



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.

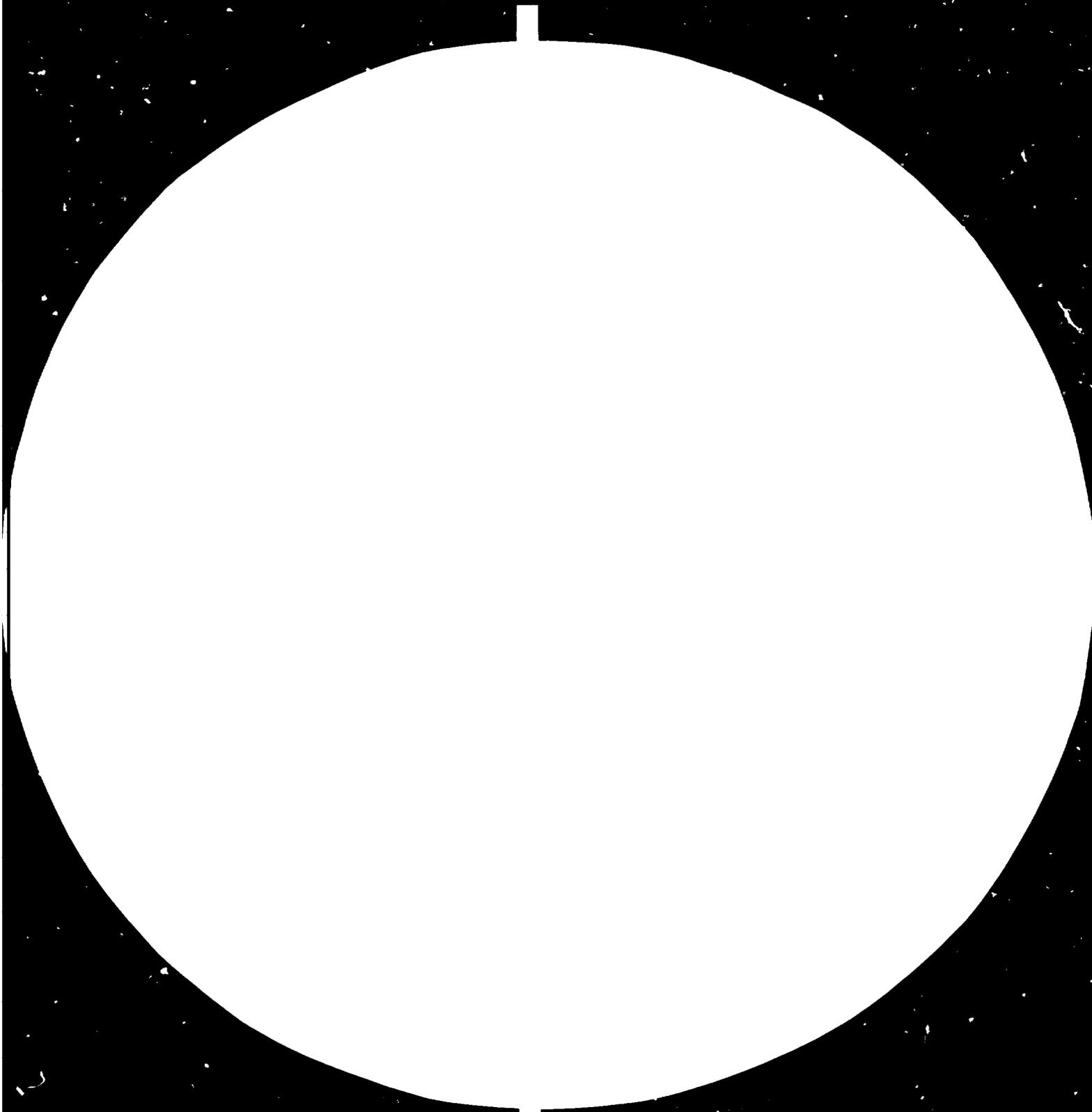
FAIR USE POLICY

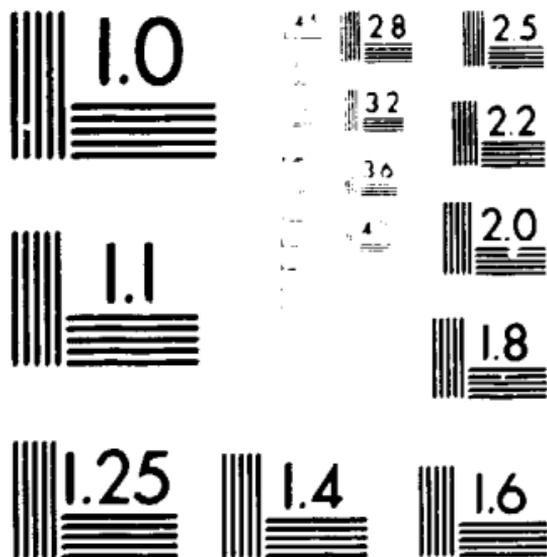
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

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

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





MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
 STANDARD REFERENCE MATERIAL 1010A
 (APPROXIMATE TEST CHART No. 2)

14496-5

Serie "Desarrollo y transferencia de tecnología"

Núm. **22**

**LA INFORMÁTICA
AL SERVICIO
DEL DESARROLLO
INDUSTRIAL**

1/2



LA INFORMÁTICA AL SERVICIO DEL DESARROLLO INDUSTRIAL

Serie "Desarrollo y transferencia de tecnología", núm. 22

LA INFORMÁTICA AL SERVICIO DEL DESARROLLO INDUSTRIAL



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL
Viena, 1986

Las opiniones que el autor expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

El material contenido en la presente publicación puede citarse o reproducirse con entera libertad siempre que se mencione su origen y se remita a la Secretaría un ejemplar de la publicación en que figure la cita o la reproducción.

Prefacio

La presente publicación tiene por objeto profundizar la comprensión de la influencia que la tecnología de la información es probable que tenga en las estrategias de desarrollo industrial de los países en desarrollo y de la importancia de establecer una capacidad tecnológica para que esos países puedan beneficiarse de los adelantos recientes en ese sector.

Es de esperar que el estudio contribuya al establecimiento de estrategias operacionales para la informatización del Tercer Mundo. Con este fin, se facilita una lista de verificación de la autosuficiencia nacional en la esfera de la informática.

La publicación se basa en el trabajo de Richard J. Nolan, Trinity College, Universidad de Dublín, *Systems and Data Studies*. Gran parte del material informativo procede de documentos presentados en la Conferencia Internacional sobre Informática y Desarrollo Industrial, celebrada en el Trinity College de Dublín, Irlanda, del 9 al 13 de marzo de 1981.

ABREVIATURAS

ARABSAT	Unión Árabe de Telecomunicaciones
bit	dígito binario
CA	control adaptador
CESPAP	Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico
CI	circuitos integrados
CITEL	Comisión Interamericana de Telecomunicaciones
CN	control numérico
CND	control numérico directo
DAC	diseño con ayuda de computadora
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
I y D	investigación y desarrollo
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
OII	Oficina Intergubernamental de Informática
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PANAFTEL	Red Panafricana de Telecomunicación
PNB	producto nacional bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
TEF	transferencia electrónica de fondos
UCP	unidad central de proceso
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

ÍNDICE

	<i>Página</i>
Prefacio	v
Abreviaturas	vi
Introducción	1
 <i>Capítulo</i>	
I. SIGNIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INFORMÁTICA	3
¿Qué es la informática?	3
Importancia de la infotecnología para el desarrollo industrial	3
La informática y el Tercer Mundo	4
Resumen	4
II. LA TECNOLOGÍA Y SUS REPERCUSIONES	6
La tecnología	6
La industria	10
Microprocesadores	12
Repercusión de la tecnología en la investigación y el desarrollo	12
Automación industrial	13
Automación de las oficinas	15
La transferencia electrónica de fondos	15
Sistemas de apoyo a las decisiones	15
Sistemas de información al servicio de la administración pública	16
La defensa y el sector aeroespacial	16
Factores que influyen en la difusión de la informática en la industria	16
Repercusiones sobre la sociedad	17
III. REPERCUSIONES DE LA INFORMÁTICA EN LA PRODUCTIVIDAD Y EL EMPLEO	18
Factores que influyen en la adopción de la infotecnología	19
El proceso innovador y la difusión de tecnologías a los países en desarrollo	19
Cambios estructurales en el empleo	20
Conclusión	21
IV. LA EXPANSIÓN DE LA INFORMÁTICA EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO	22
Acción internacional para promover políticas y estrategias	22
Autosuficiencia tecnológica	22
Función de la informática para el logro de la autosuficiencia	23
Modelos para la promoción de la informática	24
Marco conceptual para la promoción nacional de la informática	25
V. ACCIÓN NACIONAL: POLÍTICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE EQUIPO FÍSICO Y EQUIPO LÓGICO	27
Consecuencias de una política de autonomización	27
Un criterio selectivo	27
Una base institucional	28
Equipo físico	28
Programas o equipo lógico	29

<i>Capítulo</i>	<i>Página</i>
VI. ACCIÓN NACIONAL: POLÍTICAS RELATIVAS A LA INFRAESTRUCTURA DE LA INFORMÁTICA Y EL DESARROLLO SOCIAL	30
Restricciones	30
Comprensión, educación y capacitación	30
Las infraestructuras industriales de información	32
Investigación y desarrollo	33
VII. ACCIÓN INTERNACIONAL	35
El alcance de la acción internacional	35
Políticas y estrategias nacionales en el contexto de la acción internacional	35
Comprensión, educación y capacitación	36
Infraestructuras de información	37
Infraestructuras de comunicación	38
La industria de la informática	39
Nuevos productos y procesos	39
Aplicaciones	39
VIII. LISTA DE VERIFICACIÓN DE LA AUTOSUFICIENCIA NACIONAL EN EL SECTOR DE LA INFORMÁTICA	41
Lista de verificación	41
Comentarios	42
<i>Referencias</i>	44
<i>Abstract/Sommaire</i>	47

Introducción

En la presente publicación se examinan las oportunidades y amenazas, las limitaciones y la infraestructura nacional necesaria en relación con la computadorización de la industria en los países en desarrollo. Para el Tercer Mundo el desarrollo industrial es una prioridad. Los estudios efectuados han demostrado que la informática influirá profundamente en la infraestructura productiva y en la división internacional del trabajo. Las opciones relativas a la política de industrialización se han reducido y es necesario replantearse las estrategias de desarrollo. Los países en desarrollo no deben limitarse a copiar al Norte industrializado, sino que deben fundar su actuación en una evaluación de las ventajas comparativas a largo plazo.

En el capítulo I de la presente publicación se define la informática y se hace una descripción general de su significado e importancia. En el capítulo II se hace un breve estudio de la tecnología de la información y de su repercusión general sobre la industria y la sociedad, las industrias de equipo y de programas que se basan en ella, la creación de nuevos productos y el establecimiento de nuevos procedimientos, y los sistemas de información. Los efectos económicos potenciales sobre la productividad y el empleo despiertan un gran interés y este aspecto se analiza en el capítulo III.

En el capítulo IV se estudia la evolución de la informática en el Tercer Mundo; se propone el uso de la informática para promover la autonomía y se presenta un marco conceptual con respecto al desarrollo nacional de la informática. El desarrollo de la informática es una dimensión del desarrollo tecnológico, que a su vez es parte

integrante del desarrollo económico nacional. Se enumeran políticas y estrategias nacionales.

Como la industria de la informática actualmente ocupa el tercer lugar por su dimensión, detrás de la energía y los transportes, debe ser objeto de estudio como un sector industrial. El saber de qué modo los países en desarrollo pueden participar en esta industria es, por consiguiente, un tema de gran interés para los órganos de decisión política de esos países, y en el capítulo V se examinan con cierto detalle las opciones políticas, las condiciones previas y las trabas a ese respecto.

El capítulo VI se ocupa de la infraestructura necesaria para la utilización de la informática en otros sectores industriales y para apoyar un crecimiento orgánico y autosostenido, con particular referencia a la instrucción y la capacitación, las estructuras de información industrial, las telecomunicaciones y la investigación y el desarrollo.

Para promover el desarrollo de la información en el Tercer Mundo será esencial la acción internacional. Por este motivo, en el capítulo VII se analiza la función de los órganos internacionales en la promoción de políticas y estrategias nacionales; la comprensión, instrucción y capacitación; las infraestructuras de la información; las infraestructuras de las comunicaciones; las industrias de equipo y programas y material lógico; los nuevos productos y procedimientos; y las aplicaciones.

Por último, el capítulo VIII sugiere una lista de verificación de las actividades que pueden utilizar los países para formular una estrategia operativa.

I. Significación e importancia de la informática

¿Qué es la informática?

En los últimos 25 años unas tecnologías nuevas, eficaces e integrativas, basadas en la microelectrónica, han revolucionado la manipulación de la información, y esas tecnologías siguen todavía en rápido desarrollo. La presente publicación se ocupa específicamente de la repercusión de esas tecnologías en la industria, con particular referencia al desarrollo industrial en el Tercer Mundo.

Durante la primera fase del desarrollo de las nuevas tecnologías de manipulación de la información, que se inició en los últimos años 40, las computadoras se utilizaban casi exclusivamente para efectuar cálculos científicos. El efecto se notó en las ciencias naturales, en las que fue posible realizar nuevos progresos gracias al aumento de la capacidad de cálculo. Desde los años 50 hasta el presente se han descubierto nuevas aplicaciones para las computadoras como componentes integrantes de sistemas de organización con fines de información y control en aras de la productividad y el crecimiento económico. Al principio sólo podían servirse de una computadora las grandes organizaciones. Recientemente, se ha producido una espectacular disminución del costo unitario y de la dimensión real de los componentes que, unida a una mayor flexibilidad en la manipulación, ha puesto la computadora al alcance incluso de empresas muy pequeñas.

En los países industrializados la repercusión de la computadorización, o "informatización", se hace sentir ahora no sólo en las organizaciones, sino también en la sociedad. Los sistemas que sirven de apoyo a la sociedad moderna se basan cada vez más en la computadora, y ello influye en las formas en que la sociedad está evolucionando. Se ha dicho que la fase final de la informatización está empezando, lo que repercutirá en los individuos, para quienes las tecnologías de la información están creando nuevas posibilidades de realización. La informatización de la industria puede, por lo tanto, considerarse sólo como un aspecto de un desarrollo socioeconómico más amplio.

La "informática" se puede definir como el terreno de investigación que tiene por objeto la variedad de formas en que la información fluye y la manera en que la información se procesa,

emplea, influye en la productividad y la eficacia, se utiliza con fines de vigilancia y control, y, por último, repercute en el desarrollo socioeconómico y en la propia sociedad. Su significado incluye también el análisis y la formulación de estrategias y políticas nacionales e internacionales con respecto a la informatización. Por consiguiente, el campo de la informática es transdisciplinario y está relacionado con disciplinas establecidas como la ciencia de las computadoras, la ciencia de la administración, la sociología, la economía y la ciencia política, la ingeniería y otras materias tecnológicas.

En esta publicación designaremos con el término de "infotecnología" a las tecnologías de manipulación de la información sobre las que se basa la informática. Como ocurre con otras fronteras tecnológicas, la infotecnología tiene la capacidad potencial de ser utilizada con fines pacíficos o de destrucción. Otras tecnologías han ampliado el poder muscular y la capacidad de manipulación de los seres humanos. La importancia de la infotecnología integrada de las computadoras, las comunicaciones y el control consiste en que extiende el sistema nervioso y el cerebro. Lo único que limita el grado en que las aplicaciones de esta tecnología pueden apoyar el desarrollo económico, social y personal son las limitaciones de la voluntad humana y de la imaginación creadora.

Importancia de la infotecnología para el desarrollo industrial

La información es el elemento vital del moderno Estado industrializado. Los dispositivos microelectrónicos para recibir, almacenar y procesar la información y para los sistemas de control, junto con las telecomunicaciones, que proporcionan la posibilidad de transmisiones mundiales, han dado origen a formas radicalmente nuevas de manipular la información en todas las esferas de las actividades industriales y comerciales. Ello ha producido un aumento de la productividad y la eficacia, una reducción de los costes y modificaciones en las estructuras del empleo.

La infotecnología repercute en el desarrollo industrial de dos modos: como un sector de la

industria y como una característica de las tecnologías industriales en cualquier sector industrial. Como un sector de la industria, la fabricación de equipo microelectrónico y de componentes de todo tipo, junto con la producción de programas, constituye ahora, después de la energía y el transporte, uno de los tres sectores industriales fundamentales del mundo. Es preciso estudiar a fondo las posibilidades de participación de los países en desarrollo en este sector.

La infotecnología como característica de otros sectores industriales —en el control de los procesos industriales, en los usos innovadores de los microprocesadores incorporados a nuevos productos y en la manipulación de la información en apoyo de las decisiones— es probable que, a corto plazo, tenga una gran influencia en el desarrollo industrial y la posibilidad potencial de convertirse en un instrumento eficaz para reducir las diferencias entre el Norte y el Sur.

La informática y el Tercer Mundo

Quizá el contraste más importante que cabe señalar entre el Norte industrializado y el Sur en desarrollo es que el Norte es rico en información y el Sur es pobre en información.

Para comprender la relación entre la informática y el desarrollo industrial, es útil hacer referencia a la primera revolución industrial en el Norte. Como resultado de la primera revolución industrial, la evolución de la economía en el Norte fue acompañada por un cambio estructural en el empleo del sector de producción primario al sector secundario y luego al sector terciario o de servicios. En el sector servicios, que se fue ampliando en consecuencia, se requería cada día una mayor especialización y profesionalismo. Actualmente este sector se ocupa de la información y de los medios y las técnicas para adquirir información y controlarla. La información es en sí un bien que proporciona la base para que una proporción cada vez mayor de la fuerza de trabajo se gane la vida.

En consecuencia, cabe sugerir que, aun cuando en el curso del desarrollo industrial en el Tercer Mundo el sector de los servicios se ampliará como una consecuencia automática, se podría lograr un ritmo acelerado de desarrollo si se diera prioridad a la computadorización del sector de los servicios o de la información. El sector de los servicios es trascendental para el desarrollo, y las aplicaciones de la infotecnología que apoya las actividades de este sector son apropiadas para acelerar el desarrollo socioeconómico del Tercer Mundo.

Narasimhan (en [1]) examina la importancia del sector de los servicios para los países en desarrollo sirviéndose de la India como ejemplo.

La base industrial es bastante completa en la India, y está constituida por todos los componentes de los sectores primario y secundario de la producción. ¿Por qué no se considera, entonces, a la India como un país industrialmente avanzado? La respuesta es que la industrialización no va acompañada de una transferencia estructural de las fuerzas de trabajo de las categorías profesionales tradicionales: la industrialización se ha injertado en una sociedad que sigue funcionando en gran medida al modo tradicional. Como resultado de ello, numerosas funciones profesionales del sector servicios que podrían contribuir a la eficacia y a la productividad de los sectores de producción primario y secundario no se han creado.

Este es un aspecto fundamental del bajo nivel de conciencia de la importancia de la información que es común a todas las actividades socioeconómicas. Se mida como se mida (en tirada de periódicos, libros, teléfonos, aparatos de radio, etc.), la información es menos importante (midiéndola por diversos órdenes de magnitud) en los países en desarrollo que en los países desarrollados.

En la India, como en muchos otros países en desarrollo, los dos principales obstáculos que se oponen al logro de un rápido desarrollo socioeconómico son el analfabetismo masivo y la escasamente desarrollada infraestructura de las comunicaciones para apoyar las transacciones de información entre personas que viven en pequeñas comunidades geográficamente dispersas. La prestación de servicios educativos, de atención sanitaria y comunitarios plantea problemas que sólo pueden resolverse por métodos radicalmente innovadores y no convencionales. La informática tiene una función vital que desempeñar para ampliar el alcance y mejorar los niveles de los sistemas funcionalmente disponibles en una sociedad.

Resumen

La informática tiene inmensas posibilidades, pero son múltiples las trabas que se oponen al establecimiento de una industria nacional de la informática en los países en desarrollo, y esos países en la actualidad participan mínimamente en este sector vital. El fomento de este sector, sin embargo, se considera trascendental para lograr la autosuficiencia tecnológica en los países en desarrollo.

Varios obstáculos estructurales y culturales impiden también la puesta en práctica eficaz incluso de las aplicaciones más sencillas. Los países en desarrollo son heterogéneos, y será necesario examinar por separado las circunstancias de cada uno. Hace falta realizar con urgencia proyectos experimentales concretos y

estudios monográficos, y difundir la información sobre ellos. Los problemas son particularmente graves porque la infotecnología es el primer ejemplo de una tecnología de sistemas que sólo resulta eficaz cuando se establece una relación armoniosa entre numerosos componentes, personas y equipos interrelacionados. Se deben evitar las soluciones mecánicas de problemas que se entienden mal. Conviene dar la máxima prioridad a la educación y la capacitación, y una política de

informática debería, para resultar eficaz, estar orientada hacia las personas, es decir, tratar de mejorar los conocimientos prácticos que se poseen en lugar de sustituirlos.

Sigue en pie la cuestión de saber si para promover la autosuficiencia se requieren todavía ideas fundamentalmente nuevas. Muy probablemente el concepto de un principio de organización, que Dedijer (en [1], pág. 332) denomina inteligencia social, apunta en la buena dirección.

II. La tecnología y sus repercusiones

La tecnología

La infotecnología, como el apoyo técnico del pensamiento y de las comunicaciones humanas, se ha desarrollado a lo largo de miles de años. La evolución ha sido rápida en los últimos decenios y conviene darse cuenta de que la tecnología sigue todavía en una fase de modificación y desarrollo muy rápidos.

Información

El pensamiento y la comunicación son información. A través de los siglos, la representación de la información ha sido una necesidad humana fundamental, y se han utilizado diversos medios, junto con dispositivos para almacenar, transmitir y procesar la información e intercambiarla con los usuarios. Los primeros ejemplos de la tecnología son Stonehenge, el ábaco, la máquina de imprimir, el telar de Jacquard y las calculadoras mecánicas de Pascal y Leibniz*. En el siglo XX se ha asistido al desarrollo de la computadora electrónica.

Los sistemas utilizados para representar la información en todas esas situaciones se pueden clasificar como análogos o digitales. En un dispositivo análogo, la información se almacena y transmite en una forma que corresponde directamente a la forma de la información original, pero en un medio diferente. El termómetro, la regla de cálculo y el disco fonográfico clásico pueden servir de ejemplos. En un dispositivo digital, la información se codifica y la forma codificada no guarda relación con el original. Todo sistema de codificación se puede reducir a una secuencia de dos símbolos que pueden luego representar cualquier cosa y su contrario, como "sí" y "no", los números "1" y "0", "encendido" y "apagado", etc. A estas unidades de base se las designa con el nombre de "bits" (del inglés "binary digits", es decir, dígitos binarios). Ejemplos de dispositivos digitales son el código Morse, la calculadora de bolsillo y el disco compacto para la grabación digital de la música.

*Para un examen histórico, véase B. V. Bowden, *Faster than Thought* (Londres, Pitman, 1953).

Proceso lógico

El sistema de codificación que se sirve de los bits se conoce con el nombre de sistema binario. En el siglo XIX el lógico irlandés George Boole mostró cómo elaborar una lógica simbólica, sirviéndose del sistema binario, de tal modo que el razonamiento lógico se pudiera reducir a un cálculo. En 1937 se fabricaron circuitos con interruptores eléctricos que incorporaban los principios de Boole, avance importante en la infotecnología puesto que permitía automatizar el procesamiento lógico de la información. Los interruptores de los circuitos se denominan puertas lógicas. Las funciones lógicas incorporadas a los circuitos pueden ser muy complejas y requerir miles de esas puertas lógicas.

Circuitos integrados (CI)

Inicialmente se construyeron circuitos de conmutación utilizando componentes electromecánicos. Luego, en los años 40 se incorporaron válvulas termoiónicas a las puertas lógicas. Ello llevó a la realización de las primeras computadoras electrónicas.

Esas computadoras eran enormes y costosas y los progresos fueron lentos hasta que a comienzos de los años 50 se concibió el primer dispositivo de conmutación electrónica de estado sólido, el transistor, fabricado con materiales conocidos como semiconductores. Este invento dio rápidamente paso a la realización de circuitos integrados (CI) y del microprocesador.

El transistor era un dispositivo separado, pero se puso a punto una tecnología de fabricación gracias a la cual resultó posible combinar cierto número de componentes en un único circuito integrado grabado en una chapa de material semiconductor —de silicón— con un sustrato, utilizando técnicas de fotolitografía. En 1963 ya se logró integrar en una única microplaqueta o "chip" de silicón ocho componentes separados. En 1970 esa cifra se había elevado a 2000 y en la actualidad los fabricantes están produciendo circuitos integrados con un millón de componentes sobre una microplaqueta menor que la mitad de un centímetro cuadrado.

Integración en gran escala

La fabricación de circuitos integrados se designa con la expresión de integración en gran escala y es la culminación de una tendencia a la miniaturización. La integración en gran escala ha tenido por objeto reducir el costo de los dispositivos mediante la producción en masa de muchos circuitos a un tiempo y la reducción de los elementos y de las interconexiones a la menor dimensión posible. En general esa tecnología se designa como la tecnología de los semiconductores. El proceso de fabricación es complejo y exige un equipo sumamente costoso y perfeccionado, que se debe manejar en condiciones meticulosamente controladas y en un medio ambiente totalmente libre de polvo. Para poder competir en el mercado, es preciso fabricar grandes cantidades y los costos iniciales se deben esparcir entre un amplio mercado.

Las etapas iniciales del proceso de fabricación, es decir, el diseño y la disposición del circuito, siguen siendo operaciones manuales que requieren un alto grado de pericia y que pueden llevar varios años en el caso de un circuito complejo. Hasta hace poco la última etapa, el empaquetado físico final, requería mucha mano de obra, lo que inducía a numerosos fabricantes a llevar a cabo esa actividad en países donde la mano de obra era más barata. El elevado grado de automatización de la tecnología perfeccionada del empaquetado ha dado origen, sin embargo, a una tendencia reciente a la repatriación.

El principio de la computadora

El concepto de la computadora universal programable se remonta al inventor y matemático inglés del siglo XIX Charles Babbage, pero su plena realización tuvo que esperar a que se inventara el circuito de conmutación electrónica y el concepto vital del programa almacenado, que lanzó Van Neumann en 1946. El concepto de programa almacenado originó un salto evolutivo en el desarrollo de la computadora, dotándola de su flexibilidad moderna y de la capacidad de realizar tareas asociadas con la "inteligencia".

La computadora es un dispositivo para procesar automáticamente la información. Que sólo efectúa cálculos es un error: los números son en sí una información codificada y los cálculos son sólo una forma particular de procesar la información. En una computadora se pueden almacenar instrucciones de igual modo que otros datos, lo que le da la posibilidad de procesar sus propias instrucciones y modificarlas al igual que procesa los datos que son el objeto de las instrucciones. Las instrucciones y los datos se colocan en la misma posición como bits de información. Las consecuencias son de gran alcance.

Los elementos básicos en el diseño de una computadora son:

- a) El *programa*. Las instrucciones especificando las operaciones que se han de realizar;
- b) Los *dispositivos de entrada*. Teclados, lectores de cintas magnéticas, y los lápices foto-sensibles, con los que se puede introducir en la máquina el programa y la información sobre los que va a trabajar;
- c) Los *dispositivos de memoria*, que reciben y almacenan la información;
- d) La *unidad central de proceso (UCP)* que lleva a cabo las instrucciones;
- e) Los *dispositivos de salida*. Impresora, pantallas de televisión y actuadores para pasar los resultados a donde se necesitan.

Dispositivos de memoria

Los dispositivos para almacenar la información se clasifican en dispositivos de almacenamiento primario o secundario. Los dispositivos de memoria primaria son dispositivos de integración en gran escala, es decir, microplaquetas de memoria, que se consideran como parte integrante de la computadora. Los dispositivos secundarios son componentes externos constituidos por discos magnéticos, rígidos o flexibles, y cintas magnéticas.

Hasta ahora, la capacidad de la memoria primaria ha sido más limitada que la de la secundaria, pero la ventaja de la primera consiste en que el acceso a la información es más rápido y representa una fracción de una millonésima de segundo. Por esta razón, la memoria primaria se utiliza para conservar información que exige un rápido acceso o un frecuente acceso y en particular para conservar las instrucciones que se están actualmente ejecutando.

Las microplaquetas pueden ser de memoria de lectura solamente, que contienen información que no se puede alterar y que no se puede borrar. La memoria de acceso aleatorio contiene información sobre la que se puede escribir. Otros tipos de dispositivos son la memoria programable de lectura solamente, que puede ser programada una sola vez por el usuario, y la memoria programable y borrable de lectura solamente, que el usuario puede revisar y modificar a voluntad.

Las microplaquetas de memoria de acceso aleatorio con una capacidad de 64.000 bits de información son comunes, pero actualmente existen en el comercio microplaquetas con una capacidad de 128.000 bits.

Los sistemas de memoria secundaria proporcionan una capacidad prácticamente ilimitada, pero con un ritmo más lento de acceso. Aunque

actualmente se utilizan sistemas de base magnética, se están poniendo a punto otros sistemas que serán compactos, más rápidos y más baratos, entre los que cabe mencionar las memorias de burbujas magnéticas sin partes móviles y los sistemas ópticos a base de láser. Esas innovaciones permitirán disponer de computadoras incluso del tamaño de una cartera de mano con una memoria prácticamente ilimitada que aumentarán su capacidad enormemente.

Microprocesador, microcomputadora y ordenador principal

Un microprocesador es una única microplaqueta de integración en gran escala, pero que cumple la función de una unidad central de proceso. Debido a limitaciones de la dimensión de una microplaqueta, hasta la fecha los microprocesadores sólo tienen una estructura única y una extensión más corta de palabra de lo que es habitual en las UCP que utilizan el conjunto de circuitos separados más antiguo.

Una microcomputadora es un sistema completo de procesamiento que incluye una UCP, dispositivos de memoria y de entrada y salida.

Los microprocesadores y las microcomputadoras se clasifican por las longitudes de palabra que utilizan. Es común la longitud de palabra de ocho bits, pero actualmente se dispone de 16 bits y también de 32 bits. Una microcomputadora de ocho bits puede procesar sólo $2^8 = 256$ bits de información en un único ciclo de instrucción. Una microcomputadora de 16 bits tiene mucha más potencia; puede manipular $2^{16} = 65.536$ bits en el mismo tiempo. Por otro lado, requiere un número correspondientemente mayor de componentes por microplaqueta.

El ordenador principal se caracteriza por una longitud de palabra de 32 bits. Sigue dependiendo de un conjunto de circuitos separados y es aún imprescindible para las aplicaciones que requieren una elaboración de la información a gran escala o cálculos. Cada vez se está utilizando más la tecnología de integración en gran escala, siempre que es posible, para aumentar la capacidad y reducir las necesidades de energía. La carrera tecnológica para fabricar ordenadores principales más rápidos no ha acabado y es de prever que la demanda de grandes computadoras seguirá al mismo ritmo que la demanda de mini y microcomputadoras durante el resto del decenio.

Comunicaciones

Debido a las revolucionarias innovaciones de las tecnologías de las comunicaciones, los servicios de telecomunicación dependen de equipo

que simplemente no existía hace 30 años: satélites, microondas, microprocesadores y fibras ópticas. La introducción en las telecomunicaciones del modo digital de transmisión de la información es lo que ha provocado la convergencia en la infotecnología de todas las tecnologías de manipulación de la información en las comunicaciones, las computadoras y el control y ha facilitado la constitución de una infraestructura integrada de la informática en una amplia gama de sectores industriales.

Las tecnologías de las comunicaciones son de tres tipos fundamentales: la transmisión, la conmutación y el terminal. La tecnología de transmisión está relacionada con los medios de transmitir las señales a distancia; la tecnología de conmutación está relacionada con los mecanismos de intercambio por los usuarios conectados; y la tecnología de terminal está relacionada con los dispositivos del usuario para lanzar y recibir señales.

Los avances tecnológicos en el campo de la transmisión han aumentado las opciones con respecto a los medios de transmisión, incrementando al mismo tiempo la eficacia de cada medio. El cable coaxial de cobre es el medio tradicional de transmisión. Los perfeccionamientos de la tecnología del cable han mejorado la calidad de la transmisión y han aumentado la capacidad del circuito de la voz, habiéndose reducido, en consecuencia, los gastos de transmisión por milla de circuito de la voz. En los años 40 se descubrió la transmisión por ondas ultracortas. Ese descubrimiento aumentó las opciones dado que los cables coaxiales no se pueden extender sobre un terreno irregular. Por otro lado, las ondas ultracortas deben viajar siguiendo la línea de mira y para impulsar las señales son necesarios relevadores construidos a una distancia de unos 40 kms. Esos relevadores requieren servicios de mantenimiento.

El cable de fibras ópticas es un tercer medio de transmisión recientemente descubierto, que sigue todavía en sus fases iniciales. El cable está constituido por un hilo de vidrio que tiene aproximadamente el espesor de un cabello humano y que transporta haces concentrados de luz. Para generar la luz se emplean dos tipos de dispositivos: el diodo emisor de luz y el láser. El diodo se suele utilizar para volúmenes menores de transmisión y el láser, para transmisiones a alta velocidad. Las ventajas fundamentales con relación al alambre de cobre son que el material de la fibra, el silicio, es más barato y fácil de obtener que el cobre y que las fibras tienen una capacidad mucho mayor de transmisión. Entre otras ventajas cabe mencionar las siguientes: son más resistentes a la corrosión y necesitan menos impulsores de señales sobre rutas largas; son también inmunes a las interferencias eléctricas y, por lo tanto, mucho más seguros en medios ambientes donde pueden

pasar altas corrientes; además, proporcionan una mayor seguridad contra las derivaciones no justificadas.

Los rápidos avances de la tecnología de la fibra óptica, unidos a constantes reducciones de los costos, se espera que produzcan un gran aumento en el empleo y también en la gama de las aplicaciones de la fibra óptica, para las transmisiones de largo trayecto y para la distribución de una amplia gama de señales de comunicación, además del teléfono tradicional, a los hogares: datos, facsimiles, voz e imagen.

Las comunicaciones por satélite son una aplicación especial de los sistemas de microondas. La señal de onda ultracorta es reflejada por un satélite estacionado a una altitud de 22.300 millas (35.680 km) en una órbita geosincrónica. El desarrollo de las comunicaciones por satélite ha aumentado espectacularmente la capacidad de transmisión, al suprimirse las dificultades con que se tropieza en la construcción de redes de cables o de microondas, y la distancia no influye en los costos. Muchos países se sirven ahora de satélites para las comunicaciones con conexiones a estaciones de tierra. La Organización Internacional de Satélites de Telecomunicaciones (INTELSAT)* proporciona un servicio destinado a un uso mundial. Su primer satélite (Early Bird) se lanzó en 1965. Pesaba 39 kg y sostenía una anchura de banda de 50 MHz y 240 circuitos telefónicos bilaterales. INTELSAT V (1980) pesa 1000 kg y transporta una anchura de banda de 2.300 MHz y 12.500 circuitos telefónicos bilaterales.

Las comunicaciones por satélite tienen la posibilidad potencial de incrementar enormemente la capacidad mundial de transporte de señales para la transmisión televisiva mundial, las comunicaciones persona a persona, el correo electrónico y todos los demás servicios de banda ancha. Actualmente los principales inconvenientes son los elevados costos de construcción y lanzamiento, pero los costos de lanzamiento están disminuyendo con la entrada en funcionamiento de lanzadores como el tren de enlace espacial y Ariane. Actualmente las comunicaciones por satélite representan sólo una pequeña proporción de las comunicaciones mundiales; aunque su uso se extenderá considerablemente, no es de prever que sustituyan totalmente a las redes terrestres debido a las restricciones de los "lugares de estacionamiento" en órbitas geoestacionarias y a la disponibilidad de frecuencias de radio.

La tecnología de conmutación se desarrolló rápidamente en los años 60 con la aplicación del control por computadora para sustituir a los circuitos lógicos de cable. Los primeros modelos

que utilizaban el control por computadora seguían siendo en parte electromecánicos para la alineación de los circuitos. La conmutación totalmente electrónica, aplicada en un modo digital más que análogo, se hizo operativa en 1970. El modo digital tiene considerables ventajas porque es compatible con los circuitos integrados y los microprocesadores y complementa las innovaciones introducidas en los medios de transmisión. Toda información, ya sea sonora, video o de datos, está representada por una serie de bits, de tal modo que la forma en que se conmuta o transmite es independiente del formato original. Gracias al modo digital, la fusión de la voz y de datos a lo largo del mismo cable, utilizando las interrupciones naturales del habla, resultó posible, de igual forma que resultó posible la transmisión por paquetes al tráfico de ruta de manera óptima por intermedio de una red, lo que produjo un abaratamiento y aceleración del servicio. El modo digital mejora asimismo la calidad de la transmisión.

La tecnología del equipo terminal está en una etapa de rápida evolución, especialmente con respecto al aumento de la velocidad, la calidad y la fiabilidad del equipo para comunicaciones de imagen y texto. Ello ha provocado unas mejoras sustanciales en el equipo tradicional de las comunicaciones privadas y de empresas y también la creación de equipo terminal de tipo completamente nuevo, como el que se indica a continuación:

Terminales de datos. Para las comunicaciones directas entre computadoras, o entre terminales en un centro de trabajo y computadoras en otro, se han fabricado terminales de datos a partir del impresor básico de los años 60. Existen terminales de muchos tipos para satisfacer una gran variedad de necesidades: terminales de alta velocidad, terminales portátiles de poco peso para comunicaciones de campo, terminales para la corrección de textos y con pantalla de visualización video con capacidad gráfica para aplicación científica, etcétera.

Máquinas para transmisión de facsimiles. De estas máquinas se dispone desde los años 30 para reproducir una transmisión de imágenes, pero los progresos tecnológicos han reducido el tiempo necesario para transmitir una página de 21 × 30 cm a menos de 30 segundos.

Procesadores de palabras transmisores. Estas máquinas de conexión pueden almacenar, recuperar y corregir textos.

Teletex. Versión actualizada del servicio de telex tradicional, textos telex remitidos a estaciones de trabajo (terminales inteligentes) capaces de cambiar letras.

*INTELSAT es una organización internacional constituida por más de 100 países que son partes en un acuerdo semejante a un tratado.

Escritura a distancia (Hiltz y Turoff, en [2]). Una plancha gráfica, un lápiz fotosensible, un teclado y una pantalla hacen posible que la escritura se transmita y reproduzca. Entre las aplicaciones cabe mencionar conferencias, actividades de enseñanza, etc.

Videotex (Ide, en [3]). Los sistemas de videotex dan al consumidor la posibilidad de acceder y recuperar información contenida en bases de datos computadorizados. La información de que se dispone es de carácter comercial o social, idéntica a la que se distribuye normalmente por medio de periódicos, revistas y libros, pero el sistema permite proceder a una selección en la recuperación. Los receptores de televisión adaptados permiten presentar visualmente la información. Entre las funciones interactivas cabe mencionar los servicios de biblioteca, la compra a distancia, el aprendizaje con ayuda de computadoras, etc. Videotex se lanzó originariamente en el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y atrajo con rapidez la atención de todo el mundo.

Entrevista a distancia (Dagnelie, en [2]). Por medio de este sistema, personas que se encuentran distanciadas geográficamente pueden mantener una conversación, así como verse recíprocamente en pantallas de televisión. Esto podría constituir un progreso importante para las comunicaciones comerciales, particularmente entre filiales de grandes organizaciones geográficamente descentralizadas.

Programas

A los componentes físicos de las computadoras y demás equipo se les designa a menudo con el nombre inglés de "hardware". La palabra inglesa "software" es un término genérico que significa el conjunto de programas que controlan el funcionamiento de cualquier sistema complejo de información.

Una computadora dispone de un conjunto de funciones operativas planeadas en su diseño lógico. Un programa es un procedimiento planificado para resolver un problema o realizar una tarea y consta de una lista de instrucciones que, cuando se introducen por lectura y se almacenan en una computadora, determinan precisamente la secuencia de las funciones ejecutadas y los datos sobre los que se ejecutan. Las instrucciones dadas a la computadora son secuencias de bits y pueden procesarse y modificarse por medio de las funciones lógicas de la computadora precisamente de la misma manera que los demás datos. Como ya se ha mencionado, el concepto de programa almacenado ha desbrozado el camino para muchas innovaciones, incluida la que se designa con la expresión de "inteligencia artificial".

Los programas producen su efecto a diferentes niveles. Al nivel superior se hallan los programas de aplicaciones, que realizan una tarea particular como el establecimiento de la nómina de pagos, la contabilidad, etc. Las instrucciones de un programa de este tipo se pueden codificar según un conjunto de convenciones que ayudan a la interpretación individual del programa. Esas convenciones constituyen el "lenguaje" del programa. Se han elaborado diversos lenguajes, como BASIC, COBOL y PASCAL, que se parecen al lenguaje escrito.

A nivel intermedio, las instrucciones codificadas son primeramente manejadas por otro programa y traducidas en el lenguaje que la computadora entiende. Los programas que tienen por cometido actuar sobre otros programas de este modo se denominan programas compiladores o ensambladores y por lo general se suministran con la computadora.

Al nivel inferior se encuentran los programas del sistema de gestión de datos, suministrados por el fabricante (por ejemplo, Unix, sistema de tiempo compartido por múltiples usuarios, o un programa de control de microcomputadoras). El sistema de gestión de datos actúa como un administrador general y garantiza que todas las instrucciones y datos llegan a su debido destino, en el momento oportuno y en el orden correcto.

A medida que se perfeccionen los lenguajes de computadora, aumentará la eficacia de la preparación y de la ejecución de los programas. La preparación de programas sigue requiriendo gran pericia y no se presta a los métodos de producción en masa. Las arquitecturas y los lenguajes de la computadora son interdependientes y los avances en un campo estimulan los avances en el otro. Por este motivo, como la mayor parte de las computadoras son secuenciales, la mayor parte de los lenguajes son también secuenciales, aunque actualmente se está poniendo gran empeño en crear los llamados lenguajes declarativos que dan la posibilidad de un tratamiento paralelo en lugar de secuencial y tienen mucha mayor capacidad que los lenguajes convencionales.

En el momento presente se requieren programas con fines especiales, no sólo en la computadora convencional general, sino como parte integrante de un número creciente de productos, mecanismos de conmutación de telecomunicaciones, satélites, vehículos espaciales, etc.

La industria

La industria de la informática incluye el equipo físico, los programas, los componentes electrónicos y el equipo de telecomunicación. A continuación se examinan estos elementos por separado.

Equipo físico

La industria del equipo físico se caracteriza por un rápido avance tecnológico y exige grandes gastos en investigación y desarrollo (I y D). Cada vez se están automatizando más fases del proceso de producción: el diseño (diseño con la ayuda de computadora); el montaje (utilización de robots); las pruebas (computadorizadas) [4].

Los productos del equipo deben ser competitivos en el mercado mundial porque es preciso realizar un gran volumen de ventas para financiar las elevadas inversiones necesarias. Los fabricantes del equipo físico esencial y, en menor medida, los fabricantes del equipo físico periférico se han concentrado en un reducido número de países altamente industrializados. Sin embargo, las innovaciones recientes en la tecnología de la microelectrónica, que han culminado en el microprocesador, han dado origen a la industria de los semiconductores y han hecho posible la incorporación de empresas a la producción de equipo físico a varios niveles diferentes. Esto significa que podrán pasar a ser productores de equipo físico más países. Otro efecto de la nueva tecnología de la microelectrónica es que los límites entre el sector del equipo físico propiamente dicho y otros sectores, donde los microprocesadores se incorporan a los productos y al equipo de capital, tienden a hacerse más confusos [5].

Los programas o el equipo lógico*

En parte debido a la rápida evolución del equipo físico y también a que la creación de programas es una actividad que requiere gran densidad de mano de obra, hay una carencia mundial de programas. La creación del "equipo lógico inalterable", es decir, de programas fijos incorporados a la computadora en el momento de la fabricación, no ha superado, como se esperaba, este problema, ni ha estimulado el empleo de lenguajes de alto nivel. El hecho de que los programas no sean compatibles con todos los tipos de equipo físico ha contribuido a la escasez del equipo lógico.

El requisito básico para establecer una industria de equipo lógico es la disponibilidad de un personal adecuadamente calificado; no hacen falta grandes inversiones de capital en plantas y maquinaria. Es probable que en el futuro pierdan importancia los programas generales y que se deba prestar más atención a los programas especializados que se elaborarán para aplicaciones particulares [7]. Ello impulsaría a más países a establecer industrias de equipo lógico

*La Dirección de Ciencia, Tecnología e Industria de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) proyectaba publicar un informe sobre la industria de equipo lógico durante 1984.

Componentes electrónicos

La industria de componentes electrónicos experimentó un crecimiento espectacular a raíz de la Segunda Guerra Mundial (Braun, en [6]). La industria, que está ahora dominada por la industria de los semiconductores, tuvo su origen en los Estados Unidos de América. La industria de los semiconductores más grande y más desarrollada sigue encontrándose en los Estados Unidos, a pesar de que Francia, la República Federal de Alemania, el Japón y el Reino Unido han desarrollado también sus propias industrias de semiconductores.

A menudo se recurre a acuerdos de concesión de licencia porque los grandes clientes suelen necesitar una segunda fuente de abastecimiento y ello contribuye a la corriente de información dentro de la industria. El carácter original de la industria, con su diversidad y sus numerosas empresas nuevas, está siendo sustituido por una industria sólida y madura de unas pocas empresas grandes y muy desarrolladas rodeadas por algunos abastecedores satélites auxiliares.

Equipo de telecomunicaciones

Los progresos de la tecnología han estimulado una evolución y unos cambios rápidos en la industria del equipo de telecomunicaciones. Esta industria se ocupa de tres tipos fundamentales de equipo: el equipo de terminal (por ejemplo, un aparato telefónico); el equipo de transmisión (por ejemplo, un cable coaxial, una radio de microondas o satélites de comunicaciones); y el equipo de conmutación para vincular los terminales en la forma requerida. Como estimación aproximada, el equipo de telecomunicaciones representa aproximadamente el 30% de la producción de artículos electrónicos. Los países de la OCDE producen el grueso del equipo de telecomunicaciones del mundo. Un pequeño número de empresas, la mayor parte de las cuales son transnacionales, controlan la inmensa mayoría de las ventas del mundo. Los mercados geográficos más importantes para esta clase de equipo son América del Norte y los países industrializados de Europa. La concentración geográfica de la producción así como de las ventas mundiales refleja la distribución internacional de la infraestructura de telecomunicaciones.

Desde 1945 la estructura industrial del sector del equipo de telecomunicaciones se ha mantenido relativamente estable, con un casi monopsonio, es decir, una situación en la que un comprador único domina el mercado, que está equilibrado por un oligopolio de oferta estable. Recientemente, la estructura ha comenzado a cambiar bajo los efectos de los avances de la tecnología [7].

Microprocesadores

La tecnología de los semiconductores repercute en prácticamente todas las esferas: el hogar, la oficina, la fábrica, los establecimientos docentes, los hospitales y los medios de transporte. Salvo en algunos casos especializados (véase la sección relativa a la defensa, más adelante), las aplicaciones no dependen mucho de nuevos avances tecnológicos en lo que respecta a velocidad, dimensión o fiabilidad. El ritmo de desarrollo no está limitado, en general, por la tecnología de que se dispone actualmente, sino por factores económicos y sociales y por la imaginación de los innovadores potenciales.

Cuando se piensa en las aplicaciones de la tecnología en los productos finales, conviene hacer una distinción entre las mejoras de los productos existentes y los nuevos productos. En los productos existentes, la tecnología de los semiconductores se utiliza para sustituir los circuitos eléctricos o la tecnología electromecánica más viejos, lo que permite fabricar productos más flexibles y "más ingeniosos" que mejoran el rendimiento, pero cumplen esencialmente las mismas funciones que los productos anteriores y satisfacen al mismo mercado. No obstante, la aparición de la tecnología de los semiconductores y afines ha creado también la posibilidad de productos finales totalmente nuevos, con nueva capacidad para nuevos mercados.

Productos existentes

La industria de la relojería es un buen ejemplo de una industria en la que el ritmo de penetración de la nueva tecnología fue extremadamente rápido, hasta tal punto que la mayor parte de los productos finales incorporan actualmente la nueva tecnología. Otro ejemplo es la industria del automóvil, donde se están incorporando a los vehículos diversos dispositivos microelectrónicos para ayudar al conductor y con fines de control y verificación.

Otros ejemplos son los aparatos domésticos como las máquinas de lavar, los aparatos de oficina como las fotocopiadoras y los procesadores de textos; los instrumentos industriales donde los indicadores, medidores y dispositivos de visualización electrónicos han sustituido ampliamente a sus equivalentes mecánicos o electromecánicos; y los sistemas de armas como los proyectiles balísticos.

Nuevos productos

La calculadora de bolsillo se cita a menudo como ejemplo típico de un nuevo producto hecho posible gracias a la tecnología de los semi-

conductores (Clayson, en [1], pág. 392). Aunque las grandes calculadoras mecánicas, electromecánicas y electrónicas existen desde hace muchos años, el pequeño tamaño, la flexibilidad y la facilidad de uso de la calculadora de bolsillo abre un nuevo mercado y una gama de aplicaciones totalmente nueva.

Como ejemplo de producto nuevo que, a diferencia de la calculadora de bolsillo, no tiene antecesor, cabe mencionar la tarjeta de banco de plástico que incorpora una microcomputadora (Cremin, [1], p. 366). Como se señala más abajo en la sección relativa a la transferencia electrónica de fondos, las consecuencias para la industria bancaria son enormes.

Otros ejemplos de productos nuevos son los juegos video, las computadoras personales, los productos y dispositivos paramédicos "inteligentes" utilizados en los servicios médicos y para ayudar a los físicamente incapacitados, y los satélites de comunicación.

Quedan todavía por descubrir innumerables productos y procesos útiles. El ritmo de aplicación es lento y, además de los factores económicos, sociales e infraestructurales que entraña, existe un problema fundamental en las comunicaciones de doble sentido entre los usuarios finales potenciales y los fabricantes y constructores de componentes. Cremin (en [1], p. 366) examina esta cuestión en el contexto de la industria bancaria.

El número de productos que se podrían crear incorporando la nueva tecnología es prácticamente infinito; esos productos son factibles en todas las situaciones en las que [8]:

Se ha de llevar a cabo una secuencia de actos repetitivos

Hace falta almacenar y recuperar información

Es necesario seguir o comparar situaciones, o reaccionar ante ellas

La velocidad de respuesta es importante

El medio ambiente es hostil o incómodo para los agentes humanos

Captore de datos pueden proporcionar información y mecanismos actuantes se pueden poner en marcha en respuesta

La fiabilidad, el bajo costo y la pequeña dimensión son importantes

Repercusión de la tecnología en la investigación y el desarrollo

La I y D es la aplicación tradicional de las computadoras, que se inventaron para poner en práctica las aplicaciones de elaboración de datos

en gran escala de las investigaciones científicas. La infotecnología constituye ahora un instrumento fundamental en la punta de la expansión de los conocimientos en todos los campos y repercute en la I y D en varios otros aspectos fundamentales, además de la aplicación original del cálculo [5]. Entre esos aspectos cabe mencionar el cálculo interactivo, con arreglo al cual el investigador puede experimentar en tiempo real con formulaciones teóricas, el empleo de terminales visuales interactivas en aplicaciones de diseño para explorar variantes, el uso de terminales gráficos, la fabricación en gran escala según modelos y aplicaciones de simulación, así como el empleo de bases de datos y de redes de computadoras para difundir nuevos conocimientos.

Automación industrial*

El número de aplicaciones de la computadora en la industria manufacturera aumentó considerablemente en el decenio de los 60. Las aplicaciones se pueden dividir en aplicaciones en línea o independientes. Una aplicación en línea consiste en que la computadora está directamente vinculada a la operación de fabricación. Procesa la información establecida para que funcione como: a) un sistema de control, o b) un sistema de seguimiento. La función de seguimiento puede también ser un subproducto del sistema de control. Su objetivo es registrar y comunicar datos sobre la producción con el fin de proporcionar a la dirección información actual para la adopción de decisiones. Las aplicaciones independientes son aquellas en que la computadora funciona con independencia del sistema de fabricación y procesa una información textual pertinente.

Sistemas de control

Los sistemas de control basados en la microelectrónica se utilizan en la industria para el control directo de las operaciones de fabricación como: el movimiento de materiales, componentes y productos; el control de la temperatura, la presión y la humedad; el perfilado, corte, mezcla y moldeado de materiales; el montaje de componentes en subconjuntos y productos acabados; y el control de la calidad por medio de la inspección, la prueba y el análisis. En todos estos casos el estado de la variable del proceso de fabricación se plasma, por medio de un dispositivo sensor, en una señal de entrada. Esta información se procesa y transforma en una señal de salida que puede luego tratarse para determinar, por ejemplo, un

movimiento mecánico o ajustar una temperatura eléctricamente mediante un dispositivo actuante adecuado.

En ciertas aplicaciones el sistema se puede programar para lograr unas condiciones óptimas de funcionamiento gracias al control simultáneo de un gran número de variables; esa programación se utiliza en la industria del petróleo y de los productos petroquímicos, por ejemplo.

Industrias de elaboración

Las primeras aplicaciones de los sistemas de control se realizaron en las industrias de elaboración, es decir, las industrias que transforman las materias primas y la energía en productos químicos, petróleo, metales, pasta de papel y papel, alimentos, cemento, textiles y energía eléctrica. Los instrumentos vigilan las variables del proceso como el ritmo de circulación, la temperatura, la presión, la composición química y el nivel líquido. Una fábrica típica, como cualquiera de las que fabrican etileno o amoníaco, tiene que controlar varios cientos de valores y que medir más de mil variables. Los cambios se realizan en la marcha del proceso a una escala de tiempo que oscila entre unos pocos segundos y unas pocas horas (Evans, en [6]).

Industrias de fabricación

En las industrias de fabricación (automóviles, aparatos, piezas de repuesto, etc.), a diferencia de lo que sucede con las industrias de elaboración, la configuración geométrica de las materias primas se manipula de modo que las partes separadas se monten para formar productos. Los métodos de medición y control son básicamente diferentes de los utilizados en las industrias de elaboración y los problemas de la automatización son más complejos, pese a lo cual actualmente están en funcionamiento plantas sumamente automatizadas en el Japón, los Estados Unidos y Europa. Esas plantas fabrican automóviles, motores, excavadoras, equipo para la extracción del petróleo, elevadores, productos eléctricos e instrumentos mecánicos.

Una de las primeras aplicaciones más importantes de la automatización en la fabricación fue la introducción, en los años 50, de máquinas herramientas de control numérico (CN), en las que instrucciones numéricas modificadas controlan la secuencia fija de las operaciones de la máquina. Más tarde, el control convencional por cable fue sustituido por un control programado por mini-computadora para ejecutar las funciones correspondientes; a este sistema se le denominó control numérico computadorizado de las máquinas (CNC). Entre otras innovaciones cabe mencionar el control adaptador (CA) de las máquinas

*Para un examen detallado de la eficacia y la productividad de la industria manufacturera y las posibilidades de mejorarlas gracias al uso de la microelectrónica, véase Owen [9].

herramientas, con arreglo al cual se utiliza la computadora para medir, por ejemplo, las fuerzas de corte y las velocidades y para controlar el movimiento del eje y la velocidad del mandril correspondiente para mantener el ritmo óptimo de renovación del metal, y el control numérico directo (CND) de las máquinas herramientas, en el que una computadora general se conecta directamente a cierto número de máquinas de control numérico [15].

Robots industriales

El concepto del sistema de control conduce naturalmente al concepto de una máquina universal que tenga flexibilidad para realizar diversas tareas, es decir, el robot industrial.

Los robots industriales se definen habitualmente* como manipuladores que tienen un alto grado de libertad y que desempeñan funciones de movimientos flexibles. El robot industrial entraña un enfoque de la automatización que difiere del enfoque tradicional. En el pasado la tecnología estaba destinada a ejecutar una tarea de una manera que no era necesariamente análoga a la utilizada por los seres humanos. En cambio, si se aplica el "criterio del robot" a la automatización, las máquinas siguen mucho más de cerca la actuación humana puesto que reflejan una tendencia de las máquinas "construidas para un fin" a la universalidad (Zermeno, Moseley y Braun, en [6]). Esto tiene sus ventajas y sus desventajas, y es necesario examinar meticulosamente los aspectos económicos de la utilización de robots. La disponibilidad de robots en servicio altamente desarrollados facilitará la introducción de la automatización, pero esos robots suelen ser más caros que los dispositivos automáticos construidos para un fin cuando se utilizan para realizar tareas sencillas y comunes. Por otro lado, con un mercado suficientemente grande para los robots, los costos de diseño y creación pueden reducirse.

La fabricación de robots industriales, que comenzó a fines de los años 60, fue considerablemente impulsada por la capacidad y flexibilidad de los microprocesadores, gracias a lo cual se hicieron rápidos progresos que dieron origen a la aplicación práctica de robots industriales en la primera mitad de los años 70. Se calcula que en 1978 había en todo el mundo en uso 8000 robots [10], que se utilizaban principalmente en las operaciones de revestimiento, soldadura, prensado y moldeado por inyección, particularmente en las industrias de aparatos electrodomésticos y automóviles. La Asociación Japonesa de Robots

*Crossley (en [1], p. 351) da la clasificación y las definiciones de los robots industriales que aprobó el Comité de Normalización Tecnológica de la Asociación Japonesa de Robots Industriales en 1974.

Industriales, establecida en 1971, predijo que los robots industriales pasarían a ser de uso general en los países industrializados en el decenio de 1980.

Diseño y producción manufacturera

Los sistemas de diseño y producción manufacturera están relacionados con el procesamiento independiente de información textual o diagramática relativa al diseño de fabricación y a la planificación y el control de la producción. Entre estos sistemas cabe mencionar los siguientes:

Diseño con ayuda de computadora (DAC)

Planificación de las necesidades

Planificación de la capacidad

Programación

Control de compras, con inclusión de sustitución de las materias primas, control de existencias y control de pedidos

Control de la producción y el montaje, con inclusión del control de materiales, control de carga, control de inventario, control de instrumentos, control de tareas y expedición

Esas aplicaciones se derivan habitualmente de la sustitución de procedimientos manuales por procedimientos controlados por computadora; hacen posible la optimización y simulación de planes a una velocidad que resultaría imposible alcanzar utilizando métodos manuales.

Fabricación integrada con computadora

Las aplicaciones industriales de la informática se han realizado, como era inevitable, gradualmente. Se han resuelto problemas particulares, pero la contribución de la computadora ha resultado a menudo menor de la prevista. Es ahora evidente que no basta con superimponer la tecnología de la computadora a los sistemas de fabricación tradicionales y que es conveniente adoptar un criterio de sistema total.

A esa tecnología total se le ha dado el nombre de fabricación integrada con computadora. La tecnología integrará todos los aspectos de la actividad manufacturera desde el diseño inicial hasta el almacenamiento, las ventas y el servicio; todas las etapas se controlan por medio de módulos individuales de programa de computadora vinculados entre sí en un sistema jerárquico. Se prevé que esta aplicación requerirá un desarrollo sustancial del equipo lógico y que se desenvolverá a lo largo de un período de tiempo bastante largo.

Automación de las oficinas

Curnow [5] estima que, a largo plazo, la automatización de las oficinas será el principal sector de crecimiento de la infotecnología y tendrá una repercusión radical en la eficacia de la corriente de información dentro de una empresa. Todos los procedimientos de oficina se pueden coordinar y racionalizar y todas las transacciones se pueden seguir de manera constante aplicando la infotecnología apropiada. Ello dará origen a la denominada "oficina integrada" [11], algunos de cuyos componentes están ya bastante avanzados en los países industrializados. Son comunes las aplicaciones relativas al procesamiento de datos y de palabras. Otras aplicaciones, como el procesamiento de imágenes y de sonidos, se encuentran en una etapa relativamente inicial de desarrollo.

El procesamiento de imágenes da la posibilidad de representar en forma visual datos complejos. Productos como las máquinas para transmitir facsímiles, los dispositivos de visualización de gráficos, etc., entran dentro del campo del procesamiento de imágenes. Esta tecnología puede desempeñar un importante papel en la mejora de la productividad de las oficinas. El procesamiento de los sonidos se refiere a los mecanismos electrónicos de entrada y salida en forma del discurso directo. A plazo más largo se esperan progresos importantes en el sector del reconocimiento electrónico de la voz [5], lo que influirá obviamente en la administración de las oficinas en forma fundamental.

Los procesadores de palabras, basados en la tecnología más tradicional del tratamiento de datos, constan de pantallas de visualización video con teclados, unidades centrales de proceso, con memoria interna y externa e impresores (Boddy y Buchanan, en [11]). Los procesadores de palabras pueden cumplir las siguientes funciones: captación de información, almacenamiento de información, manipulación de información, distribución de información y control electrónico de la mecanografía y la impresión. El procesamiento de palabras mejora considerablemente la productividad de la mecanografía (Lamborghini, en [3]). Las interconexiones entre las centrales de procesamiento de palabras, mediante sistemas de telecomunicaciones, estimularán las innovaciones en el sector del correo electrónico. Hasta que no se aproveche plenamente el potencial de las interconexiones y el acceso a los sistemas centrales de archivo, etc., para lograr la integración de las actividades de archivación, catalogación y difusión de la información, tanto dentro como fuera de la oficina, no se sacarán los máximos beneficios de los procesadores de palabras.

Actualmente se están utilizando ampliamente sistemas de gestión basados en la computadora no relacionados con ninguna industria particular, por

ejemplo, en la planificación financiera, y en los sistemas de remuneraciones y pensiones. La realización de programas para esas aplicaciones ha llevado muchos años.

La transferencia electrónica de fondos

Se prevé que la infotecnología tendrá gran repercusión en la industria bancaria. En la actualidad, esa industria afronta un problema estructural fundamental de productos poco económicos y unos gastos de personal y locales desproporcionadamente elevados, lo que constituye un fuerte incentivo para pasar de las operaciones que entrañan el movimiento de trozos de papel a la transferencia electrónica y a unas operaciones bancarias sin talones.

La expresión transferencia electrónica de fondos (TEF) abarca todas las transacciones que se sirven de computadoras en línea por medio de las cuales se adeudan o acreditan directamente cuentas entre bancos o filiales o entre clientes y filiales o se transfiere el costo de las compras de la cuenta del cliente a la del almacén (transacciones en el punto de venta) [12]. Quizá tenga aún más importancia para el futuro de las operaciones bancarias la creación de tarjetas de plástico personales con una microcomputadora barata incorporada, para ser utilizada como una cartera electrónica, que permite pasar el valor de una tarjeta a otra sin la intervención de un banco. Se prevé que esas tarjetas serán instrumentos de pago personales, baratos, portátiles y de gran capacidad (Cremin, en [1]).

La transformación de las transferencias manuales en transferencias electrónicas de fondos exige una reorganización y por ahora son pocas las entidades interesadas (Estado, bancos, empresas de seguros) que están dispuestas a emprender esta reorganización*. Sin embargo, existe una tendencia a pasar a la TEF [13] y se van a producir cambios fundamentales en la estructura financiera de los bancos, que se transformará de la actual industria de servicios con gran densidad de mano de obra y elevados costos de personal y locales en una industria de autoservicios descentralizada y con gran densidad de capital, que entrañará escasos gastos de locales y personal.

Sistemas de apoyo a las decisiones

En los países industrializados se ha generalizado el empleo en las empresas de sistemas de información administrativa basados en la computadora.

*Para un examen detallado de las cuestiones que plantea la transferencia electrónica de fondos véase *Communications of the ACM*, vol. 22, No. 12 (diciembre 1979).

La gestión de una organización se lleva a cabo a tres niveles funcionales: operativo, táctico y estratégico. El nivel operativo o práctico entraña las actividades cotidianas de rutina; el nivel táctico, el control y la evaluación de esas actividades, y el nivel estratégico, la planificación a largo plazo. En los países industrializados los sistemas de información administrativa han evolucionado a esos tres niveles en los últimos 30 años.

Los dos primeros niveles contribuyen a la productividad de la organización. El tercer nivel contribuye a su supervivencia y expansión: los conceptos en juego son "eficiencia social" [4] e "inteligencia social" (Dedijer, en [1]). Mientras que la eficiencia social es el producto de una buena infraestructura de gestión que posibilita la evaluación y el procesamiento eficaces de la información de rutina en función de los costos, la creación de una capacidad de inteligencia social sigue siendo objeto de debate en todo el mundo.

En los países industrializados, los sistemas de información administrativa se han utilizado sin dificultades durante cierto tiempo en los niveles operativo y táctico [14]. Ello ha sido posible debido a que se dispuso de personas que contaban con la experiencia y los conocimientos administrativos requeridos para establecer unos procedimientos operativos adecuados y a que la experiencia adquirida al nivel práctico contribuyó al avance al nivel táctico (Jorssen, en [15]). Al mismo tiempo, se desarrollaron las infraestructuras del equipo físico y del equipo lógico. Al nivel estratégico, los sistemas de información administrativa plantean problemas más graves y sólo recientemente se ha dado un paso del nivel táctico al nivel estratégico de estos sistemas o de los sistemas de apoyo a las decisiones [16], que proporciona una base para crear la estructura de la inteligencia social.

Sistemas de información al servicio de la administración pública

En el plano nacional, los procesos de adopción de decisiones de las actividades públicas deben ser capaces de reaccionar al medio ambiente a la velocidad a la que se producen los cambios. El proceso de transmisión de información ha de contar con los medios adecuados y dado el ingente volumen de información que se ha de transmitir en ese proceso, la infotecnología debería desempeñar un papel esencial en la captación sistemática de información y su organización, transmisión y disponibilidad en el momento oportuno a todos los niveles de decisión.

La infotecnología se ha aplicado extensamente en los sistemas administrativos de la administración pública. Entre las aplicaciones

típicas cabe mencionar el procesamiento de transacciones de gran volumen como los pagos de beneficios (por ejemplo, la seguridad social), la recaudación de impuestos, los censos de población, las estadísticas comerciales y la contabilidad. Las computadoras se están utilizando también en la administración pública para la planificación, el apoyo a las decisiones [16] y la recuperación de información [5]. Cada día se admite más la capacidad potencial de automatización de las oficinas en este sector. La infotecnología ofrece un amplio campo para la eficacia, la conservación de los recursos y la promoción de la capacidad de adopción de decisiones y de la estructura orgánica de los servicios públicos. En apoyo de esta opinión, Friedrichs (en [3]) indica que el 75% aproximadamente de los empleos en la administración pública se podrían sujetar a formas concretas y el 38% se podrían automatizar. Las presiones crecientes sobre los recursos públicos impulsarán a la adopción de la infotecnología en este sector en los países industrializados.

La defensa y el sector aeroespacial

Las aplicaciones militares de la infotecnología tienen una importancia fundamental (Rahman, en [1], p. 435); en realidad, algunas de las primeras computadoras se utilizaron para aplicaciones militares y la industria de los semiconductores tuvo sus orígenes en los Estados Unidos principalmente en los sectores aeroespacial y de la defensa. La demanda de estos sectores de dispositivos de alto grado de perfeccionamiento y fiabilidad dio origen a la aparición del transistor de silicón y más tarde a los circuitos integrados (Mackintosh, en [6]). La orientación y el control de las armas modernas, así como las comunicaciones, el mando y los servicios de información militares dependen considerablemente de la tecnología perfeccionada.

Factores que influyen en la difusión de la informática en la industria

Incluso en los países industrializados la difusión de la informática será gradual, por varias razones:

- La necesidad de grandes inversiones de capital en las plantas existentes
- La escasez de capital para invertir
- Los problemas de relaciones de trabajo
- La escasez de personal calificado
- La disponibilidad y el costo de los sensores y agentes actuantes
- Obstáculos tecnológicos

Los motivos para introducir innovaciones en el campo de la informática son primordialmente económicos y entrañan factores como los siguientes:

- Ahorro de mano de obra
- Ahorro de energía
- Ahorro de materiales
- Mejoramiento del control de la producción
- Mejoramiento del control del proceso y la calidad
- Aumento de la flexibilidad con respecto a los productos
- Mejoramiento de los productos
- Mejoramiento de la conservación de existencias
- Mejoramiento de la lucha contra la contaminación
- Reducción de la necesidad de personal en medios ambientes hostiles

Costos

Los costos de la infotecnología se han reducido rápidamente debido a la sustitución de componentes separados por componentes microelectrónicos. De 1973 a 1982, por ejemplo, el costo por bit de memoria de computadora correspondiente a generaciones sucesivas de microplaquetas de memoria de acceso aleatorio se ha reducido a un porcentaje anual del 40% (Noyce, en [6]). Además de la reducción del precio de los propios componentes, se requiere menos mano de obra y materiales para las interconexiones, así como menos pruebas intermedias y el manejo y mantenimiento de los componentes son más baratos. Los dispositivos electromecánicos no han experimentado la misma reducción de los precios que los dispositivos electrónicos y, en consecuencia, las unidades periféricas, incluidos los captadores de datos y los actuadores, siguen siendo todavía en muchos casos bastante caras. Ello se refleja en el bajo nivel general de la automatización industrial en el momento presente. Aunque los precios de las telecomunicaciones no parecen haber disminuido tan rápidamente como otros productos de base electrónica, los datos disponibles sobre los precios tienden a sugerir que los precios del equipo han aumentado con una rapidez considerablemente menor que los precios de todos los demás productos manufacturados. Gracias a las mejoras en las tecnologías de transmisión y conmutación, los costos de comuni-

cación por milla de circuito siguen disminuyendo constantemente [7].

Repercusiones sobre la sociedad

Recientemente se han publicado muchos artículos y libros sobre las repercusiones de la infotecnología en la sociedad. Cabe distinguir tres opiniones: la opinión microsectorial, la opinión macrosectorial y la opinión estructural [17].

La opinión microsectorial acerca de las repercusiones de la infotecnología en la sociedad que predomina en América del Norte insiste en la función de las telecomunicaciones. Al crear sistemas mundiales de información unidos a una adopción local de decisiones, es posible invertir la tendencia hacia la urbanización, lo que provocaría un cambio fundamental en la sociedad.

La opinión macrosectorial, que predomina en la mayor parte de los países de Europa Occidental y en algunas partes de los Estados Unidos, pasa de las comunicaciones a un concepto más general de la información. Porat [18] descubrió que más del 50% de la fuerza de trabajo de los Estados Unidos participaba en actividades de información y que esas actividades constituían el 45% del producto nacional bruto (PNB). Posteriormente se obtuvieron resultados análogos con respecto a otros países de la OCDE. De ello se deduce que el mundo se está transformando en una sociedad mundial de información.

Una opinión aún más amplia, la opinión estructural, que predomina en el Japón y Francia, se centra en los cambios en el "proceso" que se derivan de la aplicación de la infotecnología, con inclusión de los cambios producidos por la utilización de robots, la automatización de las oficinas, etc. Los cambios en los procesos tienen la capacidad potencial de influir en todos los aspectos de la actividad económica y de los estilos de vida.

Bell (en [6]) ha examinado lo que él denomina la sociedad postindustrial cuyas características son las siguientes: la transformación de una sociedad productora de mercancías en una sociedad de servicios; un cambio en la índole de las investigaciones en las que el interés primario por los productos ha dejado el paso a un interés primario por las propiedades de los materiales; y la aparición de una nueva tecnología intelectual como instrumento clave para la administración de organizaciones complejas. La infotecnología es a todas luces fundamental para la sociedad postindustrial.

III. Repercusiones de la informática en la productividad y el empleo

El empleo de la infotecnología ha provocado reducciones importantes de las necesidades de mano de obra y aumentado la productividad en los países industrializados. Entre otros ejemplos de las aplicaciones de la infotecnología cabe mencionar las industrias de las cajas registradoras y de las telecomunicaciones.

Narasimhan (c) [1] señala que la tecnología desempeña dos funciones en una economía: una función extensiva y una función intensiva. En su función extensiva, la tecnología amplía la esfera de la actividad industrial, creando nuevos procedimientos y productos y, por tanto, nuevos empleos. En su función intensiva, aumenta la productividad y tiende a reducir los empleos (actuales o potenciales). Desde una perspectiva a largo plazo, ambas funciones se deberían considerar positivas y convenientes.

A nivel macroeconómico, los efectos en el empleo total de la infotecnología no son inmediatos. Aunque la tecnología es un factor importante, el nivel y la estructura del empleo dependen también del ciclo económico, de la política económica, del sistema económico, de factores demográficos, del grado de resistencia de los trabajadores al cambio, de la distribución de los ingresos, etc. Es difícil separar esos efectos.

La infotecnología, al facilitar la producción de equipo y productos nuevos y la expansión y el perfeccionamiento de los servicios, crea oportunidades de empleo a nivel de la fábrica y a nivel del usuario final. Sin embargo, las posibilidades potenciales de empleo en el sector manufacturero pueden ser pequeñas en los países en desarrollo que importan la mayor parte del equipo fabricado, y el aumento de las necesidades de capital puede ocasionar una mayor concentración de la producción industrial en los países desarrollados. El empleo que es posible crear mediante la producción autóctona de productos de informática (componentes, computadoras, procesadores de palabras, equipo lógico, etc.) exige una especial consideración (véase el capítulo VI). El empleo directo del equipo de informática, como computadoras, es probable que afecte sólo a una pequeña proporción de la fuerza de trabajo (Rada, en [1], p. 199).

Desde el punto de vista nacional, el uso de la infotecnología debiera estar influido por varias consideraciones, por ejemplo, la supervivencia y el crecimiento razonable de la empresa mediante la producción de bienes de alta calidad y precios competitivos; el empleo del mayor número posible de personas a unas remuneraciones socialmente aceptables; la mejora de las condiciones de trabajo; y una distribución adecuada de los conocimientos técnicos. La concentración de la atención en un único aspecto, como la posible repercusión negativa en el empleo a corto plazo, podría dar origen a una opinión deformada.

En la medida en que los aumentos de la producción compensan los aumentos de la eficacia y la productividad, la aplicación de la infotecnología a los procesos industriales se realizará a un ritmo igual al del aumento del empleo. Por supuesto, para unos niveles de producción determinados, es posible que resulte una demanda reducida de mano de obra. La cuestión que consiste en saber si la producción debería aumentar en proporción a los aumentos de la eficacia dependerá de que se pueda encontrar un mercado para la producción adicional.

La aplicación de la infotecnología en una empresa o sector particular de la economía tiene repercusiones, a través de vinculaciones, en el empleo en otros sectores de la economía (Stoneman, [1], p. 262). El resultado debería ser uno, precios inferiores ajustados a la calidad. Los aumentos consiguientes de la demanda deberían estimular el empleo. No obstante, si un país no asume la nueva tecnología tan rápidamente como otros, podrá tener que depender de las importaciones para satisfacer la demanda de bienes de consumo.

Los cambios en la distribución mundial del poder adquisitivo como resultado de aumentos en el precio de la energía y también debido a un más amplio acceso a los conocimientos tecnológicos por países recién industrializados y en desarrollo han modificado radicalmente la distribución mundial de la demanda. Un factor que contribuye a estrechar las opciones de los países en desarrollo es el impulso tecnológico de los países desarrollados y la erosión consiguiente de las ventajas comparativas. Los países en desarrollo, al ser

particularmente dependientes del comercio exterior para su crecimiento económico, deben orientar su capacidad productiva hacia productos y procesos que se ajustan a esos cambios de la demanda. Es preciso maximizar la eficiencia en todos los sectores y la función de la creación de productos asume una importancia esencial.

Una grave dificultad consiste en que algunos países desean mantener un superávit en su balanza comercial. Como consecuencia de ello, los países que incurren en grandes déficit en su balanza comercial pasan a ser sumamente dependientes de los préstamos y las inversiones extranjeros, con las incertidumbres que eso entraña. El resultado es que la demanda se debilita en todos los países más de lo que habría ocurrido en caso contrario, y ello influye negativamente en los niveles de empleo.

Muchos países en desarrollo son fundamentalmente diferentes en lo que se refiere a la oferta de mano de obra, capital, conocimientos técnicos, divisas, niveles de desempleo, etc., así como en lo que respecta a sus sistemas económicos y políticos. Esos y otros factores como la magnitud de los distintos mercados, el grado de control de divisas, incluido el grado de interacción con los abastecedores locales de bienes de capital intermedios, etc., y el nivel de la capacidad tecnológica autóctona hacen difícil evaluar la repercusión de la infotecnología en el empleo y la productividad en el Tercer Mundo en general ([1], sección 8, pág. 430). Por añadidura, en muchos países en desarrollo existe una economía dual, es decir, un sector rural y un sector urbano que son casi totalmente independientes entre sí. Las circunstancias históricas y la situación geográfica son también pertinentes, así como el grado actual de especialización, que repercute en la facilidad con que se puede incorporar la infotecnología a los procesos de producción.

Factores que influyen en la adopción de la infotecnología

Realmente no existe opción en cuanto a la posibilidad o no de adoptar la infotecnología (Kuale, en [1], pág. 222). Los países en desarrollo sólo pueden sobrevivir en el mercado mundial si siguen el ejemplo de los países desarrollados e incorporan la nueva infotecnología a sus productos. Una razón de ello es que el sistema económico que impera en grandes partes del mundo de hoy se caracteriza por una estructura descentralizada de adopción de decisiones. El hecho de que tanto los ingresos como la supervivencia estén estrechamente vinculados a las acciones adoptadas por una empresa proporciona un incentivo para que se procure constantemente aumentar la productividad. Como ya se ha

señalado, existe una presión económica universal para introducir mejoras de la eficiencia general, la innovación radical de los productos, etc., que la tecnología de la informática facilita. Es razonable, pues, esperar que las aplicaciones de esta tecnología seguirán ampliándose.

Correctamente aplicada, la infotecnología puede facilitar mejoras cualitativas y visuales de los productos, en particular mediante la miniaturización. Esas mejoras pueden ser un factor importante para promover la competencia de los productos.

Ni siquiera los sectores protegidos de la economía podrán evitar la introducción de la infotecnología, puesto que también en esos sectores existe una considerable competencia.

El proceso innovador y la difusión de tecnologías a los países en desarrollo

Como se ha indicado en el capítulo II, la informática tiene una amplia gama de aplicaciones directamente vinculadas con la fabricación, por ejemplo, la gestión de la producción, el control de los procesos, el diseño y el control de la maquinaria (máquinas de control numérico, robots, etc.). Las innovaciones en la fabricación, que en muchos casos entraña un equipo basado en la infotecnología, se suelen introducir para responder a deficiencias del sistema de fabricación: baja productividad de la mano de obra; fallos de la maquinaria; falta de conocimientos técnicos; consumo excesivo de energía; cualidad inadecuada del producto; condiciones de trabajo poco seguras, etc. La escasez de capital, la falta de divisas, las deficiencias de los conocimientos prácticos y teóricos retrasarán el ritmo de difusión de las tecnologías basadas en la informática, especialmente en los países en desarrollo. La Conferencia de Dublín sobre la informática y el desarrollo industrial ([1], sec. 8, p. 430) señaló la escasez de conocimientos técnicos como un obstáculo importante para la introducción exitosa de esas tecnologías.

Los elementos del medio ambiente industrial distintos de la propia tecnología, como el apoyo a la producción, los niveles de las técnicas, la capacitación, la estructura industrial, el desarrollo de la gestión, etc., son también pertinentes en la innovación industrial. Eso no significa que la transferencia de tecnología o la I y D no sean importantes en el sector industrial.

Una empresa o una economía que no esté positivamente inclinada a la innovación industrial normalmente decaerá. Incluso cuando el proceso innovador se lleva a cabo primordialmente dentro de la empresa, las autoridades públicas tienen la facultad de influir en el proceso en diversas

formas: políticas y actitudes favorables a las inversiones extranjeras, políticas comerciales y arancelarias y medidas fiscales de apoyo a la I y D.

Industria en el exterior

En las instalaciones del exterior se suelen llevar a cabo actividades de montaje que no son por lo general muy técnicas. El montaje se está actualmente automatizando. Las empresas con grandes instalaciones manufactureras en el exterior podrán comparar los costos de producción en los países en desarrollo, con bajos costos de mano de obra, con los gastos de fabricación en el país de origen donde se utiliza una tecnología avanzada. Mucha de la producción que se lleva a cabo en el extranjero podría pasar a ser menos atractiva debido a los efectos de un aumento de las remuneraciones internas en los países en desarrollo, barreras arancelarias e innovaciones basadas en la infotecnología en los países desarrollados. Por otro lado, parece probable que algunas industrias elegirán los países en desarrollo como emplazamiento para la creación de empresas basadas en la nueva tecnología.

Transferencia de tecnología

La mejora del nivel de educación, unida a la disponibilidad de una información tecnológica, podría dar a los países en desarrollo la posibilidad de producir con eficacia en condiciones competitivas y de mantener de ese modo un nivel aceptable de empleo. Las condiciones en que se efectúan las transferencias de tecnología a los países en desarrollo y también las relaciones entre los centros que reciben esa tecnología en los países en desarrollo y la economía de esos países son factores fundamentales. Los progresos en el campo de la infotecnología provocarán una demanda de mano de obra con los conocimientos técnicos apropiados, lo que exige una capacitación adecuada.

El ejemplo de la industria de la confección

La repercusión de la infotecnología en el empleo y la productividad en los países en desarrollo se puede comprender si se toma una industria concreta como ejemplo: la industria de la confección es importante en muchos países en desarrollo desde el triple punto de vista del empleo, las exportaciones y el desarrollo. La repercusión de la infotecnología en esa industria desde la perspectiva de los países en desarrollo ha sido examinada, entre otros, por Rush y Hoffman (en [1], p. 252) y Rada (en [3]). Esta industria ha

requerido tradicionalmente una gran densidad de mano de obra y ha estado muy fragmentada. Los sistemas de gestión y organización son de nivel elemental y el grado de tecnología utilizado para apoyar el proceso de producción ha sido limitado. Se producen diversas prendas de vestir y, debido a las bajas tasas salariales, los países en desarrollo han disfrutado de un grado importante de ventaja comparativa en algunos de los subsectores de gran volumen. Actualmente se dispone de la infotecnología necesaria para automatizar muchos procesos de producción en la industria de la confección y los avances recientes en la microelectrónica, basados en el microprocesador, aumentarán el alcance y la flexibilidad de aplicación de la infotecnología en esa industria y abaratarán su puesta en práctica. Ello provocará cambios en las necesidades de conocimientos técnicos y de inversiones de la industria. Los costos del trabajo pasarán a ser un factor menos importante. Conviene, por lo tanto, que los países en desarrollo tengan en cuenta la repercusión potencial de la infotecnología en la elaboración de sus estrategias de desarrollo relativas a la industria de la confección.

Cambios estructurales en el empleo

Durante la revolución industrial del siglo pasado, se temía que la sustitución del trabajador por la máquina desembocaría en un desempleo generalizado y, de hecho, se produjo cierto desplazamiento de la mano de obra. Sin embargo, los incrementos de la productividad originaron aumentos reales de los ingresos, una expansión de la demanda y la creación de nuevas industrias y actividades de servicios. El empleo general aumentó, aun cuando su composición se modificó, con un desplazamiento de la agricultura hacia la industria y el sector de los servicios.

Actualmente, la industria y los servicios son los primeros candidatos para la aplicación de la infotecnología. A menos que se produzca una expansión masiva de nuevos productos industriales y nuevos servicios, los sectores industrial y de servicios no podrán absorber la mano de obra desplazada por la automatización industrial y de las oficinas. El gran aumento de la población desde la revolución industrial, así como el estancamiento actual del crecimiento económico, reduce las perspectivas de absorción de la mano de obra desplazada.

La rápida transformación estructural entre los dos sectores proporciona la base para las oportunas mejoras de la productividad y del empleo en general, pero es fuente también de tensión social. Los cambios globales de la estructura de la demanda junto con la evolución de la informática es probable que contribuyan a que la

fuerza de trabajo no logre en general reconocer ni responder positivamente a la necesidad de esas transformaciones. La principal característica de los países desarrollados en este sector ha sido la importancia reducida del sector agrícola y el crecimiento correspondiente del sector de los servicios. Estos cambios estructurales se han producido como resultado de un reducido crecimiento de la demanda y de grandes aumentos de la eficacia en la agricultura, junto con la situación inversa en el sector de los servicios, es decir, un rápido crecimiento de la demanda y unos lentos aumentos de la eficacia. Si los aumentos de la eficacia en el sector de los servicios hubieran sido mayores, los cambios estructurales entre los sectores habrían sido menos marcados. El empleo del microprocesador para automatizar y mejorar la eficacia del sector de los servicios contribuiría a reducir esas rápidas transformaciones y ayudaría también al sector a desempeñar una función catalizadora en relación con la promoción de un desarrollo industrial orgánico y autosostenido en general. El movimiento entre los sectores podría en ese caso en cierta medida ser sustituido por unos movimientos socialmente menos perturbadores dentro del sector secundario para ajustarse a las nuevas estructuras de la demanda de bienes manufacturados.

Sin embargo, si los países en desarrollo tuvieran que importar procesos industriales completos con arreglo a contratos de llave en mano, podrían producirse islotes de alta tecnología y no sería fácil predecir las tensiones sociales y económicas que ocasionaría la adaptación a los tipos de desequilibrios que pasarían a ser una característica de la economía.

Conclusión

El campo de aplicación de la infotecnología al aumento de la productividad en los procesos industriales es amplio y las repercusiones potenciales de esas aplicaciones en las necesidades de mano de obra no calificada y calificada son importantes. En el plano nacional, resulta difícil desglosar los efectos de la infotecnología sobre el empleo de otros determinantes de esta variable. Aun cuando el ritmo de difusión de la infotecnología variará, existen fuerzas que obligan a adoptarla para mejorar la eficacia y promover la productividad con el fin de mantener la competitividad. Por lo tanto, es esencial que se dé la cabida debida a la infotecnología en la elaboración de estrategias de desarrollo industrial.

IV. La expansión de la informática en los países en desarrollo

Acción internacional para promover políticas y estrategias

El progreso tecnológico tropieza en los países en desarrollo con numerosos obstáculos y dificultades, entre los que cabe mencionar los siguientes: el analfabetismo masivo; la escasa infraestructura de las comunicaciones para apoyar las transferencias de información; la falta de recursos financieros; el desempleo generalizado; la dispersión de las comunidades rurales; el rápido crecimiento de la población; la falta general de infraestructuras; la falta de procedimientos organizados para adaptar la tecnología transferida desde el extranjero, y la falta de una capacidad básica para adoptar decisiones y ponerlas en práctica en lo que se refiere a cuestiones del desarrollo.

Las estadísticas comparadas ponen de relieve los problemas. La población del Tercer Mundo (incluida China) es de unos 3.000 millones de personas, lo que representa casi las tres cuartas partes de la población mundial, pero sus ingresos equivalen a un quinto de los ingresos mundiales y sólo posee el 10% de la industria manufacturera del mundo. El analfabetismo oscila, por lo general, en torno al 50% y llega al 80% en varios países. El Banco Mundial estima que (con exclusión de China) 800 millones de personas son indigentes y (con optimismo) esa cifra seguirá siendo de 600 millones en el año 2000.

Narasimhan (en [1]) propone que habrá que poner a prueba soluciones radicalmente innovadoras y no convencionales para incorporar la infotecnología a la educación con el fin de poner término al analfabetismo, a la atención sanitaria para elevar el nivel de vida y a los servicios comunitarios para mejorar la calidad de la vida de pequeñas comunidades de personas geográficamente dispersas en países como la India. La magnitud del problema imposibilita la aplicación de soluciones convencionales.

Trabas a la difusión de tecnologías de sistemas

Un obstáculo fundamental para el desenvolvimiento de la infotecnología en los países en desarrollo es que pertenece en gran parte a la categoría de las "tecnologías de sistemas". Para

que las tecnologías de sistemas se puedan aplicar con eficacia, es preciso coordinar un gran número de componentes que se influyen recíprocamente para actuar como un sistema (Barguin, en [1], p. 84). Además de la viabilidad económica y técnica, se debe tomar en consideración la viabilidad social y cultural, aspecto que puede resultar más restrictivo (Banerjee, en [1]). Una tecnología de sistemas se puede poner en contraste con el tipo de transferencias de tecnologías que da buenos resultados, en el que una innovación separada que requiere escasas técnicas nuevas para ser aplicada, como la calculadora de bolsillo, se introduce, y al mismo tiempo se movilizan conocimientos prácticos para nuevas aplicaciones (Clayson, en [1], p. 392).

Acción internacional

Debido a los numerosos obstáculos y limitaciones, la acción internacional será esencial para ayudar a promover la adopción de políticas y estrategias adecuadas con relación a la expansión de la informática, junto con el establecimiento de medidas institucionales nacionales apropiadas, en los países en desarrollo.

Autosuficiencia tecnológica

El principio de la autosuficiencia tecnológica para los países en desarrollo es ahora ampliamente considerado como un requisito previo esencial no sólo para la rápida aceleración de su desarrollo social y económico, sino también para superar su excesiva dependencia tecnológica de los países industrializados.

La autosuficiencia tecnológica se define como la capacidad autónoma para adoptar y aplicar decisiones y ejercer, de ese modo, la facultad de opción y de control sobre sectores de dependencia tecnológica parcial o sobre las relaciones con otras naciones. La necesidad de contar con unas estrategias operativas a este respecto viene puesta de relieve por el hecho de que las investigaciones actuales sobre los problemas que interesan directamente al Tercer Mundo representan únicamente alrededor del 1% de los gastos totales en investigaciones de los países industrializados [19].

La autosuficiencia debe estar relacionada con el desarrollo a largo plazo de conocimientos prácticos y recursos y con la independencia para utilizarlos con miras a alcanzar los objetivos racionales (Gupta, en [1], p. 109). No se debería considerar simplemente como un impulso hacia la autosuficiencia en respuesta a presiones inmediatas, como la escasez de divisas. El establecimiento y la aplicación de una estrategia de autosuficiencia tecnológica es un problema complejo. Entraña muchos más aspectos que la creación de centros nacionales de tecnología, el mejoramiento del acceso a las patentes y conocimientos técnicos extranjeros y la disponibilidad de capital para explotarlos. Las interacciones sociales, económicas y culturales desempeñan un papel importante y se debe tener la voluntad de comunicar y cooperar a todos los niveles [19].

Un programa adecuado de actividades de investigación y desarrollo autóctonas es un componente esencial de toda estrategia de autosuficiencia tecnológica. Ese programa no debe tener por objeto duplicar los esfuerzos de los países industrializados. Para que sea eficaz en función de los costos, debe ser muy selectivo y concentrarse en un número reducido de cometidos que guarden la máxima relación con la situación del país de que se trate (Deodhar, en [15]).

Función de la informática para el logro de la autosuficiencia

El empleo de la informática en la promoción de la autosuficiencia no ha recibido todavía un reconocimiento general en los foros internacionales.

La informática repercute en todos los sectores. Está principalmente relacionada con las modalidades de proporcionar la información correcta a la persona idónea en el momento oportuno, de una manera eficaz en función de los costos; el medio de transmisión puede sujetarse a formas prescritas y basarse en la infotecnología o ser informal y verbal. Los procesos de la corriente de información que apoya a la productividad son sutiles y complejos y no se comprenden todavía bien ni se sujetan a modelos. Aquí es donde residen los problemas más graves de la informática y no en la tarea más sencilla de automatizar un sistema de información sobre la base de un modelo bien estructurado.

Sector de los servicios

La industrialización y el desarrollo económico han ido siempre acompañados en los países desarrollados de un cambio estructural de la mano de obra, que se ha transferido de los sectores de producción primario y secundario al sector terciario o de servicios [18, 20, 21]. Nara-

simhan [1] señala la importancia trascendental de fomentar el sector de los servicios en los países en desarrollo. El sector de los servicios está relacionado principalmente con la información en los campos de la banca y los seguros, así como las agencias, las consultorías industriales, etc. Con el incremento del desarrollo, la demanda de servicios especializados de información de todo tipo aumentará; las categorías profesionales del sector de los servicios, a su vez, se profesionalizarán y harán más especializadas con lo que se elevará la "conciencia de la información". En las primeras etapas de la industrialización, las ocupaciones del sector de servicios son internas, pero se convertirán en industrias independientes, a medida que la industrialización avance y que las ocupaciones de los servicios se especialicen y se profesionalicen.

Según Narasimhan [1], sin embargo, a lo largo de los 50 años durante cuyo periodo se montó en la India una base industrial general, prácticamente no se produjo ningún cambio estructural de la fuerza de trabajo, a partir de las categorías profesionales tradicionales. Como resultado de ello, una gran proporción de empresas actúan sin disponer del aporte de una información especializada que normalmente debería existir en un sector de los servicios. Las categorías profesionales que faltan son las que contribuirían a la eficacia y a la productividad de los sectores de producción primario y secundario.

En consecuencia, en la India, al igual que en otros países en desarrollo, el sector industrial permanece aislado y sin integrarse al sistema socioeconómico nacional. Muchas ocupaciones que deberían acompañar a una industrialización equilibrada y proporcionar diversas oportunidades de empleo no existen. Por ese motivo, en todo el espectro de las actividades socioeconómicas existe un bajo nivel de conciencia de la importancia de la información.

En cuanto a la promoción del propio sector de los servicios como un sector de la economía, es interesante señalar que los aumentos de la productividad en el sector de los servicios se logran principalmente gracias a la aplicación de la infotecnología, en forma de equipo de microelectrónica [22]. La tecnología provoca una disminución del aumento de la mano de obra, lo que resulta particularmente evidente en la automatización de las oficinas. Como en los países en desarrollo ese sector todavía tiene que proporcionar funciones profesionales y dado que los aumentos de la productividad en él son esenciales para ampliar la actividad económica en los demás sectores, una función llamada "intensiva" de la actividad informática debería considerarse positiva y conveniente. El fomento de las secciones de gran densidad de información del sector de los servicios es una de las formas más fundamentales para estimular el crecimiento industrial [23].

Información social

La esencia del concepto de la informática es la información y el control de retroalimentación dentro de unos límites temporales adecuados, ya sea el control automatizado de un proceso industrial o, al otro extremo del espectro de aplicaciones, el control estratégico de una empresa o de una nación (Banerjee, en [1]). La información y el poder son las dos caras de la misma moneda y fundamentales para la autosuficiencia [24].

Un problema básico de la informática, en los países industrializados y en los países en desarrollo, pero acuciante en estos últimos, es la actitud hacia la información [25]. Si la información despierta indiferencia, la contribución de los recursos de la información a la productividad no será plenamente eficaz. En otras palabras, más esencial que proporcionar las respuestas a las preguntas es estimular las preguntas a las respuestas [26]. Cuando quienes abordan este tema estén convencidos del valor de la información, se verán inclinados a establecer las redes adecuadas de información como base para generar una información social [27, 28] y una forma eficaz de adoptar decisiones [16] a todos los niveles.

Modelos para la promoción de la informática

En el informe Brandt [29] se declara lo siguiente: "La negativa a aceptar modelos ajenos incondicionalmente es, de hecho, una segunda fase de descolonización. No debemos rendirnos a la idea de que todo el mundo debe copiar los modelos de los países altamente industrializados".

No hay razón alguna para esperar que las aplicaciones normales de la informática sirvan para abordar los problemas de los países en desarrollo. En el pasado se causó mucho daño a los países del Tercer Mundo porque los procesos de la informática se basaban en la transferencia de soluciones preconcebidas a problemas no estructurados. A menudo se transferían también los sistemas de valores y las formas de pensar de las economías de mercado desarrolladas.

Para que un modelo resulte adecuado tendrá que tener en cuenta el factor de la dotación y la abundancia relativa de mano de obra y escasez de capital físico y conocimientos técnicos de las economías en desarrollo así como la necesidad de una política que tienda a la autosuficiencia, es decir, al desarrollo a largo plazo de técnicas y recursos y a la independencia para utilizarlos con miras a alcanzar los objetivos nacionales (Gupta, en [1], p. 109).

Los avances revolucionarios de la infotecnología han creado nuevas posibilidades en todos los sectores de la economía. Los productos de la informática pueden modificar toda la estructura de una industria. Un buen ejemplo de las econo-

mías de mercado desarrolladas es la industria bancaria que está en fase de reestructuración radical (Cremin, en [1], p. 366). En cambio, en los países en desarrollo quedan por descubrir aplicaciones nuevas e innovadoras.

Una estrategia industrial de descentralización resulta factible debido a la capacidad de sistemas descentralizados de información con conexión, cuando proceda, con centros importantes. La producción en un número mayor de unidades descentralizadas más pequeñas pasa a ser económica y puede tener ventajas cuando la dimensión del mercado es asimismo pequeña. Una estrategia consistente en llevar la industria a las poblaciones de las zonas rurales facilitaría la solución de los crecientes problemas que plantea la urbanización.

También aquí los productos de la informática pueden dar a personas no calificadas la posibilidad de realizar una tarea compleja que, de otro modo, sólo podría llevar a cabo una persona altamente calificada, lo que podría ser una solución más corta para que los países en desarrollo adquieran conocimientos técnicos (Hahn, en [1], p. 39). De este modo, en lugar de sustituir trabajadores por máquinas, las aplicaciones de la informática pueden aumentar el empleo y fomentar los conocimientos técnicos.

Las prioridades de cada país en desarrollo concreto deben tenerse asimismo en cuenta al elegir los modelos. En diferentes países se aplicarán criterios diferentes, pero en general, como habitualmente las tres cuartas partes de la fuerza de trabajo están empleadas en el sector rural, las máximas prioridades serán la intensificación de la descentralización, el crecimiento económico equilibrado y el empleo. También se dará prioridad a las aplicaciones de la informática en las empresas industriales pequeñas, que en un país en desarrollo pueden llegar a representar el 50% de la producción industrial total. Más concretamente, se debe procurar orientarse hacia la promoción del sector de los servicios para atender a las empresas en pequeña escala como un cauce para la transferencia de la infotecnología apropiada [1].

La capacidad de manipulación de la información constituye el sistema nervioso de una sociedad y la información es la llave de contacto de la innovación y del desarrollo autosostenido que recurre a la capacidad de inventiva y de adaptación de los artesanos locales, los pequeños empresarios, etc., en un esfuerzo nacional de desarrollo. Hacen falta estudios a fondo para elaborar modelos detallados de servicios y sistemas adecuados de información y de redes nacionales de información con miras a satisfacer la necesidad de diversos usuarios finales, entre los que cabe mencionar el personal de I y D, los tecnólogos, los ingenieros, los gestores industriales, los economistas, los planificadores, los inversio-

nistas, los financieros, los empresarios, los analistas de mercado, el personal de ventas, los consultores industriales y los encargados de adoptar las decisiones estatales.

Los modelos de los sistemas nacionales de comunicaciones deben dar margen para modificar la tecnología de las telecomunicaciones y cambiar los costos. Estos cambios aumentan las opciones de que se dispone, que van desde sistemas muy poco costosos, basados, por ejemplo, en una combinación de un sistema de subscriptores de radio de frecuencia modulada de red punto a multipunto y cable enterrado, a la tecnología más avanzada, basada en la transmisión por satélite.

Marco conceptual para la promoción nacional de la informática

El desarrollo de la informática es una dimensión del desarrollo tecnológico, que a su vez es parte integrante del desarrollo económico nacional para el que se deberían establecer políticas y estrategias nacionales. Aun cuando las modalidades del desarrollo económico varían de un país a otro, según cierto número de factores entre los que cabe mencionar los recursos, la geografía y la pericia técnica de la población, ahora se admite que el desarrollo económico provoca una transformación de toda la estructura económica y social [29]. Desarrollo económico significa creación de una economía más diversificada cuyos principales sectores se hacen más interdependientes; en consecuencia, los objetivos generales de la política nacional podrían ser entre otros los siguientes:

- Promoción de la autosuficiencia nacional
- Creación de empleo
- Fomento de la educación y la capacitación
- Crecimiento industrial

Desarrollo tecnológico

En los países industrializados se reconoce que la tecnología es un factor central y fundamental del desarrollo, y la promoción tecnológica forma parte integrante de las estrategias nacionales de desarrollo para alcanzar los objetivos políticos, ya sean militares, económicos o sociales. En los países en desarrollo, por otro lado, en general no se reconoce la importancia de la tecnología como factor de desarrollo. Como consecuencia de ello, se ha carecido de estrategias para promover la tecnología, lo que ha motivado que en los países en desarrollo la industrialización haya tendido a ir acompañada de una mayor dependencia tecnológica de fuentes extranjeras [30].

Esta diferencia de actitud con respecto a la tecnología entre los países industrializados y los

países en desarrollo hace pensar que la reducción de la dependencia tecnológica debería ser un elemento central de las políticas nacionales de desarrollo en los países en desarrollo. La promoción de la tecnología debe ser una dimensión del desarrollo general, lo que significa esencialmente constituir una capacidad básica para la adopción de decisiones y su aplicación con respecto a los asuntos tecnológicos [30].

Las políticas de fomento de la tecnología dentro de la política general nacional de desarrollo deberían incluir los aspectos siguientes:

- a) La promoción de la capacidad nacional para producir y difundir tecnologías;
- b) La promoción de la capacidad nacional para la innovación tecnológica;
- c) El establecimiento de un procedimiento organizado para la transferencia tecnológica desde el extranjero.

Promoción de la informática

La informática no es un sector único de la tecnología que se pueda considerar aisladamente; es más bien una dimensión del desarrollo tecnológico con repercusiones en todos los sectores (King, en [37]). Conforme con las políticas de promoción de la tecnología arriba mencionadas, se deberían establecer políticas más concretas relativas a la informática, a dos niveles: el nivel operativo y el de las infraestructuras.

Al nivel operativo los objetivos generales son:

- a) La promoción de industrias autóctonas de equipo físico y programas;
- b) La determinación y promoción de zonas de aplicación prioritarias;
- c) La promoción de aplicaciones innovadoras;
- d) El establecimiento de sistemas de apoyo a las decisiones de gestión;
- e) La creación de sistemas estatales de manipulación de la información.

A nivel de las infraestructuras los objetivos generales son:

- a) La promoción de la comprensión, la educación y la capacitación;
- b) El establecimiento de comunicaciones nacionales;
- c) La creación de sistemas y servicios nacionales de información industrial;
- d) La promoción del sector de los servicios en relación con la industria.

Para alcanzar esos objetivos generales, harán falta estrategias en el plano sectorial o nacional, según proceda. Una estrategia nacional importante de desarrollo consistiría en crear las insti-

tuciones apropiadas para promover, coordinar y examinar los objetivos concretos de la política relativa a la informática y las estrategias nacionales o sectoriales correspondientes.

V. Acción nacional: políticas para la producción de equipo físico y equipo lógico

El principio de la autosuficiencia (véase el capítulo IV) es fundamental con respecto a la cuestión de la promoción de la producción autóctona de equipo físico y programas o equipo lógico en el Tercer Mundo. El principio no significa que se deban hacer esfuerzos a cualquier costo para lograr el mayor grado posible de autonomización. Lo que significa es que se debe promover la competencia que da a un país la posibilidad de adoptar decisiones con conocimiento de causa con respecto a los sectores de la industria informática que sería conveniente desarrollar sobre la base de objetivos meticulosamente seleccionados.

El establecimiento de una estrategia operativa para la fabricación en el país es de particular importancia debido a la rapidez de los cambios tecnológicos: las opciones se deben volver a examinar constantemente a la luz de las necesidades prioritarias del país de que se trate.

Consecuencias de una política de autonomización

Tres consideraciones se deben tener presentes al formular una política de autonomización con respecto a la informática. En primer lugar existen los beneficios económicos directos que percibe un país mediante la participación en una industria que ha pasado a ser, como resultado de un rápido crecimiento, una de las tres industrias más importantes del mundo (junto a la energía y el transporte). En segundo lugar, se puede reducir el peligro de que el sector industrial de un país dependa excesivamente de productos de la informática importados. Por último, y éste es el aspecto más fundamental, los productos de la informática activamente comercializados por los países industrializados no son adecuados para satisfacer las necesidades de los países en desarrollo (esas necesidades hasta ahora apenas se han examinado).

Un análisis de las áreas de aplicación prioritaria mostraría que las necesidades de los países en desarrollo son muy diferentes de las de los países industrializados. Cada país desarrollado y cada país en desarrollo tienen también necesidades distintas. Kalman (en [1], p. 137) hace un contraste, a partir de varios ejemplos, de aplicaciones

prioritarias en los países industrializados y en los países en desarrollo. El criterio para promover la capacidad autóctona de fabricación de productos informáticos debería basarse en la necesidad de lograr que el suministro de estos productos se centre concretamente en las necesidades locales.

Un criterio selectivo

La estructura cambiante de la industria de la informática (véase el capítulo II) proporciona oportunidades a las empresas para incorporarse a la producción de equipo físico a varios niveles distintos, que corresponden a las etapas de decisión fundamentales en la fabricación de un producto: los componentes, los cuadros de mandos, los recintos y los sistemas completos.

Un país puede adoptar medidas generales de selectividad con respecto a las importaciones y no es imprescindible que intente fabricar todo. Como los fabricantes de muchos países ofrecen componentes y equipo de gran calidad y poco costo, un país puede seguir una política de selección óptima. De ese modo, sin pasar a ser excesivamente dependiente de un país o de un fabricante, cabe importar un conjunto adecuado de componentes, subsistemas, equipo, etc. Una política selectiva contribuye a la autosuficiencia gracias a la promoción a largo plazo de conocimientos técnicos y recursos y a la independencia para usarlos con miras a alcanzar los objetivos nacionales.

Gupta (en [1], p. 109) cita esferas de aplicación que contribuyen directamente al desarrollo nacional de la India: control de procesos, identificación de los vagones de mercancías, control de los sistemas de energía y sistemas de alerta de inundaciones. Las computadoras son parte integrante de esos sistemas destinados a un fin determinado. Actualmente en los países en desarrollo la mayor parte de los sistemas se suministran con arreglo a un contrato de entrega llave en mano concertado con un número limitado de fabricantes de los países industrializados. Mientras que los costos del equipo físico se están reduciendo, los costos de la mano de obra y de los programas están aumentando. No hay razón para que las actividades que constituyen el grueso del

costo —integración de sistemas, establecimiento de enlaces, instalación, puesta en servicio, mantenimiento, creación de programas, capacitación, etc.— no se llevarán a cabo localmente sobre una base nacional. Un enfoque de ingeniería de sistemas tiene la ventaja de obtener el equipo físico más moderno y seguro, sin dejar por ello de depender en gran medida de los recursos y los conocimientos técnicos nacionales (según la disponibilidad de conocimientos técnicos en un país). La India, por ejemplo, cuenta con personas que poseen los conocimientos técnicos necesarios para realizar muchas de estas actividades.

Una base institucional

La creación de una capacidad autóctona para la producción de equipo físico y equipo lógico exige una base institucional que sea de ámbito nacional e independiente en enfoque y tenga capacidad para prestar un apoyo total. La India constituye también a este respecto un caso digno de estudio.

El Gobierno de la India estableció la Sociedad de Responsabilidad Limitada de Mantenimiento de las Computadoras (CMC) en 1976 para proporcionar apoyo total en un punto a los usuarios de las computadoras (Gupta, en [1], p. 109). La CMC trabaja ahora en estrecha colaboración con el Organismo Central de Electricidad, la Oficina Meteorológica, etc., para introducir las computadoras con fines de control y seguimiento. El sistema podría extenderse a cualquier aplicación en gran escala con el fin de integrar el mejor equipo físico disponible, importado de ser necesario, al mismo tiempo que crea en el interior los programas, conservando así la independencia, flexibilidad y control y paralelamente reduciendo los costos. La CMC proporciona todos los servicios de apoyo con inclusión del mantenimiento del equipo físico importado. Entre esos servicios cabe mencionar el asesoramiento *in situ*, la preparación *in situ*, la instalación y la puesta en servicio de los sistemas, el apoyo a los programas, el asesoramiento sobre sistemas, la capacitación de los usuarios y la preparación de aplicaciones.

Equipo físico

La fabricación de equipo físico exige grandes inversiones y requiere el apoyo del Estado, que puede adoptar la forma de medidas como controles de las importaciones y subvenciones para proteger a los productores autóctonos en el mercado nacional. Sin embargo, esas medidas imponen un costo adicional sea para el contribuyente sea para el comprador final, y al mismo tiempo se pierden las ventajas de una opción más

amplia de equipo físico en el mercado nacional que se lograría con una política de importaciones menos restrictiva. El apoyo del Estado puede adoptar asimismo la forma de asistencia con actividades de investigación y desarrollo, subvenciones para capacitación y perfeccionamiento de los conocimientos técnicos, asistencia para sufragar los gastos de funcionamiento, etc., que tienden más directamente a lograr que los productos de los fabricantes nacionales resulten competitivos con los productos importados. En el caso de computadoras, incluso pequeñas, los gastos que acarrea al suministrador autóctono el proporcionar apoyo y asistencia a los usuarios con el fin de penetrar en el mercado nacional son importantes (Alcaraz, en [1], p. 115). Un buen fabricante montará una base de equipo instalado suficientemente grande para que las empresas especializadas que fabrican productos y servicios "de conexiones compatibles" (terminales, encapsulados de aplicación, programas, mantenimiento, etc.) se expandan en torno a él; el fabricante no tendrá que suministrar toda la gama de equipo físico y productos conexos y servicios.

Un acuerdo conjunto entre un país en desarrollo y un país industrializado para fabricar equipo físico es digno de consideración. Ese acuerdo puede variar desde un montaje en el exterior con gran densidad de mano de obra hasta un enfoque más auténticamente mixto con arreglo al cual algunas de las actividades estratégicas de producción, como la investigación, el diseño, la comercialización, la fabricación, etc., se llevan a cabo en el país en desarrollo. Si la empresa extranjera se integra más en la estructura económica del país de acogida, la calidad del empleo que proporciona y su capacidad para ser más innovadora en ese país aumentarán y, con el tiempo, podrá convertirse en un terreno de capacitación para los empresarios locales [61].

En los acuerdos mixtos, sin embargo, el país en desarrollo es inevitablemente el socio menor, situación que no es totalmente satisfactoria. El montaje en el exterior, por ejemplo, no suele conducir a una integración auténtica en los países receptores.

La cooperación regional es otra opción. Alcaraz (en [1], p. 115) se refiere a la Asociación Latinoamericana de Libre Comercio (ALAC) (actualmente denominada Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI)), en la que la función de mecanismo de producción y exportación con respecto al procesamiento de la información se asignó al Brasil, importando los demás países miembros las computadoras con exoneración de derechos.

La fabricación totalmente autóctona de equipo físico es muy cara y las posibilidades de que un fabricante de un país en desarrollo pueda alcanzar el nivel de autonomía de funcionamiento son

escasas, particularmente cuando el país no cuenta con un mercado nacional suficientemente grande para el equipo físico de informática producido interiormente. El mantenimiento, la integración de sistemas, la puesta en servicio, la instalación y el establecimiento de conexiones son actividades que deberían fomentarse activamente en lugar de intentar fabricar la gama completa de productos del equipo físico.

Programas o equipo lógico

La producción autóctona de programas es más inmediatamente atractiva que la fabricación de equipo físico. Como Hanna (en [1], p. 134) señala, la industria del equipo lógico no requiere grandes inversiones directas de capital o una estructura física amplia (con excepción de instalaciones y servicios de enseñanza, y, en algunas circunstancias, de telecomunicaciones) y se prevé que la industria se desenvolverá con suma rapidez en el futuro.

Los países en desarrollo tienen necesidades especiales en relación con las aplicaciones de la informática. Jain (en [1], p. 130) caracteriza esas necesidades especiales como derivadas principalmente de la importante posición del sector rural en la economía, la pequeñez de las empresas industriales y la inestabilidad de la oferta de insumos industriales básicos. Por lo tanto, en general no será adecuado transferir simplemente las aplicaciones de los programas de los países desarrollados a los países en desarrollo.

Los gobiernos pueden adoptar medidas eficaces para promover una industria de equipo lógico nacional. Kalman (en [1], p. 137) enumera algunas medidas concretas entre las que cabe mencionar las siguientes:

a) Apoyo financiero directo del Estado para asistir a las empresas de equipo lógico con el fin de que adquieran equipo físico de computadora y que emprendan actividades de capacitación;

b) Reducción de las obligaciones fiscales de las empresas en una cuantía suficiente para cubrir el costo de mantenimiento de los programas producidos localmente;

c) Protección jurídica del derecho de autor para los programas;

d) Establecimiento de registros de programas para evitar duplicaciones innecesarias.

La adopción de disposiciones institucionales adecuadas para administrar y coordinar la producción nacional de programas (con inclusión de actividades de capacitación de la mano de obra) y para lograr que los programas producidos sean de alta calidad y plenamente compatibles con las prioridades de aplicación nacionales es un requisito previo.

Singapur es un ejemplo interesante de un país que está adoptando medidas para reducir la dependencia de las industrias de gran densidad de mano de obra con escasa productividad promoviendo los sectores de alta tecnología: la infotecnología es uno de esos sectores asignados para el desarrollo (Iau, en [1], p. 121). En particular, se está dando un gran impulso para crear una capacidad local importante en la producción de programas. El equipo lógico se ha elegido con preferencia al equipo físico debido a la dificultad que entraña el tratar de competir con los principales países industrializados en un sector asentado de la infotecnología como es la fabricación de equipo físico. Se está lanzando un programa masivo de capacitación en técnicas de programas para garantizar una oferta constante de mano de obra calificada. Se están revisando los programas de estudio y se están estableciendo nuevas estructuras de capacitación. También se están formulando planes de incentivos para estimular a los industriales a emprender la producción de programas. Está prevista la asistencia externa, siempre que sea necesario. Es demasiado pronto para evaluar la eficacia de la estrategia que está adoptando Singapur. Sin embargo, se debe señalar que este país no es un país en desarrollo típico. En esferas como la educación, el alfabetismo y el empleo, está a la altura de los países altamente industrializados. Por este motivo, la experiencia de Singapur requerirá ser meticulosamente interpretada antes de que pueda servir de base para la elaboración de modelos destinados a los países en desarrollo.

VI. Acción nacional: políticas relativas a la infraestructura de la informática y el desarrollo social

La infraestructura nacional de la informática determina la capacidad de un país para utilizar la infotecnología en beneficio del desarrollo social y económico. Es el vínculo esencial entre las estrategias y políticas nacionales (junto con consideraciones internacionales), por una parte, y las aplicaciones individuales en los sectores industrial, rural, estatal, de servicios y otros, por otra. La enseñanza y la capacitación son un elemento central en la capacidad infraestructural. Otros elementos importantes incluyen los servicios de información, las comunicaciones y la investigación.

Restricciones

En los países en desarrollo no se cuenta con varios factores que contribuyen a la creación de la infraestructura adecuada en los países industrializados (Mufti, en [1], p. 147). Un medio ambiente técnico característico de un país desarrollado incluye, por ejemplo, un alto grado de competencia entre los usuarios de la infotecnología, por lo menos cierta producción local de equipo físico y equipo lógico de informática y apoyo técnico y servicios de mantenimiento de alto nivel; además, los programas y la documentación conexas están redactados en los idiomas de los países desarrollados. La evolución ininterrumpida de las aplicaciones de la informática hacia niveles cada vez más complejos, de acuerdo con la innovación técnica e industrial, tal como se produce en los países desarrollados, es poco probable que se produzca en los países en desarrollo. Los sistemas social y administrativo de los países en desarrollo se caracterizan a menudo por una captación de datos descentralizada y de pequeño volumen, por un lado, y la adopción de decisiones centralizadas, por el otro, lo que requiere unos sistemas informáticos especialmente adaptados.

Los factores que inhiben la promoción de la informática en los países en desarrollo son, por ejemplo, la inestabilidad del suministro de electricidad, la mala calidad de las líneas de transmisión de los datos y las condiciones climáticas. Los

fabricantes de equipo físico de informática a veces sólo cuentan con una representación básica en los países en desarrollo y no proporcionan servicios completos de mantenimiento. Es preciso crear estructuras y sistemas para lograr un nivel adecuado de mantenimiento, reparaciones y piezas de repuesto. Las instalaciones de apoyo deben incorporarse a las aplicaciones de la informática, y conviene prestar atención a la calidad y fiabilidad de los sistemas. Esto es muy importante en los países en desarrollo menos adelantados desde el punto de vista técnico.

En los países en desarrollo una aplicación de la informática de acopio y preparación de datos puede no suplir a un modo de funcionamiento manual (Miliigi, en [1], p. 158), sino que muy a menudo se tratará de una aplicación completamente nueva. La mayor parte del personal no estará familiarizado con las disciplinas necesarias para ese trabajo. En muchos países en desarrollo no se ha constituido el núcleo de una fuerza de trabajo. Debido a ello, la capacitación en el campo de la informática que se imparte en los países industrializados debe modificarse para satisfacer las necesidades de los países en desarrollo.

Comprensión, educación y capacitación

En varias conferencias e informes internacionales se ha señalado la importancia del planeamiento de la aplicación de la infotecnología para el desarrollo nacional [15, 31, 32]. Sin embargo, las aplicaciones en los países en desarrollo, en comparación con los países desarrollados, han sido extremadamente limitadas.

Como parte de una tendencia a establecer sistemas educativos más centrados en el desarrollo socioeconómico [25], hay margen para programas imaginativos e innovadores en la enseñanza oficial concebidos para aumentar el nivel de comprensión de la informática. Al establecer programas destinados a este fin, se deberían de estudiar las medidas ya adoptadas en muchos países indus-

trializados*. Esas medidas incluyen seminarios, materiales publicitarios y entre ellos películas video y libros especialmente encargados, amplios reportajes y artículos en los medios de comunicación de masas, consultas con los sindicatos e introducción de pequeñas computadoras en las escuelas. Es necesario promover la comprensión y la educación, en primer lugar, para crear la voluntad política requerida para realizar los programas de capacitación masivos que harán falta en los países en desarrollo, si se quiere utilizar las posibilidades potenciales de la informática.

Los países del Tercer Mundo suelen experimentar escaseces de personal capacitado en técnicas esenciales requeridas en el proceso de industrialización: ingenieros con conocimientos prácticos agrícolas y capacidad de gestión, diseñadores industriales, ingenieros de producción y procesos, mano de obra técnica, tecnólogos de alimentos, personal de control de calidad y contables de gestión. Para la mayor parte de estas profesiones, es conveniente una capacitación relacionada con la informática. Los analistas de sistemas, los expertos en organización y métodos, los programadores, los operadores y el personal que prepara los datos tienen necesidad de capacitarse en técnicas de computadoras; en general la capacitación profesional en este sector no ha alcanzado un alto nivel en los países en desarrollo. El tipo de capacitación requerido a menudo no es reconocido, y las decisiones acerca de la capacitación pueden dejarse incluso al fabricante del equipo físico. Ello puede dar lugar a que se destaque la importancia de las técnicas operativas descuidándose las técnicas de gestión.

El rendimiento de un sistema depende, por una parte, de su concepción y diseño y, por la otra, del medio ambiente en el que funciona (Miligi, en [1], p. 158). El medio ambiente operativo incluye, en particular, el elemento humano que se relaciona con el sistema de diversas formas. La educación y la capacitación son el medio de optimizar la eficiencia y la eficacia del componente humano esencial de un sistema.

Existe una falta de información sobre el tipo de enseñanza y capacitación en el sector de la informática que se requiere en cada país en desarrollo (Scott, en [1], p. 164). Ello dificulta la formulación de programas adecuados. La informática es un nuevo campo; muchas de las personas que se dedican a ella estaban anteriormente relacionadas con algún otro sector. Esto ha originado incoherencias y falta de claridad en la nomenclatura de la materia, lo que viene a añadirse a las dificultades de formulación de un programa (Miligi, en [1], p. 158).

*Véase, por ejemplo, E. Brown, K. Hoffman e J. Miles, "Microelectronics and government policies: the case of a developed country" (ID/WG.372.2).

Para que la dedicación de recursos escasos a la enseñanza y capacitación no sea anulada por la "fuga de cerebros", los gobiernos quizá tengan que promover políticas que garanticen una remuneración adecuada al sector público y a las instituciones de nivel universitario nacionales para que esas instituciones puedan retener a un personal de informática de la capacidad adecuada (Scott, en [1], p. 164). Otro sector que han de tomar en consideración las autoridades públicas es el de la regulación de los centros de capacitación privados en la esfera de la informática con el fin de optimizar la contribución de esos centros al desarrollo nacional de la informática. Hace falta un marco nacional de educación en el campo de la informática a todos los niveles, incluidos cursos superiores para especialistas, con el fin de evitar una duplicación innecesaria de recursos. En algunos casos puede resultar ventajoso disponer de un marco regional.

Los centros de enseñanza y capacitación deben estar equipados con el equipo físico y el equipo lógico apropiados. El empleo de conjuntos pedagógicos individualizados puede ser muy eficaz. Se deben proporcionar instalaciones adecuadas de biblioteca y referencias para apoyar los programas de informática.

En la enseñanza y la capacitación se debe establecer un equilibrio entre la orientación teórica y la práctica. Los programas deben estar al tanto de la evolución de la infotecnología. Conviene establecer procedimientos para evaluar la competencia en el sector de la informática. Cuando se utilicen pruebas de aptitud, éstas deben reflejar las circunstancias nacionales y regionales (Scott, en [1], p. 164). La capacitación en las esferas esenciales de la entrada de datos y el control de los datos necesita recibir una atención especial dado que muchas de las personas que se ocupen de ellas no habrán tenido previamente conocimientos en el tipo de disciplina requerido.

Aun cuando los expertos extranjeros tienen un papel que desempeñar en la selección, establecimiento y puesta en práctica de aplicaciones de la informática, en último término, para que las elevadas inversiones en esas aplicaciones resulten plenamente económicas, habrá que contar con expertos nacionales para resolver los problemas cotidianos que se plantean incluso en las aplicaciones mejor concebidas (Miligi, en [1], p. 158).

La proporción de la enseñanza con respecto a la capacitación será diferente para las distintas categorías de personal (Miligi, en [1], p. 158). La enseñanza se ocupa primordialmente del desarrollo del carácter o de las facultades mentales; la capacitación, por su parte, suele ser más concreta, dura menos tiempo y tiene por objeto lograr que la persona alcance un nivel de eficiencia deseado mediante la instrucción y la práctica. El personal encargado de la preparación de los datos, el

funcionamiento de las máquinas, la programación, etc., necesita un alto grado de capacitación y una enseñanza más limitada. El personal encargado de las investigaciones, el diseño, la gestión, etc., necesita un alto grado de enseñanza, apoyado por una capacitación más limitada. La distinción entre enseñanza y capacitación es también pertinente para adoptar las disposiciones institucionales que se impongan con el fin de aplicar los programas de educación y capacitación.

Capacitación del personal nuevo

Scott (en [1], p. 164) señala varias características de la enseñanza y la capacitación de las personas que se incorporan a la profesión de la informática en África:

a) La mayor parte de los incorporados a la profesión sólo asisten a cursos destinados a vendedores de computadoras;

b) Se han puesto en práctica un número considerable de cursos de nivel postsecundario y también se ha iniciado cierta actividad a nivel de enseñanza secundaria;

c) A nivel universitario se han impartido considerables cursos de servicio en la esfera de la informática para estudiantes de ciencias y de comercio;

d) Los principales cambios se han producido a nivel postuniversitario, donde se han organizado cursos para obtener un diploma de postgrado orientados hacia la ciencia y los negocios;

e) A nivel regional se están impartiendo cursos de capacitación sobre análisis y diseño de sistemas;

f) La instrucción de los usuarios parece estar comparativamente más descuidada.

Apoyo externo

Los consultores externos tienen un papel que desempeñar en la promoción de los programas de enseñanza y capacitación en la esfera de la informática en los países en desarrollo. Por ejemplo, podría resultar ventajoso recurrir a ellos para que determinen la disponibilidad actual y potencial de un personal local de informática adecuado, para que comparen los costos de diversas estrategias de capacitación y para que contraten a especialistas en capacitación en la esfera de la informática de otros países con el fin de que apliquen determinadas estrategias.

La función del consultor no debería extenderse al establecimiento de los objetivos que las estrategias de capacitación están destinadas a alcanzar. El establecimiento de los objetivos y la

elección de las estrategias de capacitación y las opciones amplias de los programas incumben al organismo estatal encargado de la política relativa a la informática (Ryan, en [1], p. 174). El organismo estatal competente puede considerar que no cuenta con la experiencia suficiente para elaborar los objetivos requeridos. Si tal es el caso, será necesario el apoyo de consultores externos. Las decisiones estratégicas deben, en su debido momento, reflejarse con precisión en las decisiones de ejecución relativas, por ejemplo, al número y a la dimensión de los centros de capacitación, el equilibrio entre la capacitación general y la capacitación específica, y el alcance amplio de las disciplinas que se van a enseñar, etc.

Personal extranjero de capacitación

Para disponer del personal de capacitación de la competencia adecuada, puede que sea necesario recurrir a personal extranjero, normalmente sobre la base de un contrato. Entre los costos derivados del empleo de ese personal cabe mencionar los siguientes: la salida de divisas; el costo de los niveles superiores de remuneración (con respecto a los niveles locales y de los países industrializados) necesarios para atraer al personal adecuado; los gastos generales, por ejemplo, debido al periodo corto de movimiento del personal extranjero; y la repercusión del alto nivel de vida del personal extranjero sobre la comunidad local.

Antes de contratar a personal extranjero de capacitación, es necesario efectuar un análisis completo comparativo de los costos y los beneficios (Ryan, en [1], p. 174).

La capacitación con respecto a la jerarquía de dirección

En el contexto de un programa nacional de fomento de la autonomía, podría ser necesario modificar la función subordinada y de apoyo tradicional del personal de capacitación con respecto a la línea jerárquica de dirección. La actitud del personal directivo con los capacitadores podría estar condicionada más por el hecho de que las personas que reciben la formación terminarán por ser sus sustitutos que por la aportación potencial de la capacitación al éxito de la empresa (Ryan, en [1], p. 174).

Las infraestructuras industriales de información

La capacidad de manipular la información, ya sea oficial u oficiosa, es trascendental para la industrialización. En los países industrializados esa capacidad se ha desarrollado paralelamente a

la industrialización en todos los sectores (véase el capítulo IV). Los países en desarrollo necesitan promover actividades de manipulación de la información, que en general no se han iniciado y que las empresas a menudo tienen que promover internamente, lo que provoca duplicaciones y la creación de una capacidad excesiva.

Se requieren servicios y sistemas de información de las redes nacionales de información para coordinar el crecimiento sectorial y satisfacer las necesidades de diversos usuarios finales. El tipo de información que se precisa abarca datos socioeconómicos, oportunidades de financiación, situaciones del mercado, disponibilidad de equipo, práctica de gestión, patentes, legislación, etc. La información ha de actualizarse constantemente y debe obtenerse de diversas fuentes, en los planos nacional, regional y mundial. Se transmite a los usuarios finales en muchas formas, que van desde la comunicación oral hasta impresos de computadora.

Sozen (en [1], p. 182) señala que, en Turquía, la información requerida a menudo existe, pero no se puede obtener fácilmente debido a que está dispersa entre cierto número de órganos no relacionados; el método más económico consistiría en concentrar la información de esos órganos en un nuevo organismo central.

Infraestructuras de comunicaciones

En el proceso de desarrollo las fuerzas sociales se deben equilibrar cuidadosamente y, para que las interrelaciones funcionen con eficacia, se necesitan sistemas eficientes de comunicación. La infotecnología, desde la prensa de imprimir, pasando por los dispositivos eléctricos de comunicación hasta llegar a los sistemas modernos de telecomunicaciones, ha desempeñado, y sigue desempeñando, un papel fundamental para proporcionar una capacidad eficiente de comunicación. Sin embargo, la distancia entre los acontecimientos importantes sucesivos en las comunicaciones basadas en la infotecnología se ha acortado considerablemente. Por ejemplo, entre la prensa de imprimir y la explotación del telégrafo y el teléfono transcurrió mucho más tiempo que entre la puesta en explotación del telégrafo y el teléfono y la creación de sistemas mundiales de transmisión de datos basados en los satélites. Para conseguir el máximo beneficio de los progresos sucesivos de las comunicaciones basadas en la infotecnología, es preciso que los grupos y las organizaciones sociales introduzcan los ajustes oportunos. El proceso de ajuste social es tradicionalmente muy gradual, pero el ritmo de la evolución reciente en el terreno de las comunicaciones ha sido muy rápido. Como resultado de ello, los ajustes en las organizaciones sociales se están quedando atrás. Por ejemplo, los sistemas

modernos y baratos de comunicaciones con poco gasto de energía pueden dar origen a la aparición de pequeñas unidades de adopción de decisiones descentralizadas y eficaces (Byrnes, en [1], p. 153), pese a lo cual se mantiene la tendencia a la constitución de descomunales e irregulares zonas urbanas industrializadas. Hacen falta medidas para acelerar el ritmo del ajuste organizativo con el fin de que se puedan explotar los beneficios máximos de los avances en los sistemas de comunicación basados en la infotecnología en aras del bienestar de las naciones.

Para que las telecomunicaciones puedan integrarse en la infraestructura de la economía, es necesario estudiar la posibilidad de establecer instituciones, adoptar un criterio de sistemas y crear un marco de planificación. Hace falta también contar con fondos suficientes ya que los costos de inversión son elevados. Las instituciones no deben ser innecesariamente burocráticas, sino lo bastante flexibles como para que se puedan adoptar métodos imaginativos. Es importante contar con un plan porque el período de reembolso puede extenderse a varios decenios.

Investigación y desarrollo

Una capacidad adecuada de I y D es un requisito previo importante para alcanzar cierto grado de autosuficiencia en el campo de la informática. Esa capacidad proporciona el medio de mantenerse al corriente de los cambios tecnológicos y facilita la aparición de unos empresarios innovadores. La mayor parte de las actividades de I y D se lleva a cabo en los países desarrollados. Debido a graves limitaciones de recursos, los países en desarrollo deben elegir unas pocas esferas de I y D que guarden la máxima relación con sus necesidades y designar los recursos disponibles para financiarlas (Deodhar, en [15]). Las actividades de I y D no deben simplemente reproducir los esfuerzos de los países desarrollados. Sus objetivos deben basarse en una evaluación de las ventajas a largo plazo. La mayor parte de las actividades de I y D están patrocinadas por el Estado; puede haber margen para promover algunas empresas industriales de I y D mediante el empleo de incentivos financieros meticulosamente estudiados.

Scott (en [1], p. 164) propone que un programa de información sobre I y D adecuado a las necesidades de los países en desarrollo debería empezar por determinados proyectos como los siguientes: la aplicación de instalaciones de telecomunicaciones manuales para transmisión de datos; la automatización de bibliotecas universitarias nacionales; la aplicación de microprocesadores portátiles, por ejemplo, en los campos de la instrucción con ayuda de computadoras, el diag-

nóstico médico y la gestión agrícola; y la repercusión de los procesadores de palabras en el empleo urbano tradicional.

La escasez de un personal asesor de informática calificado, en particular en los centros de enseñanza superior y de informática de los organismos centrales del Estado, está obstaculizando seriamente la aplicación de la informática en sectores técnicos, por ejemplo, para la creación

de bases de datos médicos y el procesamiento de datos transmitidos por satélites.

Se debe constituir una infraestructura institucional de I y D en tecnología de la informática. Ello podría requerir la vinculación de laboratorios a instituciones de nivel universitario en diferentes regiones del país, asignándose a cada laboratorio un campo de investigación claramente definido.

VII. Acción internacional

El alcance de la acción internacional

La autosuficiencia nacional depende de que se disponga de una infraestructura de informática, y la acción internacional se hará esencial para promover la constitución de esa infraestructura.

Las actividades nacionales están interrelacionadas, se reforzarán mutuamente y se deberían emprender de una manera sistemática (Barguin, en [1], p. 84). Entre esas actividades cabe mencionar la promoción de:

- a) Políticas y estrategias nacionales, con inclusión de disposiciones de carácter institucional en el plano nacional;
- b) Comprensión, educación y capacitación;
- c) Infraestructura de información, con inclusión de servicios y sistemas de transferencia de información industrial y tecnológica, actividades de I y D, servicios de extensión industrial y el sector de los servicios;
- d) Infraestructura de comunicaciones;
- e) Industrias de equipo físico y de equipo lógico;
- f) Nuevos productos y procesos;
- g) Aplicaciones, con inclusión de sistemas estatales de manipulación de la información, sistemas de apoyo a la decisión de gestión y aplicaciones industriales innovadoras, con particular referencia a las pequeñas empresas industriales.

Estudios mundiales

A otro nivel, sería útil que las organizaciones internacionales realizaran estudios mundiales y organizaran seminarios y reuniones de trabajo para evaluar las necesidades. De este modo se podrían obtener conocimientos detallados acerca de los modelos de promoción de la informática que resulten apropiados para el Tercer Mundo (como se señala en el capítulo IV, no es imprescindible transferir los modelos que se han elaborado en los países industrializados). Es igualmente necesario efectuar estudios para determinar los programas y señalar las actividades que se deberían llevar a cabo para lograr los máximos resultados. A menudo puede resultar ventajoso cooperar con organizaciones no gubernamentales en la realización de esos estudios.

Clasificación de los países en desarrollo

Puede resultar necesario hacer una clasificación de los países en desarrollo para que las actividades se puedan ajustar a grupos de países. Los países se pueden clasificar por regiones, por ejemplo, el Grupo Andino o los grupos regionales de países de África y Asia, o por su fase de desarrollo industrial, por ejemplo, Brasil, la India y México se podrían incluir en el mismo grupo. Para ciertos tipos de actividades, los grupos se podrían basar en una tipología sencilla utilizando criterios como la población, la superficie o la densidad de población, los ingresos por habitante, la tasa de crecimiento económico, la distribución de la renta interna o la disponibilidad de recursos naturales [33]. Con referencia a la promoción de la informática, en la documentación sobre la materia se han sugerido clasificaciones de los países en desarrollo [34, 35], pero esas clasificaciones no tienen forzosamente una importancia operativa en el examen presente.

Cooperación mundial

Para conseguir resultados, será imprescindible que la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), con su interés prioritario por la industrialización, y otras organizaciones internacionales que se ocupan de aspectos relacionados con la informática, por ejemplo, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Banco Mundial, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la Oficina Intergubernamental de Informática (OII), etc., lancen una acción mundial destinada a los gobiernos nacionales, los sistemas de educación y las infraestructuras de I y D e industriales.

Políticas y estrategias nacionales en el contexto de la acción internacional

En 1971 y 1973 se recomendó en publicaciones de las Naciones Unidas que todos los países en desarrollo formularan una amplia poli-

tica nacional, coherente con sus metas nacionales, sobre la aplicación de la tecnología de la computadora, y se formularon recomendaciones al respecto [34, 36]. Desde esa época, la OII ha venido promoviendo activamente el establecimiento de estrategias y políticas nacionales. En colaboración con la UNESCO, la OII organizó en 1978 una conferencia mundial sobre el tema. El Departamento de Cooperación de la OII proporciona asistencia y organiza misiones de cooperación para sus países miembros con respecto a la planificación de las medidas políticas.

La opinión de la OII es que la tecnología de la informática desempeña una función esencial en la promoción de la autosuficiencia y el desarrollo endógeno y debe, en consecuencia, ser objeto de políticas nacionales. La información se considera como un recurso natural que se ha de utilizar, y la informática está relacionada con el diseño y la aplicación de sistemas adecuados para utilizarla. En el plano nacional, la informática es el estudio del sistema nervioso de la nación. Por lo tanto, está relacionada con la base para engendrar una inteligencia social [28] y para la adopción de decisiones eficaces en cualquier esfera: de ahí la necesidad de una política nacional.

La política nacional es peculiar de cada país y depende de muchos factores, entre los que cabe mencionar la etapa de desarrollo. Sin embargo, los aspectos que se indican a continuación deberían necesariamente constituir la esencia de cualquier política:

Comprensión, educación y capacitación

Determinación de las prioridades de aplicación

Adquisición de equipo físico y de soporte lógico

Disposiciones relativas a la infraestructura de la informática, incluido el mantenimiento

Comunicaciones

Investigación y desarrollo

Evolución de la industria de la informática

En el marco de toda política nacional amplia que abarque los aspectos económicos, sociales, culturales y políticos, la industrialización proporciona una especie de centro de atención para los países en desarrollo. Toda política orientada hacia la industrialización debería estar relacionada, sobre todo, con la determinación de aplicaciones que incrementen la productividad y creen empleo [37].

Es necesario llevar a cabo otros estudios internacionales, basados en una tipología apropiada de los países en desarrollo, para elaborar políticas nacionales, y se requiere una acción internacional para promover la adopción de medidas nacionales y el establecimiento de órganos nacionales que se encarguen de promover la informática.

Comprensión, educación y capacitación

Una traba importante para el desarrollo de la informática es la escasez mundial de personal calificado. Frente al 30% de crecimiento anual de inversiones de los usuarios finales en equipo físico, esa escasez constituye un grave fracaso del sector educativo para tomar en cuenta la informática. Hace falta dedicar más recursos en el plano internacional a aumentar el nivel de comprensión de la informática por parte de las autoridades nacionales, mediante programas de acción meticulosamente planificados acompañados de asistencia a los departamentos públicos para establecer programas de apoyo con el fin de poner en conocimiento de los órganos directivos el alcance industrial y las posibilidades potenciales de la informática y de contribuir a la readaptación profesional.

Como parte integrante de una estrategia nacional con respecto a la informática, se han de determinar las necesidades de enseñanza y capacitación sobre la base de las previsiones del empleo y la extensión de la educación y la capacitación a condición de que se ajusten a las necesidades concretas del país y a su nivel de desarrollo. Una estrategia de educación y capacitación destinada a este fin sólo se puede lograr en los países en desarrollo mediante la cooperación internacional.

La educación y la capacitación en el campo de la informática entran dentro del mandato de la UNESCO, organización que está prestando a este aspecto amplia atención. En varias recomendaciones de la primera conferencia sobre las estrategias y políticas relativas a la informática se señala la importancia de la educación en este campo y se insiste en que la UNESCO debería reforzar su programa para promover la educación relativa a la informática a diferentes niveles, incluidos el postuniversitario, el universitario y el preuniversitario, así como una educación para promover la comprensión del público. El programa correspondiente al trienio 1981-1983 prevé un mayor apoyo a los cursos de capacitación de postgrado y el establecimiento de centros de alto nivel en muchos países. Se están creando redes nacionales para fomentar la transferencia lateral de infotecnología mediante el intercambio de personal y capacitación. Se proyectó un estudio especial para compilar información sobre los centros de información automatizados, los establecimientos de enseñanza y capacitación y los cursos impartidos, las instituciones de investigación y experimentación, las oportunidades de investigación y las becas. También se ha previsto un proyecto experimental para establecer laboratorios de microcomputadoras en los países en desarrollo, incluida la compra de equipo, el transporte, la instalación y la capacitación del

personal. Se prestará apoyo a instituciones de los países en desarrollo, especialmente instituciones de enseñanza e investigación, para el establecimiento de centros de minicomputadoras, y se prestarán servicios de asesoramiento (Owolabi, en [1], p. 53).

Será esencial que la ONUDI coopere con la OIT, la UNESCO, la OII y otros órganos con el fin de que se dé prioridad a los programas de capacitación que den la posibilidad de aplicar muy rápidamente la informática para promover un aumento de la productividad y el empleo a corto plazo y el desarrollo de la capacidad endógena a largo plazo.

En el establecimiento y puesta en aplicación de estrategias de capacitación coordinadas y a largo plazo, los órganos internacionales deberían evaluar la utilidad de varias grandes instituciones nacionales de capacitación, independientes de los fabricantes, en los países industrializados, que están en condiciones y dispuestas a brindar servicios y materiales de capacitación a los países en desarrollo (Platts, en [1], p. 73). Se deberá igualmente procurar establecer centros regionales de capacitación en determinados países del Tercer Mundo para que funcionen sobre la base de una cooperación técnica entre países en desarrollo, como ha descrito Chico (en [1], p. 291).

Infraestructuras de información

Los procesos de la corriente de información que prestan apoyo a la productividad ciertamente no se comprenden ni están modelados todavía correctamente, y será necesario que los organismos internacionales participen en estudios mundiales con el fin de determinar los factores concretos relacionados con la información que influyen en el crecimiento industrial y los sectores prioritarios para la creación o consolidación de infraestructuras de información. Esta empresa es de enorme envergadura y sólo será utilizable un método sumamente selectivo y eficaz en función de los costos. Por razones económicas, prácticas y culturales, la información en masa de una sociedad como medio de proporcionar una infraestructura general para la industrialización no es factible a corto plazo.

Los estudios deberían basarse en el concepto de la capacidad de manipulación de la información como sistema nervioso de una sociedad y de la información como factor esencial de la innovación y del desarrollo autosostenido que aporta la inventiva y la capacidad de adaptación de los artesanos locales, los pequeños empresarios, etc., al esfuerzo nacional de desarrollo (Dessau, en [1], p. 49).

Los estudios mundiales realizados a nivel internacional deberían dar origen al desarrollo de modelos detallados de servicios y sistemas de las

redes nacionales de información para satisfacer las necesidades de diversos usuarios finales (Banerjee, en [1]), entre los que cabe mencionar el personal de I y D, los técnicos, los ingenieros, los directores industriales, los economistas, los planificadores, los inversionistas, los financieros, los empresarios, los analistas de mercado, el personal de venta, los consultores industriales y las personas encargadas de adoptar las decisiones a nivel estatal. Como se ha examinado en el capítulo VI, el tipo de información requerido y las formas de comunicación utilizadas son muy diversos. Conviene insistir en que esos modelos deben ser mucho más amplios que la simple creación de servicios de documentación convencional y de preparación de resúmenes y de redes de información científica y técnica.

La ONUDI desempeña un papel excepcional en la promoción de infraestructuras de la información. El Banco de Información Industrial y Tecnológica fue establecido en el seno de la ONUDI con el cometido de "poner a disposición de los países en desarrollo una mayor corriente de información que les permita hacer la selección adecuada de las tecnologías avanzadas" [38]. Entre las funciones del Banco cabe mencionar la prestación de asistencia en el proceso de selección de la tecnología y también la prestación de asistencia en el establecimiento de estructuras adecuadas de información industrial en cada país [39].

Sector de los servicios relacionados con la industria

Como se señaló en el capítulo IV, la promoción de las secciones de gran densidad de información del sector de los servicios podría ser una de las formas más fundamentales para estimular el crecimiento industrial. Convendría estudiar las modalidades de esa promoción.

Información social

El problema más esencial de la informática consiste en demostrar a los encargados de resolver problemas el valor de la información, con el fin de crear una demanda de redes de información como base para crear una información social y un sistema efectivo de adopción de decisiones a todos los niveles. Esta esfera requiere también que se efectúen estudios internacionales. La solución a largo plazo entraña la remodelación del sistema educativo [25]. La estrategia a corto plazo consiste en: *a)* señalar los "guardabarreras" (Barguin, en [1], p. 84); *b)* especificar los servicios y sistemas de información más apropiados para sus necesidades; y *c)* conseguir una capacitación intensiva para constituir un personal encargado de resolver los problemas que se interesen por la información [25].

Infraestructuras de comunicación

La Asamblea General, en su resolución 36/40 sobre el Año Mundial de las Comunicaciones, aprobado el 19 de noviembre de 1981, reconoció la importancia fundamental de las infraestructuras de las comunicaciones como elemento esencial del desarrollo económico y social de todos los países. En la mayor parte de los países en desarrollo una infraestructura insuficiente de comunicaciones es uno de los principales obstáculos al progreso económico y social. Los desequilibrios en las comunicaciones son impresionantes: el 75% de los teléfonos instalados se encuentran en ocho países desarrollados y los países en desarrollo en conjunto sólo disponen del 7%. Muchas zonas rurales carecen de comunicaciones eléctricas de todo tipo. Las buenas comunicaciones aumentan la eficacia social, lo que equivale a decir que reducen el tiempo de reacción de los procedimientos administrativos y de adopción de decisiones. Cuando es preciso recurrir al viaje en lugar del teléfono, se pierde la eficacia; cuando no se sabe cuánto tiempo tomará el acabar un procedimiento, la eficacia no existe. Una mejora de las telecomunicaciones dentro de cada país y entre los países en desarrollo es esencial para la autosuficiencia colectiva y la integración económica y un requisito previo de la industrialización.

Los estudios efectuados en determinados países en desarrollo han puesto de manifiesto que, para diversos intereses sectoriales, los beneficios indirectos de las telecomunicaciones son diez veces superiores a las utilidades en efectivo. Por ejemplo, la UIT investigó la repercusión de las telecomunicaciones en el rendimiento de varias empresas comerciales de Kenya. La mejora del rendimiento económico debido al perfeccionamiento de las telecomunicaciones se calculó que era 110 veces superior al costo total de proporcionar el servicio mejorado. Las pruebas indican que los beneficios son mayores en las zonas remotas.

La planificación del desarrollo de las comunicaciones debe tener en cuenta el rápido cambio de la tecnología de las telecomunicaciones y también la modificación de los costos. Esos cambios significan que se puede disponer de una tecnología a diferentes niveles y costos que tengan en cuenta las diferentes características básicas de los países, como las características geográficas, su dimensión, su densidad de población, etc., y sus diferentes etapas de desarrollo. Gracias también a la nueva tecnología de comunicaciones por satélite, la comunicación directa Sur-Sur es ahora posible. Se deben investigar diversas opciones y convendría realizar estudios de los ejemplos conocidos de sistemas nacionales de comunicación recientemente establecidos.

Hará falta una acción internacional para facilitar la preparación de programas nacionales y regionales y para ayudar a los países a emprender estudios y análisis a fondo de sus políticas de comunicación.

Proyectos experimentales

Convendría pasar revista a los avances tecnológicos recientes, por ejemplo, en el uso de centrales telefónicas digitales, transmisión por satélite y cables de fibra óptica. Se podría hacer una clasificación de los países en desarrollo basada en características que guarden relación con la infraestructura de comunicaciones, con el fin de que los países se pudieran agrupar de acuerdo con sus problemas de comunicación. A título experimental, se podrían efectuar estudios de campo en uno o dos países de cada uno de los grupos elegidos. En los países elegidos se podrían estudiar las necesidades nacionales de comunicación, con particular referencia a las demandas de diferentes sectores de la industria y a las proyecciones de crecimiento de la demanda. Se podría investigar la capacidad potencial de establecer una industria nacional de equipo de telecomunicaciones. Con respecto a cada país estudiado, se podrían analizar varias opciones de sistemas de comunicaciones, que abarcaran la viabilidad técnica, económica, operativa y financiera.

La etapa siguiente consistiría en dotar a los países interesados de la capacidad de establecer y realizar planes relativos a los sistemas de comunicaciones. Como primera medida se podrían llevar a cabo programas adecuados de capacitación en comunicaciones para determinado personal de los grupos de países. Los programas de capacitación se ajustarían individualmente a las necesidades de cada grupo de países y estarían concebidos para atender a las necesidades de información tecnológica y a las opciones de los sistemas de comunicaciones establecidas para cada grupo de países.

La realización de un proyecto experimental de este tipo a nivel internacional daría origen a un informe técnico, junto con un conjunto integrado de datos técnicos y relativos a los costos y una metodología, sobre la base de la cual se podría determinar en líneas generales toda una gama de opciones relativas a un sistema nacional de comunicaciones adecuado a las necesidades de cada país. Las opciones establecidas variarían desde sistemas de muy bajo costo, basados, por ejemplo, en una combinación de un sistema de radio para abonados de frecuencia ultraalta punto a multipunto y cable enterrado, hasta la tecnología más avanzada, basada en la transmisión por satélites.

Modelos actuales

Se pueden estudiar los modelos de sistemas nacionales de comunicación recientemente establecidos. Ello se debería efectuar en el marco de una estrategia de desarrollo internacional integrada. Galli [40] da cuenta de la evolución de las telecomunicaciones en los países de América Latina. Hahn (en [1], p. 39) describe un sistema poco costoso de comunicaciones que resultaría económico para una población de escasa densidad, basado en una combinación de radio y cable por suscripción. Irlanda es un ejemplo de un país recientemente industrializado que no soporta la carga de la vieja industria y la infraestructura tradicional y que ha decidido invertir 800 millones de libras esterlinas en un sistema integrado de telecomunicaciones basado en la conmutación y la transmisión digitales para integrar la voz, datos, texto e imágenes que se transmitirán a través de la red (Byrnes, en [1], p. 153).

Estos y otros modelos deberían estudiarse en el marco de una estrategia de desarrollo internacional integrada. La UIT, en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), ha orientado una parte importante de su cooperación para el desarrollo hacia la interconexión de redes nacionales de países en desarrollo y a su integración en un sistema mundial de telecomunicaciones que ha promovido muchos proyectos regionales para agrupar a los países en desarrollo [41]. Entre otros ejemplos de esos proyectos cabe mencionar la Red Panafricana de Telecomunicaciones (PANAFTTEL)*, la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL), la Red Asiática de Telecomunicaciones (en colaboración con la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico (CESPAP)) y la Unión Árabe de Telecomunicaciones (ARABSAT). El PNUD participa también como asociado en un proyecto destinado a establecer la red de información sobre el desarrollo mediante la cooperación técnica entre países en desarrollo. Ese proyecto vinculará, en la primera etapa, a 60 países en desarrollo con la red interregional existente vía satélite, así como a otros países en desarrollo con centros de redistribución subregionales por vía terrestre; se tiene la intención de que las agencias de prensa sean los principales usuarios (Dessau, en [1], p. 49).

La industria de la informática

En el capítulo V se han indicado las consideraciones que inducirían a un país en desarrollo a adoptar una política de industria autóctona de

*Para un estudio de la evolución en África, véase Oficina Intergubernamental de Informática, *For an African Management Infrastructure* (Roma, 1982).

la informática. La eliminación de la dependencia puede a menudo anular las consideraciones de ventaja comparativa. Frecuentemente son asimismo importantes los beneficios de la interacción con las aplicaciones, la prestación de servicios y el mantenimiento [4].

Las organizaciones internacionales pueden desempeñar una función esencial en la promoción del establecimiento de políticas y estrategias nacionales adecuadas y una cooperación entre los países en desarrollo. Las primeras etapas se podrían centrar en la puesta en común de experiencias y conocimientos técnicos para establecer las estructuras institucionales, capacidades y técnicas [42].

Nuevos productos y procesos

A los países en desarrollo se les plantean muchos problemas importantes sobre los que los países industrializados no disponen fácilmente de conocimientos teóricos o prácticos. El número de productos y de procesos que están por descubrir son innumerables, por ejemplo, en las aplicaciones agrícolas o en forma de equipo médico electrónico, barato, resistente y portátil para ser utilizado por los sistemas de prestación de atención sanitaria rurales, estáticos o móviles.

La puesta a punto de nuevos productos y procesos requerirá una acción y una cooperación internacionales y el intercambio de experiencias entre los países en desarrollo [42].

Aplicaciones

Como se ha señalado en el capítulo IV, las aplicaciones normales de la informática en los países industrializados no guardan mucha relación con los problemas de los países en desarrollo. Esos problemas deben examinarse de nuevo a la luz de los progresos en las tecnologías de la informática que crean nuevas posibilidades de aplicación en todos los sectores de la economía. Ello requiere igualmente la cooperación de los organismos internacionales.

Sistemas de información estatales

Ningún país ha resuelto todavía plenamente los ingentes problemas de manipulación de la información que plantea el análisis y la síntesis de las cuentas nacionales, los datos estadísticos y demográficos requeridos para una buena administración nacional y para la planificación nacional del desarrollo de regiones y recursos, tierras, agua, bosques, cultivos y ganado, por no hablar del empleo eficiente de la fuerza de trabajo. Los

sistemas adecuados de información diferirán también para países en desarrollo que se encuentran en diferentes etapas de crecimiento y que tienen características diferentes. Para determinar los modelos adecuados hará falta realizar una serie de estudios comparados a nivel internacional. Tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo están en funcionamiento numerosos sistemas de información estatales, de manera que es posible estudiar las prácticas mejores y transferir los modelos adecuadamente modificados para ajustarse a nuevas situaciones.

Las aplicaciones estatales son un sector idealmente adecuado para estimular la creación autónoma de equipo lógico. Los conjuntos de equipo lógico específicamente ajustados a las necesidades nacionales de planificación de los países en desarrollo tienen una enorme posibilidad potencial; las organizaciones internacionales pueden estimular muchos proyectos para el diseño de equipo lógico destinado a la administración nacional de la energía eléctrica, el transporte de carga por ferrocarril, los sistemas de alerta meteorológica y los sistemas de comunicaciones y de lenguaje [43].

Sistemas de apoyo a las decisiones

En los países en desarrollo la creación de una capacidad de información social para evaluar los datos en bruto será absolutamente esencial para promover la autosuficiencia y para la industrialización. Las necesidades más apremiantes son obtener una información sobre el mercado y seguir la pista de las nuevas tecnologías y de las teorías actuales sobre las previsiones tecnológicas [44]. Ello requiere el establecimiento de sistemas de información de gestión orientados hacia la planificación a largo plazo. Como se examinó en el capítulo II, la administración de una organización opera a tres niveles funcionales: práctico, táctico y estratégico, que corresponden a las actividades rutinarias cotidianas, el control y la evaluación de

esas actividades y la planificación a largo plazo, respectivamente.

El establecimiento de sistemas de información de gestión en el Tercer Mundo no tiene que pasar forzosamente por las mismas etapas que siguió en los países industrializados (véase el capítulo II). La razón de ello es que las modificaciones de la tecnología han aumentado la flexibilidad y promovido la capacidad de sistemas de información de gestión potenciales; de ese modo, los tres niveles se podrían promover al mismo tiempo. No obstante, esa evolución depende de que se supere la falta de experiencia que se adquiere durante la evolución de los sistemas de nivel práctico, táctico y estratégico. Es necesario realizar un programa ampliado de instrucción y capacitación, en el que participen las universidades y las instituciones tecnológicas y crear institutos de I y D, centros de información, servicios de extensión industrial y servicios de asesoramiento industrial.

Dado que pueden surgir dificultades para poner en práctica incluso la aplicación más sencilla, las organizaciones internacionales deben procurar reforzar la capacidad de gestión mediante centros de capacitación industrial, servicios de extensión industrial y empresas consultoras, tanto en los países como en las regiones.

Empresas industriales en pequeña escala

Las organizaciones internacionales deben dar prioridad a la promoción de las aplicaciones de la informática en las pequeñas empresas industriales que, como se señaló en el capítulo IV, pueden muy bien representar el 50% de la producción industrial total. Más concretamente, se debe poner empeño en estimular el crecimiento del sector de los servicios relacionados con la industria para que atiendan a las pequeñas empresas como un cauce para la transferencia de la tecnología adecuada de la informática [1].

VIII. Lista de verificación de la autosuficiencia nacional en el sector de la informática

La formulación de una estrategia operativa para el desarrollo de la informática en un país determinado incumbe a ese país, y depende de sus condiciones, necesidades, prioridades y etapas de desarrollo. El conjunto concreto de actividades que se sugieren en la lista de verificación tiene, por lo tanto, sólo un carácter ilustrativo.

Lista de verificación

1. Se debería establecer un comité de alto nivel dependiente de la oficina del presidente o del primer ministro. Este comité promovería la necesidad de tomar conciencia de la información como un concepto esencial y desarrollaría el concepto de la información social en general, con inclusión de las infraestructuras conexas.
2. Se deben celebrar consultas con organismos internacionales sobre el establecimiento de la política. A este respecto, cabe tener acceso a los modelos de otros países por conducto de los organismos internacionales.
3. Se deben establecer grupos de estudio para examinar temas como el de la capacitación de mano de obra, la política industrial, etc.
4. Se debe preparar un informe sobre los principios generales, en el que se establecerían las prioridades para la aplicación de las medidas y se determinarían las atribuciones de los órganos nacionales. En ese informe se determinarían también las etapas de desarrollo de la industria nacional de la informática en el marco de la política industrial nacional.
5. Se deben adoptar medidas institucionales adecuadas para crear un órgano o unos órganos nacionales, por ejemplo, un organismo nacional de la informática, con funciones de planificación y regulación.
6. El organismo nacional de la informática debe planificar y realizar campañas nacionales para promover la comprensión del valor de la información. Conviene insistir en la necesidad de hacer comprender el valor de la información.
7. El departamento estatal competente debería realizar estudios nacionales de los recursos en equipo, mano de obra y conocimientos administrativos, de gestión y empresariales.
8. El organismo nacional de la informática debe investigar los recursos financieros, nacionales e internacionales y la disponibilidad de fuentes de financiación para proyectos especiales (por ejemplo, el Fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, el PNUD, la UNESCO, la OII, los bancos regionales y nacionales de desarrollo, etc.).
9. El organismo nacional de la informática debe planificar las infraestructuras industriales y tecnológicas, con inclusión de los servicios de extensión industrial, centros de información, centros de transferencia de tecnología y redes nacionales de información, y velar por que los órganos existentes se incorporen plenamente al plan general, por que se creen los órganos nuevos que sean necesarios y por que se establezcan conexiones adecuadas con la ONUDI, con otros centros internacionales de intercambio de información y los demás centros nacionales y regionales que se establezcan.
10. El organismo nacional de la informática debe promover la aplicación pertinente de actividades de I y D en los establecimientos de enseñanza terciaria, en las universidades y, de ser necesario, en centros especiales, que abarquen las ciencias administrativas, los sistemas de información administrativa y apoyo a las decisiones, la ciencia de la información, estudios sobre las necesidades de información de la industria, incluidas en particular las de las pequeñas empresas industriales, la tecnología de equipo físico y de equipo lógico microelectrónico y estudios sobre las aplicaciones innovadoras de la microelectrónica en sectores prioritarios.
11. El organismo nacional de la informática debe promover, en cooperación con los órganos nacionales competentes (o de ser necesario, los nuevos órganos que se establezcan), un plan nacional integrado de enseñanza y capacitación en todos los aspectos de la infor-

- mática y la documentación, así como las funciones administrativas y de gestión conexas.
12. El organismo nacional de la informática, en cooperación con los departamentos estatales competentes, debe planificar medidas adecuadas para estimular el desarrollo del sector de los servicios relacionados con la industria, con particular referencia al asesoramiento industrial y técnico, para promover sus funciones de transferencia de tecnología y los conocimientos técnicos para aplicar sistemas de información a la industria.
 13. El organismo nacional de la informática debe velar por que se promulgue una legislación especial para reglamentar la aportación de tecnología de la informática, los acuerdos para concesión de licencias, etc., en el marco general del Estado, con el fin de regular y promover la transferencia de tecnología de acuerdo con una política adecuada y aplicada por un organismo nacional regulador encargado de la transferencia de tecnología [45].
 14. El organismo nacional de la informática, en cooperación con los departamentos estatales competentes, debe planificar un sistema nacional de comunicaciones, integrándolo a los niveles regional y mundial, en consulta con la UIT y otros organismos pertinentes.
 15. El organismo nacional de la informática, en cooperación con los departamentos estatales competentes y otros órganos nacionales relacionados con la industria, debe coordinar el establecimiento de una estrategia industrial global con respecto al montaje y fabricación de equipo físico de informática, producción de equipo lógico, servicios de mantenimiento y apoyo en el marco del plan nacional de desarrollo, integrando la estrategia a nivel regional en la forma que proceda.
 16. Con el doble objetivo de aumentar la eficacia y utilizar la capacidad de compra del Estado como un estímulo sustancial para promover la industria de la informática, el organismo nacional de la informática debe fomentar una estrategia para la constitución de sistemas de información y bases de datos en departamentos públicos y servicios públicos, que se pondría en práctica mediante un nuevo impulso de los órganos existentes o la creación de nuevos órganos nacionales, según proceda.
 17. El organismo nacional de la informática debe promover el establecimiento de planes sectoriales para las aplicaciones, por ejemplo, en la agricultura, el transporte y la energía. Esos planes deben coordinarse con un plan general.
 18. El organismo nacional de la informática debe promover las aplicaciones de la informática

en el sector privado mediante las infraestructuras de información que se establezcan con ese fin y modificaciones en el sector de los servicios.

Comentarios

La política de la informática que se establezca estará condicionada por varios factores como el grado de intervención estatal, la política de industrialización del país (por ejemplo, sustitución de importaciones o promoción de exportaciones) y otros características fundamentales del país. Las siguientes cuestiones constituirán forzosamente el meollo de cualquier política:

Arreglos institucionales

Comprensión, enseñanza y capacitación

Medidas de promoción y apoyo del Estado e instrumentos de política

Aplicaciones prioritarias

Adquisición de equipo físico y de equipo lógico

Evolución de la industria de la informática

Los dos mayores obstáculos con los que tropezarán casi todos los países en desarrollo serán la falta de comprensión del valor de la información y la falta de conocimientos y experiencia de gestión. Esas dificultades sólo se podrán superar mediante una acción integrada y constante en los planos nacional, regional y mundial.

Conviene tener presente que en cada etapa del desarrollo nacional de la informática, desde el establecimiento inicial de la política hasta la aplicación efectiva de sistemas operacionales, una nación puede obtener considerable información, orientación y datos sobre otras experiencias por conducto de los organismos internacionales. Para la remisión general a otras fuentes conviene recurrir a la Sección de Información Industrial de la ONUDI y al Departamento de Cooperación de la OII.

Al estudiar la lista de verificación, también se debe tener en cuenta que la informática no es "sólo otra mistificación" (en [1], secc. 1) o "sólo otra tecnología" (King, en [3]) y que el desarrollo integrado debe estar en armonía con unas metas de desarrollo claramente definidas y la utilización de los organismos públicos y de los instrumentos institucionales existentes, creándose nuevas entidades únicamente cuando sea imprescindible.

El desarrollo de la informática debe formar parte del marco más amplio de una política nacional de desarrollo económico e industrial. La necesidad de una consideración especial y meticu-

losa de la informática se deriva de que afecta a casi todas las demás esferas y sectores estratégicos de una región y es afectada por ellos. Un requisito previo para que cualquier estrategia nacional de desarrollo de la informática tenga éxito es la creación de una conciencia viva a los más altos niveles del valor de la información y de la concepción de la informática como una concep-

ción importante del desarrollo. Si la autosuficiencia es la primera idea importante en la formulación de las metas del desarrollo, la informática, concebida como el conjunto de los problemas y las infraestructuras que participan en la promoción de la eficiencia social y de la información social, es a su vez un requisito previo de la autosuficiencia.

Referencias

1. *Informatics and Industrial Development: Proceedings of the International Conference on Policies for Information Processing for Developing Countries, 9-13 March 1981, Trinity College Dublin, Ireland*. F. J. Foster, ed. (Dublin, Trycooly International Publishing Limited, 1982).
2. *Teleinformatics*. E. J. Boutmy y A. Danthine, eds. (Amsterdam, North-Holland Publishing, 1979).
3. *Microelectronics and Society: For Better or For Worse*. G. Friedrichs y A. Schaff, eds. (Oxford, Pergamon Press, 1982).
4. Oficina Intergubernamental de Informática, *For an African Management Infrastructure* (Roma, 1982).
5. I. Barron y R. Curnow, *The Future with Microelectronics* (Londres, Frances Pinter, 1979).
6. *The Microelectronics Revolution*, T. Forester, ed. (Oxford, Blackwell, 1980).
7. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, *Telecommunications: Pressures and Policies for Change* (París, 1983).
8. National Board for Science and Technology, *Microelectronics: The Implications for Ireland* (Dublin, 1981).
9. A. E. Owen, "Chips and industry", Special Report No. 135 (Londres, Economist Intelligence Unit, 1982).
10. R. Shah, "Growth is the world of robots", *Iron Age Metalwork International*, vol. 7, 1978.
11. L. Bannon, U. Barry y H. Olav, eds., *Informational Technology Impact on the Way of Life* (Dublin, Tycooly International Publishing, 1982).
12. J. Rule, *Value Choices in Electronic Funds Transfer Policy* (Washington, D. C., Executive Office of the President, 1975).
13. T. Horan, *Electronic Funds Transfer Systems* (Stanford, Stanford Research Institute, 1976).
14. F. G. Foster, *Computers in Ireland* (Dublin, Economic and Social Research Institute, 1971).
15. *Computers in Developing Nations*, J. M. Bennet y R. E. Kalman, eds. (Amsterdam, North-Holland Publishing, 1981).
16. G. Fick y R. H. Sprague, eds., *Decision Support Systems: Issues and Challenges* (Oxford, Pergamon Press, 1980).
17. *World Futures Society Bulletin*, julio/agosto de 1982.
18. M. U. Porat, *The Information Economy: Definition and Measurement*, O T Special Report 77-12(1) (Washington, D.C., United States Department of Commerce, Office of Telecommunications, 1977).
19. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, *Autosuficiencia tecnológica de los países en desarrollo: hacia la formulación de estrategias operacionales*. Serie "Desarrollo y transferencia de tecnología", Núm. 15 (ID/262).
20. D. Bell, *The Coming of Post-industrial Society* (New York, Basic Books, 1973).
21. F. Machlup, *The Production and Distribution of Knowledge in the United States* (Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1962).
22. G. B. Thompson, *On the Relation between Information Technology and Socio-Economic Systems* (Londres, Phil., Trans. R. Soc., 1978), A. 289, pp. 207-212.
23. S. Kuznets, *Modern Economic Growth* (New Haven, Connecticut, Yale University Press, 1966).
24. F. R. Sagasti, *Knowledge is Power*, Mazingira No. 8 (Dublin, Tycooly International Publishing Limited, 1979).
25. V. Slamecks, "The inclination toward information use", *Information and the Transformation of Society* (Amsterdam, North-Holland Publishing, 1982).
26. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, *Science and Technology Information: Analytical Case Studies*, Executive Summary Report (París, 1981).
27. O. A. El-Kholy, "The winds of change—From an information embargo to a national survey of information needs and resources in Egypt", informe presentado a la reunión sobre la Industria del Conocimiento y el Proceso de Desarrollo, celebrado por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, París, 9-12 junio 1980.
28. S. Dedijer, "Social engineering of intelligence for development", presentado a la Reunión sobre la Industria del Conocimiento y el Proceso de Desarrollo, celebrada por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, París, 9-12 junio 1980.
29. *North-South: A Programme for Survival*, Informe de la Comisión Independiente sobre las Cuestiones de Desarrollo Internacional, bajo la Presidencia de Willy Brandt (Londres, Pan Books, 1980).
30. M. Halty-Carrere, *Technological Development Strategies for Developing Countries: A review for Policy Makers* (Montreal, Institute for Research on Public Policy, 1979).
31. G. R. Pipe y A. A. M. Veenhuis, eds., *National Planning for Informatics in Developing Countries* (Amsterdam, North-Holland Publishing, 1975).
32. Oficina Intergubernamental de Informática, *Strategies and Policies for Informatics*, informe final de la Conferencia Intergubernamental sobre estrategias y políticas de informática (Roma, 1978).

33. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, *Facing the Future* (París, 1979).
34. *La aplicación de la tecnología de la computadora al desarrollo* (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta: S.71.II.A.1).
35. R. E. Kalman, "Towards the quantitative measurement of development in informatics", *Economics of Informatics*. A. B. Frielink, ed. (Amsterdam, North-Holland Publishing, 1975).
36. *La aplicación de la tecnología de la computadora al desarrollo: Segundo informe del Secretario General* (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta: S.73.II.A.12).
37. A. Adedeji, *Towards One World?*, Friedrich Ebert Foundation, eds. (Londres, Temple Smith, 1981), p. 272.
38. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, "Establishment of an Industrial and Technological Information Bank: Report by the Executive Director of UNIDO" (ID/B/183 y Corr.1).
39. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, "UNIDO's Industrial and Technological Information Bank (INTIB) and national industrial information and advisory services" (UNIDO/IS.325).
40. E. Galli, "Microelectrónica y telecomunicaciones en América Latina" (ID/WG.372/4).
41. *TCDC News*, No. 5, enero-marzo 1980.
42. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, "Electronics in developing countries: Issues in transfer and development of technology" (Ginebra, 1978).
43. *TCDC News*, No. 12, enero-junio 1982.
44. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, "Action in the field of industrial and technological information in Africa" (ID/WG.332/1).
45. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, "Organización, funciones y actividades de las oficinas nacionales para la reglamentación de la transferencia de tecnología" (UNIDO/IS.236).

ABSTRACT

In the last few decades technologies for handling information have undergone rapid development, based on microelectronics. In the industrialized countries the impact of informatization, as it is called, is felt not only in organizations but also by society itself. This has important policy implications for development in the third world.

Informatics for Industrial Development, No. 22 in the Development and Transfer of Technology Series of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), discusses the importance of informatics and its significance for the third world. The technology, its uses and its effect on productivity and employment are examined. The publication covers policies that the developing countries might want to adopt and action that could be taken at the international level. Finally, an 18-point check-list to help developing countries formulate an operational strategy for informatics development is presented.

SOMMAIRE

Au cours des dernières décennies, les techniques de traitement de l'information ont connu un développement rapide, basé sur la micro-électronique. Dans les pays industrialisés, les effets de ce que l'on appelle l'informatisation s'exercent aussi bien sur les organisations que sur l'ensemble de la société. Ce phénomène a d'importantes conséquences pour les politiques de développement du tiers monde.

Intitulé *Informatique au service du développement industriel*, le 22^e volume de la série "Mise au point et transfert des techniques" publiée par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) considère l'importance de l'informatique et l'intérêt qu'elle présente pour le tiers monde. Il examine cette technique, ses utilisations et ses incidences sur la productivité et l'emploi. L'ouvrage définit les politiques qui pourraient être adoptées par les pays en développement et les dispositions qui pourraient être prises à l'échelon international. Il comporte enfin une liste récapitulative en 18 points destinée à aider les pays en développement à mettre au point une stratégie efficace de développement de l'informatique.

La serie "Desarrollo y transferencia de tecnología", de la ONUDI

Número

- * 1. Experiencias nacionales en la adquisición de tecnología (ID/187), núm. de venta: S.78.II.B.7. Precio: \$8,00 (EE.UU.)
2. UNIDO Abstracts on Technology Transfer (ID/189)
- * 3. La fabricación de vehículos económicos en los países en desarrollo (ID/193), núm. de venta: S.78.II.B.8. Precio: \$3,00 (EE.UU.)
4. Manual de instrumentación y control de calidad en la industria textil (ID/200)
- * 5. Tecnología para aprovechar la energía solar (ID/202), núm. de venta: S.78.II.B.6. Precio: \$10,00 (EE.UU.)
6. Técnicas audiovisuales para la industria (ID/203)
7. Tecnologías procedentes de países en desarrollo (I) (ID/208)
Tecnologías procedentes de países en desarrollo (II) (ID/246)
8. Tecnologías de procesos para la fabricación de fertilizantes fosfatados (ID/209)
9. Tecnologías de procesos para la fabricación de fertilizantes nitrogenados (ID/211)
- * 10. Fábricas de ladrillos: perfil de una industria (ID/212), núm. de venta: S.78.II.B.9. Precio: \$4,00 (EE.UU.)
11. Perfiles tecnológicos de la industria siderúrgica (ID/218)
12. Pautas para la evaluación de acuerdos de transferencia de tecnología (ID/233)
13. Manual de fertilizantes (ID/250)
14. Casos prácticos de adquisición de tecnología (I) (ID/257)
Casos prácticos de adquisición de tecnología (II) (ID/296)
15. Autosuficiencia tecnológica de los países en desarrollo: hacia la formulación de estrategias operacionales (ID/262)
16. Plantas de desarrollo de producción de metales (ID/271)
17. Exportaciones de tecnología de países en desarrollo (I): Argentina y Portugal (ID/289)
18. Modelos básicos de desagregación tecnológica: I. La industria petroquímica (ID/302)
19. Technological Perspectives in the Machine Tool Industry and their Implications for Developing Countries (ID/312)
20. Bauxite testing Laboratories (ID/316)
21. The Economic Use of Aluminium (ID/324)
22. La informática al servicio del desarrollo industrial (ID/326)

En América del Norte, Europa y Japón pueden obtenerse gratuitamente todas las publicaciones arriba enumeradas excepto las marcadas con un asterisco, que en esas zonas se distribuyen, al precio indicado, en una edición para la venta publicada aparte. En el resto del mundo pueden obtenerse gratuitamente todas las publicaciones arriba enumeradas, sin excepción alguna.

Las solicitudes de ejemplares gratuitos deben enviarse, con indicación del título y la signatura (ID/ . . .) de la publicación, a: Redacción, *Boletín Informativo de la ONUDI*, P.O. Box 300, A-1400 Viena (Austria).

Las publicaciones de venta deben encargarse, por título y número de venta, a los distribuidores autorizados de publicaciones de la Naciones Unidas o a una de las oficinas siguientes:

Para Europa

Sección de Ventas
United Nations Office
CH-1211 Ginebra 10
Suiza

Para América del Norte y Japón

Sección de Ventas
United Nations
Nueva York, Nueva York 10017
Estados Unidos de América

