalizan en la operación del equipo en sí, mas no capacitan en cuanto al diseño e instrumentación de los sistemas de información respectivos, o al desarrollo de la ingeniería de aplicación necesaria para instalar equipos automatizados.

En muchos casos, como resultado de la falta de capacitación del usuario, modernos equipos soportan sistemas ineficaces y pobremente adaptados a sus necesidades reales, o

59 Ver OECD, Seminar on the contribution of Science and Technology to Economic Growth. Note by the Secretariat, 9/6/88.

como se ha visto. los usuarios padecen problemas y dilaciones para la operación eficiente de los recursos adquiridos. Ruffier (1986) ha descrito de manera elocuente esos problemas en varios estudios de casos en la Argentina. El entrenamiento del usuario debería comprender la capacitación gerencial para introducir las reformas organizativas que sean necesarias para emplear eficientemente la nueva tecnología en la empresa.

Qué tipo de capacitación brindan los proveedores; qué estrategias de entrenamiento se siguen a nivel de las empresas usuarias; cuál es el papel de la educación formal e informal en la capacitación de usuarios; cuáles son las experiencias relevantes en América Latina y el Caribe; qué programas concertados con las empresas pueden diseñarse para favorecer los cambios organizacionales necesarios para introducir TI; qué programas de re-entrenamiento del personal son convenientes, son algunos de los interrogantes a ser atendidos.

iv) Servicios de consultoría

Una de las principales componentes y factores de éxito de los programas de difusión de TI en los países industrializados, parece vincularse con el acceso a consultores adecuadamente entrenados (OECD, 1993, p. 33).

Debería estudiarse, por tanto, las características de la oferta de consultoría en esta materia en los países de la región y los mecanismos que pueden ser adoptados para su adecuado entrenamiento y para facilitar la prestación de servicios a las PYMEs en torno de la incorporación de TI y de los cambios organizativos relevantes. Como lo observa el citado informe, el énfasis debe ser más sobre el lado "soft" que sobre el lado "hard" del proceso de difusión (OECD, 1993, p. 25), es decir, debe atenderse primordialmente a las limitaciones organizativas, gerenciales y otras de las empresas para absorber y explotar adecuadamente las TI.

v) Telecomunicaciones y redes

La mejora de los servicios de telecomunicaciones, y su abaratamiento, pueden tener consecuencias importantes sobre el desempeño de las PYMEs. Esta es una de las condiciones básicas para generar capacidad competitiva (Mody y Dahlman, 1992, p. 1711).

Por otro lado, las redes basadas en telecomunicaciones e informática pueden ser de sustancial beneficio para las PYMEs. La experiencia de los países industrializados indica que las redes de proveedores en torno de grandes empresas clientes comienzan a implantarse para aprovechar las ventajas del Electronics Data Interchange (EDI). Las políticas

públicas pueden favorecer la difusión de sistemas EDI así como el acceso por parte de las PYMEs a bases de datos útiles para sus actividades productivas y comerciales.

Un ejemplo del primer tipo de políticas es el TradeNet implantado por el National Computer Board de Singapur, el que permite el procesamiento de documentación comercial (p. ej, para importación y exportación) vía EDI, así como la comunicación entre las propias oficinas de gobierno. El acceso a bases de datos de información técnica o comercial, vía redes de telecomunicaciones, ha sido promovido en la República Checa, Finlandia, Alemania, Hungría, Japón y Turquía (OECD, 1993, p. 32).

La investigación debería identificar los obstáculos que las PYMEs enfrentan en el uso de la infraestructura de telecomunicaciones, relevar las redes públicas y privadas existentes volcadas al uso o de interés para las PYMEs, el tipo de vinculaciones predominantes entre grandes empresas y PYMEs proveedoras, y el papel que los gobiernos pueden desempeñar en la difusión del uso de redes sobre base EDI y el acceso a bancos de datos que permitan reforzar la capacidad técnica o comercial.

8. Conclusiones

El estudio realizado evidencia, en primer lugar, que el tema de la difusión tecnológica ocupa un lugar central en los estudios sobre economía del cambio tecnológico, los que han realizado importantes contribuciones para comprender las condiciones que determinan la adopción de tecnologías y las modalidades de su utilización. Se advierten, empero, lagunas, especialmente para vincular los análisis macro y microeconómicos, y en el plano empírico, respecto de las implicaciones de la adopción de tecnologías sobre la rentabilidad y competitividad de las empresas.

Segundo, la difusión ha sido estudiada desde otras perspectivas teóricas, y existen esfuerzos para integrar el análisis de factores puramente económicos con factores organizacionales y sociales. Estos enfoques enriquecen considerablemente el análisis del tema, y merecen ser explorados en mayor profundidad.

Tercero, si bien las conclusiones de los estudios sobre economía del cambio tecnológico resultan en general aplicables a los procesos de difusión en los países en desarrollo, es necesario un esfuerzo conceptual y empírico para comprender debidamente ese proceso en un contexto en el que predominan procesos innovativos imitativos y de naturaleza incremental. Más aún, la problemática de las PYMEs, cuya principal capacidad tecnológica se manifiesta en el manejo de técnicas de producción, requiere un examen

particular. Existe una dramática escasez de estudios empíricos sobre los procesos de innovación en PYMES en América Latina y el Caribe.

Cuarto, el análisis de los factores que determinan la adopción de TI en los países industrializados, brinda un marco de referencia útil para considerar el tema. Son pocos los estudios sobre difusión de TI en los países en desarrollo y, particularmente en América Latina. Los trabajos disponibles indican una menor intensidad en el uso de esas tecnologías en la región, en comparación con los países industrializados, y diversos problemas para su implantación, particularmente en el caso de las PYMES. Esos trabajos necesitan ser actualizados y mejorarse sustancialmente la base de información (hoy muy fragmentaria). De hecho, nuestro conocimiento actual es muy limitado e insuficiente para una definición de políticas en la materia.

Quinto, la evidencia empírica disponible sobre adopción de TI por PYMES padece de fuertes limitaciones, tanto desde el punto de vista sectorial y geográfico como del tipo de tecnologías estudiadas. Asimismo, los pocos estudios existentes se han concentrado en los factores de adopción (y, en alguna medida, en los efectos sobre las calificaciones y el trabajo) pero poco nos dicen respecto del impacto de las TI sobre la performance de las empresas, particularmente en cuanto a su capacidad competitiva.

Sexto, es de presumir que las actuales políticas macroeconómicas que por un lado, reducen en principio los costos de los equipos y, por el otro, colocan a las PYMES en un contexto más competitivo, aumentan las oportunidades y los incentivos para incorporar TI para las PYMES capaces de sobrevivir en ese nuevo entorno.

Séptimo, si se parte de la premisa de que la incorporación de TI puede, bajo ciertas circunstancias, contribuir al mejor desempeño de las PYMES y a procesos de descentralización, es necesario investigar sobre el papel de la política pública en el estímulo a la incorporación de las TI. Los estudios disponibles sugieren imperfecciones de mercado en cuanto al acceso a información y limitaciones emergentes de la disponibilidad de financiamiento (aunque en algunos estudios esta última no aparece como factor crucial). También se advierten deficiencias en cuanto a la capacitación de usuarios y la incidencia de los factores organizacionales sobre las posibilidades de explotar rentablemente las TI. Las políticas públicas deberían contribuir a reparar esas imperfecciones, y crear mecanismos para promover una mayor y más adecuada difusión de las TI en las PYMES, particularmente mediante instrumentos que favorezcan el acceso a información, el financiamiento, la capacitación, y el uso más intensivo de consultoría externa y de sistemas EDI y bancos de datos.

Cuadro 1

AMERICA LATINA: IMPORTACIONES DE BIENES DE INFORMATICA COMO PORCENTAJE DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO TOTAL, 1970-1989
(Porcentajes)

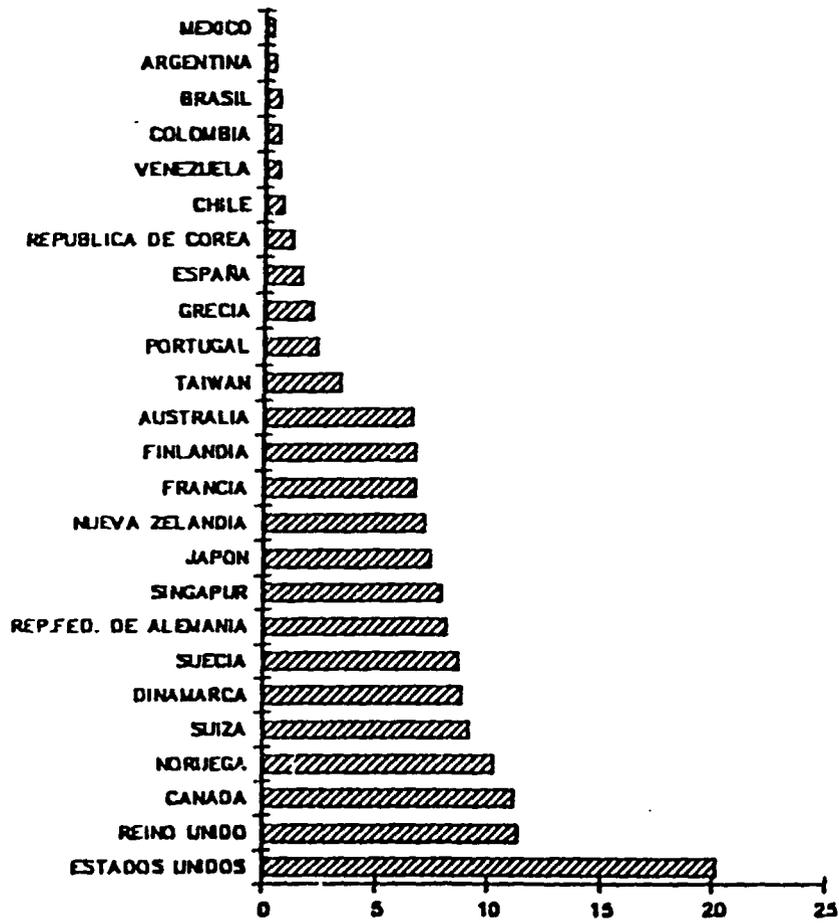
	1970	1975	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	PROMEDIO
ARGENTINA	0.24	0.06	0.15	0.12	0.16	0.16	0.14	0.19	0.12	0.12	0.09	0.17	0.14
BOLIVIA	0.05	0.09	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.06	0.10	0.19	0.11	0.05	0.06
BRASIL	0.10	0.12	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06
COLOMBIA	0.08	0.07	0.09	0.09	0.15	0.12	0.11	0.12	0.18	0.23	0.20	0.20	0.14
CHILE	0.10	0.55	0.16	0.21	0.23	0.15	0.21	0.35	0.34	0.38	0.47	0.39	0.30
ECUADOR	0.05	0.15	0.09	0.14	0.16	0.07	0.07	0.09	0.25	0.61	0.31	0.19	0.18
MEXICO	0.07	0.06	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07	0.10	0.12	0.11	0.14	0.13	0.10
PARAGUAY	0.12	0.07	0.05	0.06	0.03	0.05	0.04	0.04	0.06	0.10	0.09	0.16	0.07
PERU	0.06	0.06	0.08	0.13	0.15	0.10	0.12	0.18	0.11	0.11	0.08	0.10	0.11
URUGUAY	0.11	0.07	0.12	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.18	0.17	0.22	0.13
VENEZUELA	0.13	0.15	0.13	0.17	0.24	0.09	0.25	0.21	0.23	0.26	0.39	0.36	0.22
COSTA RICA	0.20	0.12	0.11	0.18	0.11	0.10	0.19	0.33	0.30	0.36	...	...	0.20
EL SALVADOR	0.07	0.05	0.01	0.01	0.03	0.07	0.12	0.10	0.07	0.12	...	...	0.07
GUATEMALA	0.06	0.05	0.07	0.07	0.05	0.06	0.07	0.06	0.04	0.14	...	...	0.07
HONDURAS	0.13	0.11	0.12	0.15	0.06	0.08	0.12	0.14	0.11	0.09	...	...	0.11
NICARAGUA	0.08	0.13	0.06	0.06	0.03	0.04	0.04	0.03	...	...	...	...	0.06
TOTAL	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.09	0.11	0.11	0.12	...	...	0.10

Fuente: División Conjunta CEPAL/OMUDI de Industria y Tecnología

Incluye máquinas para la elaboración automática de datos y sus unidades; lectores magnéticos u ópticos, máquinas para registro de datos sobre soporte en forma codificada y máquinas para la elaboración de estos datos, n.e.p. (CUCI Rev2 752)

Gráfico 1

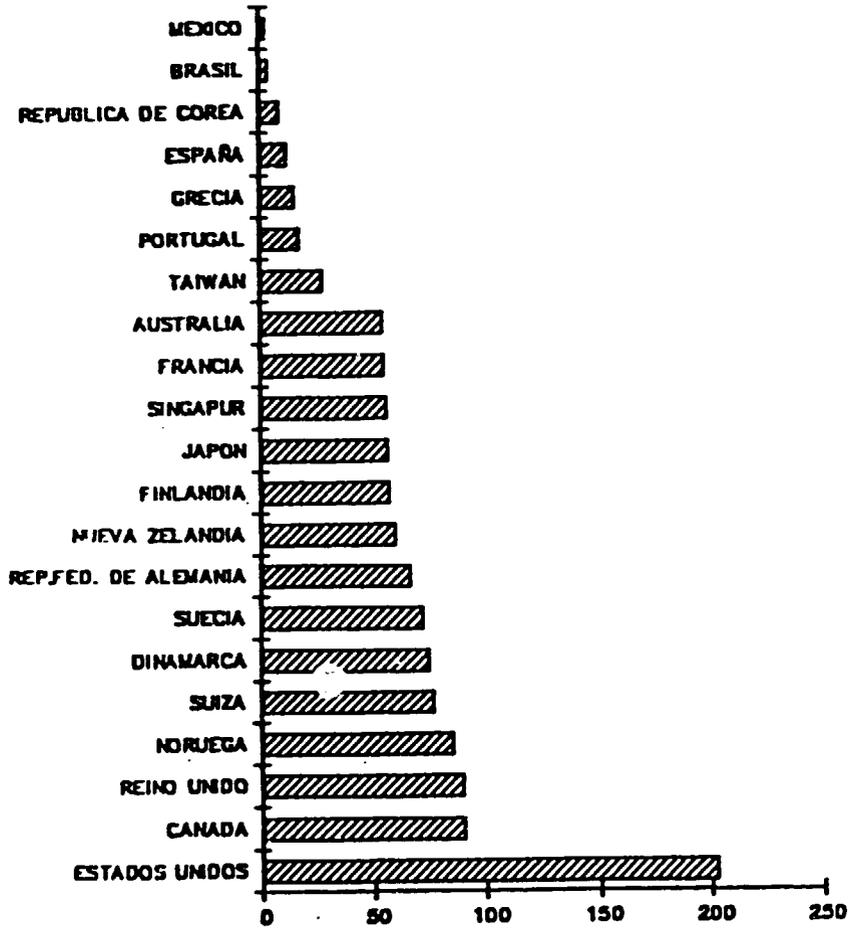
AMERICA LATINA Y PAISES SELECCIONADOS:
 PIRAMIDE DE DENSIDAD DE EQUIPAMIENTO INFORMatico, 1989
 (Computadores por 100 habitantes)



Fuente: División Conjunta CEPAL/ONUDI de Industria y Tecnología, sobre la base de K. Juliusen and E. Juliusen, The Computer Industry Almanac, 1991

Gráfico 2

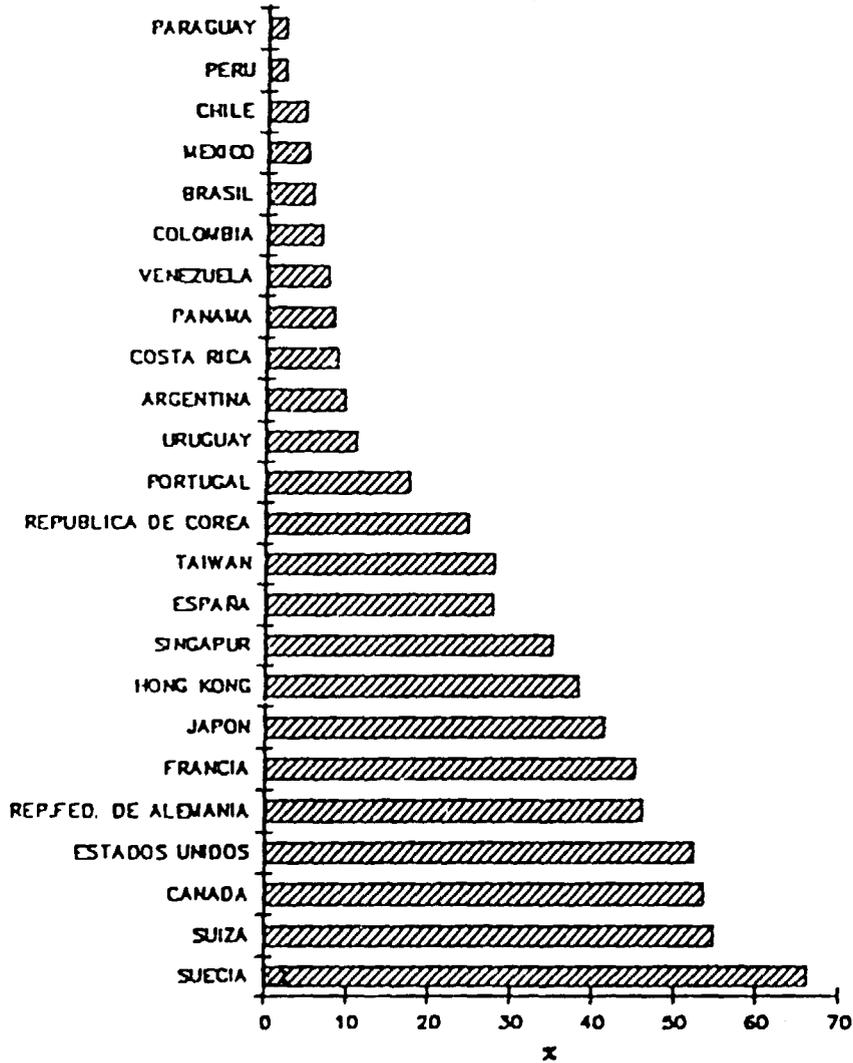
**AMERICA LATINA Y PAISES SELECCIONADOS:
PIRAMIDE DE CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO DE DATOS, 1989
(MIPS, millones de instrucciones por segundo / 1000 personas)**



Fuente: División Conjunta CEPAL/ONU/DI de Industria y Tecnología, sobre la base de K. Juliusen and E. Juliusen, The Computer Industry Almanac, 1991

Gráfico 3

AMERICA LATINA Y PAISES SELECCIONADOS:
PIRAMIDE DE DENSIDAD DE LINEAS PRINCIPALES, 1989
(Porcentajes)



Fuente: División Conjunta CEPAL/ONUOI de Industria y Tecnología, sobre la base de Siemens, International Telecom Statistics, 1990

REFERENCIAS

- Alcorta, L., 1993, "Are economies of scope replacing economies of scale?: implications for developing countries", ponencia presentada en The First INTECH Conference, Maastricht, June 21-23, 1993.
- Allen, 1983, "Collective invention", Journal of Economic Behavior and Organization, No 4, pp.1-24.
- Bhalla, A., Ed. 1991, Small and medium enterprises. Technology policies and options, Greenwood Press, Westport.
- Bernal, C., 1988, "La informática en el sector de bienes de capital en Colombia. Inventario general sobre sistemas, programas y recursos", Programa Bienes de Capital Col/87/023, setiembre, Bogotá.
- Brynjolfsson, E. y Hitt, L., 1993, "New evidence on the returns to information systems", MIT (mimeo), Cambridge.
- Brynjolfsson, E., Malone, T., Gurbaxani, V., Kambil, A., 1993, "Does information technology lead to smaller firms?", MIT (mimeo).
- Burghi, M., Le Fosse, G., Neffa, J., Nivoli, M., "Difusión de las innovaciones tecnológicas y organizacionales en las PYMES de la industria metalmeccánica localizadas en la región que comprende la Capital Federal, el Gran Buenos Aires y los Partidos de La Plata, Berisso y Ensenada de la Pcia. de Buenos Aires", (mimeo), Buenos Aires.
- Brown, L., 1981, Innovation Diffusion. A new Perspective, Methuen, London.
- Cane, Alan, 1992, "Information technology and competitive advantage: lessons from the developed countries", World Development, vol. 20, No. 12.
- Carrillo, R, 1991, "Ejecución del proyecto de difusión de la informática en las pequeñas y medianas industrias metalmeccánicas del Ecuador", (mimeo), Quito.
- Casalet, M., 1986, "Difusión de las máquinas herramientas de control numérico, sistemas CAD/CAM y robots industriales en la industria de México", mimeo, México D.F.
- CEPAL, 1986, "Tecnologías de la información al servicio del desarrollo económico y social de América Latina", en Industrialización y desarrollo tecnológico, Informe No 2, Santiago de Chile.

CEPAL, 1991, Información y telecomunicaciones: vector de la transformación productiva con equidad (Un libro verde de la Cepal), LC/R.1102, Santiago de Chile.

Cohen, W. and Levinthal, D., "Innovation and learning: the two faces of R&D", Economic Journal, September.

Cooper, C, 1993, "Relevance of innovation studies to developing countries", (mimeo), INTECH, Maastricht.

Correa, C., 1987, "Informática: temas de debate", Documento SID No34, Buenos Aires.

Correa, C., 1991, "Informática y desarrollo industrial en América Latina", Espacios, vol. 12, No 3, Caracas.

Correa, C. Ed., 1993, Producción y comercio de software en América Latina, Zagier & Urruty Publ., Buenos Aires.

Chudnovsky, D., 1986, "Economía y tecnología del control numérico para máquinas-herramientas", Documento SID No18, Buenos Aires.

Dahlman, K. y Westphal, L., 1985, Manging technological development-Lessons from the Newly Industrializing Countries, World Bank, Working Papers No 717, Washington D.C.

Diebold, J., 1990. "How computers and communications are boosting productivity: an analysis", International Journal of Technology Management, vol. 5, No 2.

Dominguez-Villalobos, L., 1988, Microelectronics-based innovations and employment in Mexican industries, ILO, Ginebra.

Easingwood, C. y Lunn, S., 1992, "Diffusion paths in a high-tech environment: clusters and commonalities", R&D Management, vol. 22, No 1.

Edquist y Edqvist, 1979, Social carriers of techniques for development, SAREC, Stockholm.

Edquist, C. y Steffan, J., 1988, Flexible automation. The global diffusion of new technologies in the engineering industry, B. Blackwell, New York.

Elliot, S.R. 1994, "Strategic information systems planning for improving the competitiveness of business in developing countries", papel presentado en IFIP Working Group 9.4, Havana Conference, La Habana, Febrero 20-24.

- Evans, P. y Bastos Tigre, P., 1989, "Paths to participation in hi-tech industry: a comparative analysis of computers in Brazil and Korea", Asian Perspective, vol. 13, No1, Spring-Summer.
- Frankel, M. 1955, "Obsolescence and technological change", American Economic Review, vol. 45.
- Freeman, C. y Hagedoorn, J, "Globalization of technology", FAST Programme, MERIT, University of Limburg.
- Gold, B, "Technological diffusion in industry: research needs and shortcomings. The Journal of Industrial Economics, 29.
- Gottardi, 1986, "Lo studio della diffusione delle innovazioni industriali: quadro teorico e prospettive di ricerca", en Workshop sull'innovazione industriale, CEDAM, Padova.
- Hägerstrand, T., 1952, Innovation Diffusion as a Spatial Process, Univ. of Chicago Press.
- Hon, Wong S., 1992, "Exploiting information technology: a case study of Singapore", World Development, vol. 20, No. 12.
- James, J. 1991, Microelectronics and the Third World. An integrative survey of literature, UNU/INTECH, Maastricht.
- Katz, R., 1988, The information society. An international perspective, Praeger, New York.
- Kodama, F., 1990, "Can changes in the techno-economic paradigm be identified through empirical and quantitative study?", STI. p. 101-129.
- Kominski, R, 1989, Computer use in the United States: 1989, U.S. Department of Commerce, Washington.
- Mansfield, E., 1961, "Technological Change and Rate of Innovation". Econometria. No 29.
- Mansfield. E, 1968, The Economics of Technological Change, Norton. New York.
- Mazzonis. D, 1988. "The use of high technology in the cottage silk industry in Como, Italy", in Bhalla, A y James, D. (Ed.). New technologies and development. Experiences in "technology blending", Rienner/Boulder, Londres.
- Meredith, J. 1987, "The strategic advantages of new manufacturing technologies for small firms", Strategic Management Journal, vol, 8.
- Metcalf, J., 1981, "Impulse and Diffusion in the Study of Technical Change", Futures, octubre.

- Metcalfe, J., 1988, "The diffusion of innovation: a interpretive survey", in G. Dosi et al (ed.), Technical change and economic theory, Pinter, Londres.
- Mody, A y Dahlman, C., 1992, "Performance and potential of information technology: an international perspective", World Development, vol. 20. No. 12.
- Mody, A y Wheeler, D., 1990, Automation and world competition, MacMillan, Londres.
- Neffa, J., 1987, Procesos de trabajo, nuevas tecnologías informatizadas y condiciones y medio ambiente de trabajo en Argentina, Fundación Friedrich Erbert, Buenos Aires.
- Howells, J., 1991, A socio-cognitive model of innovation, PICT, Working Paper Series, University of Edinburgh.
- Loveman, G., 1988, An assessment of the productivity impact of information technologies, MIT, Massachusetts.
- Odreda-Straub M., 1993, "Critical factors affecting success of CBIS: Cases from Africa". Global Journal of Information Management, vol.1, No.3, summer.
- OECD, 1987, Information technology and economic prospects, ICCP Series No 12, Paris.
- OECD, 1988 , Industrial revival through technology, Paris.
- OECD, 1989, Government policies and diffusion of microelectronics, Paris.
- OECD, 1992, Technology and the Economy. The key relationships, Paris.
- OECD, 1993, "Information technology (IT) diffusion policies for small and medium-sized enterprises (SMES), DSTI/ICCP/EIIT(93)7, Paris.
- ONUDI, 1989, Strategies for integrated development of the electronics industry including software, ID/WG.491/1.
- Pérez. C. y Soete, L, 1988, "Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity". en Dosi et al (Ed), Technical change and economic theory, Pinter Publ., Londres.
- Policies Studies Institute, 1982, Microelectronics in industry: what's happening in Britain, Londres.
- Porter, M., 1990, The competitive advantage of nations, The Free Press, Nueva York.

Ray, G. 1989, "Full circle: the diffusion of technology", Research Policy, 18.

Rogers, E. y Shoemaker, F., (1971), Communication of innovation: a Cross Cultural Approach, Free Press, New York.

Ruffier, J., 1986, Technologies nouvelles en Argentine, CEIL/GLYSI, Buenos Aires.

Saraswat S.P., and Gorgone J.T., 1991, "Multinational issues in information technology", Information & Management, 21.

Schmitz, H. y Cassiolato. 1992. J., Hi-tech for industrial development. Lessons from the Brazilian experience in electronics and automation, Routledge, Londres y Nueva York.

Schroeder, D., Gopinath, C. and Congden, S., "New technology and the small manufacturer: panacea or plague", Journal of Small Business Management, July.

SEI. (Secretaria especial de Informática) (1988), Parque de equipamientos de informática. Serie estadísticas, VI No 2, setiembre, Brasilia.

Silverberg, G. 1990, "Adoption and diffusion of technology as a collective evolutionary process", en New explorations in the economics of technological change, Pinter Publishers, Londres & Nueva York.

Snoeck, M., Sutz, J. y Vigorito, A., "Tecnología de punta en un pequeño país subdesarrollado: la industria electrónica en el Uruguay", Desarrollo Económico, vol. 33, No 129.

Sobracom, 1989, Boletín, Año V, Enero-Febrero.

Unctad, 1985, The diffusion of electronics technology in the capital goods sector in the industrialized countries, TT/65, Ginebra.

Unctad, 1990, The diffusion of electronics technologies in the capital goods sector in some developing countries, Ginebra.

Unctad, 1993, Information technology and international competitiveness: the case of the construction services industry. Nueva York.

Von Hippel, 1988, The sources of innovation, Oxford University Press, Oxford.

Whiting, V., 1993, "State policy, informatics and development in Mexico: the construction of competitiveness" (mimeo), San Francisco.