



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> 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.

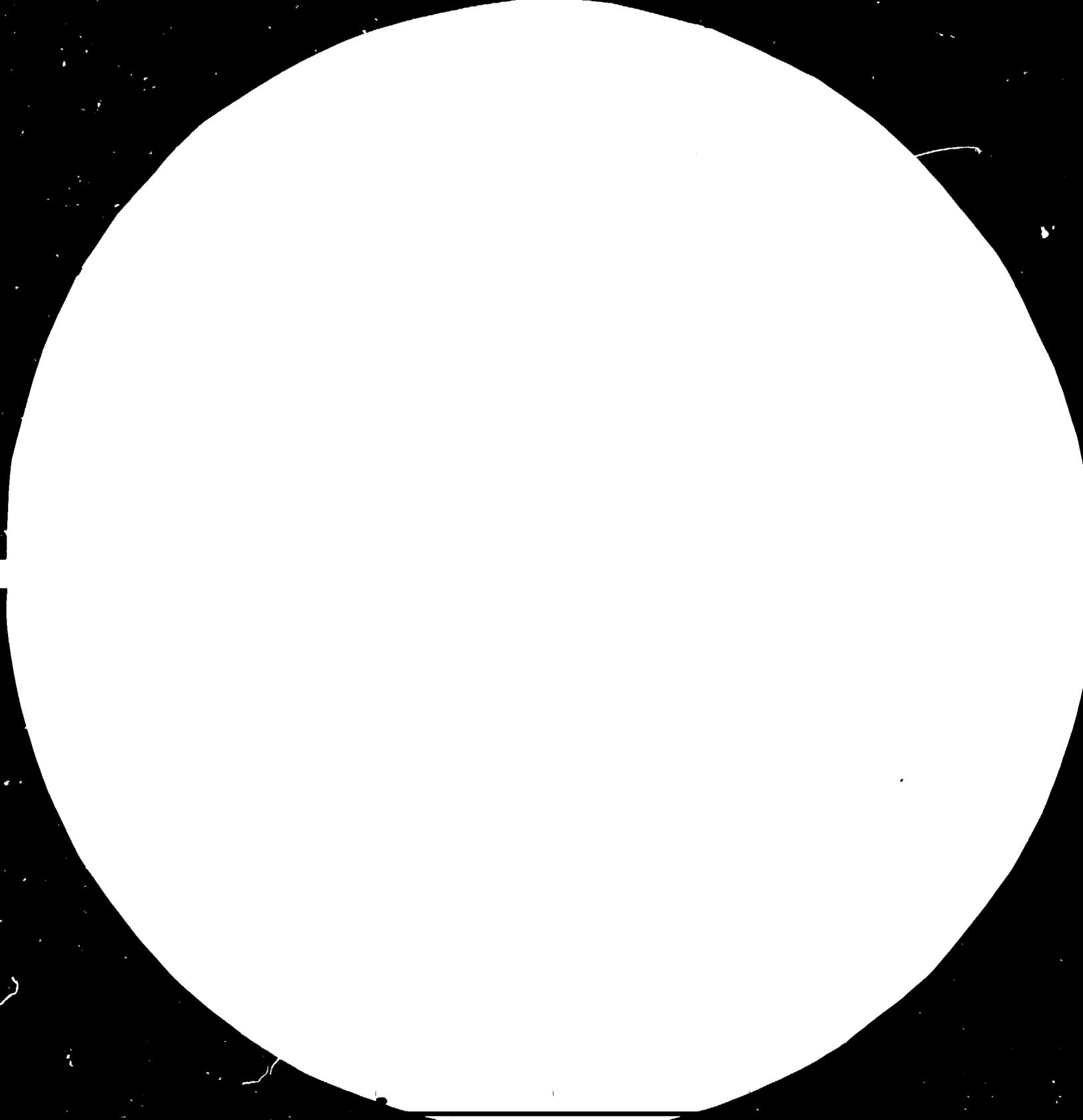
## FAIR USE POLICY

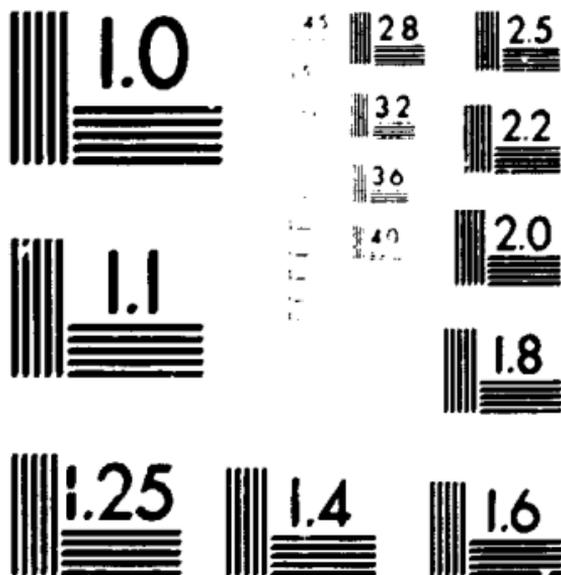
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





**MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART**  
 NATIONAL BUREAU OF STANDARDS  
 STANDARD REFERENCE MATERIAL 1010a  
 (ANSI and ISO TEST CHART No. 2)



14613 - S



Distr. LIMITADA

ID/WG.440/2  
26 abril 1985

ESPAÑOL  
Original: INGLES

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Reunión Regional para el Establecimiento  
de una Red Regional de Microelectrónica  
en la Región de la CEPAL\*

Caracas (Venezuela), 3 a 7 de junio de 1985

LAS TELECOMUNICACIONES Y LA TECNOLOGIA  
DE LA INFORMACION EN AMERICA LATINA:  
PERSPECTIVAS Y POSIBILIDADES DE GESTIONAR  
LA DISPARIDAD TECNOLOGICA\*\*

Preparado por

Mike Hobday\*\*\*

Consultor de la ONUDI

\* Patrocinada conjuntamente por el SELA y la CEPAL.

\*\* Las opiniones que el autor expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la secretaría de la ONUDI. El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición de la secretaría de la ONUDI.

\*\*\* Unidad de investigación sobre política científica, Universidad de Sussex, Inglaterra.

LAS TELECOMUNICACIONES Y LA TECNOLOGIA DE LA INFORMACION EN  
AMERICA LATINA: PERSPECTIVAS Y POSIBILIDADES DE GESTIONAR  
LA DISPARIDAD TECNOLOGICA

<u>INTRODUCCION</u>	1
<u>PARTE 1: LA IMPORTANCIA ESTRATEGICA DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA DIFUSION DE LA TECNOLOGIA DE LA INFORMACION</u>	
1.1 Las telecomunicaciones como infraestructura de la tecnología de la información y como "sector de punta" en la acumulación de capacidad tecnológica.	4
1.2 La microelectrónica, las telecomunicaciones y los países en desarrollo -una posibilidad de gestionar la disparidad tecnológica.	6
<u>PARTE 2: LA CAMBIANTE ESTRUCTURA DEL MERCADO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES Y SUS REPERCUSIONES PARA LOS PAISES EN DESARROLLO</u>	
2.1 La difusión microelectrónica, el crecimiento del mercado y la competencia.	11
2.1.1 La tecnología de las centrales	13
2.1.2 El sector de la transmisión	17
2.1.3 El equipo periférico	19
2.2 La "divisibilidad tecnológica" de las telecomunicaciones digitales -nuevas oportunidades para los países en desarrollo.	20
<u>PARTE 3: LAS TELECOMUNICACIONES EN AMERICA LATINA - LA DEMANDA ACTUAL Y LAS POSIBILIDADES DE SUSTITUCION DE IMPORTACIONES</u>	25

<u>PARTE 4:</u>	<u>UN EXAMEN PRELIMINAR DE LOS DESARROLLOS LOCALES</u>	
	<u>EN MATERIA DE TELECOMUNICACION Y DE LAS PERSPEC-</u>	
	<u>TIVAS DE COLABORACION REGIONAL</u>	
4.1	Brasil	35
4.2	México	40
4.3	Argentina	42
4.4	Venezuela	46
4.5	Otros países de América Latina y posibilidades de cooperación regional	49
4.6	Resumen	54
	<u>CONCLUSIONES</u>	56
	Glosario de términos técnicos	59
	Bibliografía	64

## INTRODUCCION

Dentro de la ya abundante literatura referida a la microelectrónica y a las tendencias hacia una tecnología basada en la información, es escasa la atención que hasta el momento se ha concedido a las telecomunicaciones. Ello es no poco sorprendente si tenemos en cuenta a) la magnitud del mercado y su crecimiento, b) la importancia de las telecomunicaciones como infraestructura para la tecnología de la información, y c) el papel de las telecomunicaciones como "sector de punta" en la acumulación de capacidades en tecnología de la información. Ni siquiera en los estudios que se refieren a los países industrialmente avanzados encontramos un análisis suficiente de las propiedades infraestructurales y de penetración de las telecomunicaciones. Los gobiernos de varios de estos países, sin embargo, están apoyando de manera activa sus industrias manufactureras locales con el fin de obtener ventajas nacionales sobre sus competidores en los mercados, en rápido crecimiento, de la tecnología de la información.

Este hecho es motivo de grave preocupación para los países en desarrollo, que tratan de obtener las técnicas y capacidades tecnológicas necesarias para comprender y utilizar la tecnología microelectrónica. Si no existen unas respuestas de política, bien orquestadas e informadas, a los cambios que ha producido la innovación digital, se corre un serio peligro de pérdida de la competitividad internacional, de erosión de las ventajas comparativas y de exclusión de muchas actividades económicas que son intensivas desde el punto de vista de la información. Este trabajo tiene como propósito principal examinar las expectativas de la región latinoamericana para "situarse" en la tecnología de la información dado un entorno mundial en rápida transformación tanto desde el punto de vista tecnológico como desde el económico. La cuestión de si determinados países en desarrollo pueden utilizar los medios de telecomunicación

existentes y los programas de inversión en infraestructura como elemento de penetración en el desarrollo de la tecnología de la información exigirá un análisis detallado y por países. El objetivo que en este trabajo se persigue es, por consiguiente, el de ofrecer una valoración general de estas cuestiones y señalar posibles estrategias relacionadas con las telecomunicaciones para gestionar la disparidad tecnológica existente entre América Latina y los países industrialmente avanzados.

La Parte 1 se inicia con un breve examen de la importancia estratégica de las telecomunicaciones en su doble papel de infraestructura de la tecnología de la información y de sector de punta en la acumulación de capacidades en microelectrónica. A continuación se sugiere que la demanda de medios digitales de telecomunicación existente en los países en desarrollo podría emplearse, potencialmente, como medio de "saltarse" formas intermedias de la infraestructura de comunicaciones, así como para obtener unas capacidades decisivas en la esfera más amplia de la tecnología de la información. A fin de valorar las perspectivas de transferencia tecnológica y de desarrollo local de las telecomunicaciones, en la Parte 2 se examina la estructura de mercado internacional que presenta esta industria y las repercusiones de la difusión tecnológica digital entre los principales subsectores de la industria. Se sostiene que el proceso de la difusión microelectrónica ha ofrecido a los países en desarrollo diversas "oportunidades tecnológicas" de acceso a una serie de importantes esferas de la industria.

En la Parte 3 se examina de manera general la demanda de mercado, actual y prevista, para la región latinoamericana, y se intenta demostrar que las grandes dimensiones del mercado, junto con la adopción planificada de unas telecomunicaciones plenamente digitales, ofrecen posibilidades de aprovechar las propiedades de las telecomunicaciones en cuanto que sector de punta. La Parte 4, por último, se ocupa de manera selectiva de varios países concretos de la región, y subraya la importancia de diferenciar claramente entre economías de diferente tamaño global y

entre diferentes niveles de infraestructura económica y tecnológica. Se ha procurado asimismo señalar las posibles esferas donde puede producirse una colaboración internacional recíprocamente beneficiosa, en especial para los países más pequeños de la región. En última instancia, no obstante, una gran parte del éxito dependerá de las iniciativas de política gubernamentales, tanto individuales como cooperativas, que se pongan en marcha para gestionar satisfactoriamente la disparidad tecnológica.

(Se ofrece asimismo un glosario para definir términos como tecnología de la información, telecomunicaciones y otros tecnicismos necesarios.)

PARTE 1    LA IMPORTANCIA ESTRATEGICA DE LAS TELECOMUNICACIONES  
EN LA DIFUSION DE LA TECNOLOGIA DE LA INFORMACION

1.1    Las telecomunicaciones como infraestructura de la tecnología de la información y como "sector de punta" en la acumulación de capacidad tecnológica.

En la actualidad existe ya una abundante literatura en torno a la difusión de la tecnología microelectrónica, basada en la información. (Veánse para reseñas, Forester, 1980; Besant y col., 1981, y Leppan, 1983). Dos de los hallazgos más generalizados en lo que se refiere a los países industrialmente avanzados son, en primer lugar, el rápido ritmo de difusión de la microtecnología y, después, su asombroso alcance, pues se ha extendido a prácticamente todos los sectores económicos. Por ejemplo, un estudio realizado por la OCDE (1981) indica que, en términos generales, las ocupaciones basadas en la información representan actualmente la más alta proporción de empleo en la mayor parte de los países de la OCDE, y que a ellas se debe el crecimiento del empleo más acelerado dentro los países industrialmente avanzados. A pesar de la grave recesión económica, las ventas de los productos de la tecnología de la información no han descendido (Rothwell, 1984). En la literatura procedente de los países industrialmente avanzados se estudian ampliamente el alcance y la velocidad de la difusión de esta tecnología, así como sus repercusiones sobre el crecimiento del empleo y de la producción. Pero no está ni mucho menos igualmente cubierta la cuestión del papel y la importancia de las telecomunicaciones en el auge de la tecnología de la información.

Cuando se examina la magnitud del sector de la telecomunicación y el papel que desempeña, esa desatención es realmente sorprendente. En los países de la CEE, los Estados Unidos y el Japón, las actividades globales de telecomunicación representan aproximadamente el 3% del PIB, lo que sitúa a este sector, en términos cuantitativos, a más o menos la misma altura que las mayores industrias a escala mundial (por ejemplo la auto

movilística, la de suministro de electricidad, la aeroespacial y la de productos químicos). A consecuencia de ese crecimiento rápido y sostenido, se espera que las actividades de telecomunicación alcancen aproximadamente el 4,4% del PIB en 1990, y que en el año 2000 superen a los otros sectores industriales principales alcanzando alrededor de un 7% del PIB total. El sector de la telemática, que está íntimamente relacionado con el de la telecomunicación y que está basado en la convergencia de las telecomunicaciones digitales con la tecnología de las computadoras, alcanzará probablemente, a principios del decenio de 1990, unas dimensiones globales equiparables a las de las telecomunicaciones (A.D.Little)

Como ya se ha mencionado supra, las telecomunicaciones están desempeñando asimismo un papel fundamental en la tendencia hacia las actividades digitales, basadas en la información. En primer lugar, como infraestructura básica de la tecnología de la información, las telecomunicaciones representan en realidad una restricción determinante a la difusión de las tecnologías de la informática y la telemática. En segundo lugar, las telecomunicaciones están siendo un componente sumamente importante de las actividades nacionales tendentes a acumular capacidades en tecnología de la información. De nuevo es materia de urgente preocupación la escasa atención que se presta a las telecomunicaciones desde estas perspectivas. Entre los gobiernos de los países industrialmente avanzados es hoy práctica de política habitual aprovechar las propiedades de sector pionero que tienen las telecomunicaciones para tratar de asegurar sus posiciones internacionales relativas a medida que avanza la difusión de la tecnología de la información. Esta política se lleva a cabo principalmente a través de programas de inversión o de apoyo a los fabricantes nacionales de equipo de telecomunicaciones (Bessant, 1983), así como a través de medidas legislativas dirigidas a promover una mayor competencia en la introducción de nuevos servicios de tecnología de la información. (Adviértase la reciente legislación antimonopolística aprobada en los Estados Unidos y en el Reino Unido.)

En cuanto que infraestructura para la tecnología de la información, el papel de las telecomunicaciones se revela como aún más importante cuando se consideran las diversas previsiones acerca de una próxima y sostenida mejora de la economía, mejora que muchos sugieren que va a tener su base, o sin duda su impulso, en la difusión de la tecnología microelectrónica de la información. Como sostienen Barron y Curnow (1979) en su valoración de la situación del Reino Unido:

"El desarrollo de la sociedad de la información tendrá como principal obstáculo la obtención de la capacidad de telecomunicaciones adecuada... Desde un punto de vista nacional, el mayor apalancamiento podría obtenerse mediante un activo programa de inversiones en un sistema de telecomunicaciones avanzado. Ello proporcionaría la infraestructura necesaria para una sociedad de la información, y generaría un mercado positivo para la industria de la tecnología de la información en el Reino Unido".

(pp. 18 y 20)

En lo que se refiere a los países en desarrollo, es crucial que se diseñen las medidas de política adecuadas para hacer frente a los desafíos que plantea la tecnología digital de la información, no sólo para evitar que la disparidad tecnológica se haga aún mayor, sino también para obtener de la tecnología todas las ventajas posibles. No dar una respuesta a estos cambios puede amenazar la consecución de ventajas comparativas por parte de los países en desarrollo, así como su exclusión de muchas de las actividades de la tecnología de la información.

#### 1.2 La microelectrónica, las telecomunicaciones y los países en desarrollo: una posibilidad de gestionar la disparidad tecnológica.

Al examinar la literatura referida a la microelectrónica y los países en desarrollo se observa que es aún menor

la atención prestada a las telecomunicaciones. Mientras que el papel general de las telecomunicaciones en el desarrollo económico ha sido objeto de muy amplio estudio (véase un examen de dicha literatura en Hobday, 1982), no existen estudios experimentales sobre el papel potencial de las telecomunicaciones como infraestructura de la tecnología de la información, ni tampoco como medio de adquirir unas técnicas y conocimientos vitales en materia de tecnología digital.

La mayor parte del estudio que se ha dedicado a la difusión microelectrónica y a los países en desarrollo se ha limitado a una reducidísima gama de tecnologías industriales y a otra aún más reducida de tecnologías de proceso por sectores, como por ejemplo las aplicaciones del diseño asistido por computadora (CAD) y de los programas (estudios que se examinan en Leppan, 1983). La preocupación principal de la mayoría de los observadores es la de las posibles repercusiones económicas negativas de la difusión microelectrónica, así como las dificultades a que se enfrentan los países en desarrollo a la hora de adquirir esa forma avanzada de tecnología (Rada, 1982, y Kaplinsky, 1982). Entre los principales motivos de preocupación en relación con la economía se encuentran : 1) la posibilidad de erosión de la ventaja comparativa que poseen los países en desarrollo más avanzados. Esta tesis sostiene que la actual ventaja comparativa, basada en una mano de obra barata, puede verse erosionada a medida que la tecnología de la automatización haga tecnológicamente posible y más rentable para las empresas multinacionales la reinstalación de los medios de producción en los países industrialmente avanzados. 2) La posibilidad de una nueva y dañina fase de creciente dependencia tecnológica de los países en desarrollo respecto de los industrialmente avanzados, y en especial respecto de los proveedores multinacionales de equipo y tecnología. 3) La no idoneidad de la tecnología digital tanto en términos de calificación como de dotación de factores, especialmente teniendo en cuenta que la tecnología economiza mano de obra y que requiere, para su manufactura y aplicación, unos conocimientos técnicos sofisticados.

En tiempos más recientes, no obstante, se han podido observar indicios de que el generalizado pesimismo inicial podría haber sido exagerado. En los países industrialmente avanzados el ritmo de conversión a sistemas digitales plenamente automatizados es lento y desigual, y la reinstalación en el norte no ha avanzado en la medida de lo esperado (Bessant, 1983, y Leppan, 1983). Es probable, por tanto, que los países en desarrollo puedan tener un "respiro" para evaluar su posición y organizar unas respuestas estratégicas a los desafíos que plantea la microelectrónica (Perez, 1984).

En lo que se refiere a la tecnología electrónica como economizadora de mano de obra, la investigación llevada a cabo por Soete y Dosi (1983) demuestra que la tecnología también ahorra capital, lo cual puede resultar beneficioso a la hora de superar las restricciones de capital que existen en los países en desarrollo. En lo que a las técnicas se refiere, y aunque los medios tradicionales de adquirir tecnologías mecánicas y electromecánicas (por ejemplo, el "aprender deshaciendo" o ingeniería a la inversa) pueden no ser adecuados en el caso de la tecnología de la información, puede recurrirse a otros mecanismos de aprendizaje basados en la información (Hobday, 1985, parte 3.3). De hecho, algunos de los mayores países en desarrollo, incluidos la India y el Brasil, han establecido ya capacidades bastante complejas en tecnología de programas y de diseño asistido por computadora. El paso a una tecnología digital y basada en la información puede, de hecho, ayudar a vencer los habituales problemas de "cuello de botella" a que se enfrentan los países en desarrollo en los terrenos de la ingeniería de precisión e interfaces electromecánicas. Muchos de los mayores países en desarrollo están ciertamente bien dotados de calificación de alto nivel en materia de información y diseño, en universidades y otros centros de investigación.

La muy estrecha base de investigación experimental que se observa en este ámbito impide por el momento generalizar por sectores económicos. No obstante, estudios recientes señalan que una intervención de política pragmática y bien infor-

mada puede contribuir a la superación de las dificultades que se presentan en la adquisición y el uso de la tecnología digital. En vez de aceptar pasivamente las consecuencias potencialmente perjudiciales de la difusión microelectrónica, los países en desarrollo pueden estar en condiciones de evitar o de "saltarse" otras formas de tecnología más antiguas y menos eficaces y pasar directamente a una tecnología digital más flexible y de costo más bajo (Soete, 1984). La adquisición estratégica de las técnicas y los conocimientos necesarios puede permitir a muchos países en desarrollo una gestión eficaz de la disparidad tecnológica. Como se analiza infra, tal es indudablemente el caso en el ámbito de las telecomunicaciones.

No obstante, y con el fin de evaluar las perspectivas de los países en desarrollo en la esfera global de la tecnología de la información, es imprescindible que distingamos claramente entre a) los diferentes tamaños de mercado y los diferentes niveles de infraestructura tecnológica que se hallan en los países en desarrollo, y b) el sector específico en el que se produce la innovación digital. Como indican los diversos estudios de casos realizados (Jacobsson y Sigurdson, 1983, ofrecen una recopilación de trabajos), el modelo, el ritmo y los efectos de la innovación microelectrónica varían considerablemente según el sector que se analiza y, en especial, según la "intensidad de información" que posee el sector. El ritmo de difusión más elevado aparece en los productos y procesos relacionados con la información, como son los de computación, proceso de datos y telecomunicaciones. En los sectores manufactureros tradicionales la difusión ha sido considerablemente más lenta, y sus efectos menos espectaculares, en parte debido a las fuertes inversiones realizadas con anterioridad en formas más antiguas de tecnología.

Es asimismo decisivo distinguir entre los países en desarrollo con diferentes niveles de desarrollo económico y tecnológico, pues las oportunidades de adquirir y desarrollar la tecnología digital dependerán en gran medida de la infraestructura existente. También el tamaño del mercado ha de ser una

variable importante a la hora de determinar el nivel apropiado de capacidad manufacturera y tecnológica de la economía. Antes de examinar estas cuestiones en el contexto de América Latina es necesario que analicemos en primer lugar la cambiante estructura del mercado internacional, ya que ello va a tener igualmente una notable influencia sobre las perspectivas generales de transferencia tecnológica y desarrollo local en los países en desarrollo.

PARTE 2    LA CAMBIANTE ESTRUCTURA DEL MERCADO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES Y SUS REPERCUSIONES PARA LOS PAISES EN DESARROLLO

La difusión de la tecnología microelectrónica por toda la industria de la telecomunicación ha modificado radicalmente tanto la magnitud de ese sector como su marco de competencia internacional. La innovación digital y su convergencia con otras industrias basadas en la información se han traducido en la entrada en el mercado de un gran número de nuevos participantes, y en una profunda transformación de la naturaleza de los productos y procesos que intervienen en la manufactura de equipos para telecomunicaciones. Este entorno tecnológico y económico en rápida transformación ha afectado radicalmente, y ello no es de sorprender, a las perspectivas de los países en desarrollo en materia de transferencia de tecnología y de desarrollo local de productos y procesos. Para evaluar las repercusiones de estos cambios puede ser útil empezar esbozando la estructura de la industria.

2.1 La difusión microelectrónica, el crecimiento del mercado y la competencia.

En el cuadro 1 se presentan las ventas mundiales de telecomunicaciones, desglosadas en las principales líneas de producto, correspondientes a los años 1980 y 1985.

Cuadro 1 Participación de las principales líneas de producto de telecomunicación en las ventas mundiales 1980-1985 (estimada)

	<u>Valor de las ventas mundiales (en miles de millones de dólares)</u>		<u>% del total</u>	
	<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1980</u>	<u>1985</u>
Conmutación	12,6	18,4	31,9	31,7
Transmisión	12,2	17,4	31,0	30,0
Terminales	5,8	8,0	14,7	13,8
Sistemas privados	4,3	6,4	10,9	11,0
Radio móvil	3,8	4,9	9,6	8,5
Otros	0,7	2,9	1,8	5,0
Totales	39,4	58,0	100	100

Fuente: OCDE, 1983, p. 20 (corregido), precios supuestamente constantes.

En 1980 las ventas totales de productos llegaron casi a alcanzar los 40 mil millones de dólares, mientras que en 1985 alcanzarán los 58 mil millones. Aunque las estimaciones del crecimiento varían, es unánime la creencia de que, durante los decenios de 1980 y 1990, la industria seguirá creciendo a un ritmo rápido. Arthur D. Little, por ejemplo, estima que el aproximadamente 8,5% de crecimiento medio anual que se ha experimentado en los primeros años del actual decenio no bajará más allá del 8,0% en los años que restan del mismo. Y ello a pesar de las previsiones de recesión económica continuada.

El equipo de conmutación o de centrales representa casi el 32% del mercado total. Este equipo constituye el núcleo de los sistemas de telecomunicación tanto públicos como privados, y su función consiste en la conmutación de mensajes en el seno de una red o entre una red y otra. Un lugar parejo en importancia al del equipo de conmutación es el que ocupan los sistemas de transmisión, con un 30% del mercado. Su función consiste en enviar información, en la actualidad generalmente en formato digital, de un punto geográfico a otro. El resto ( el equipo periférico) com

prende todos los demás dispositivos que intervienen en la formación de una red de telecomunicación, como terminales, microteléfonos, "modems" (aparatos para modulación/desmodulación) y otros dispositivos de entrada/salida. Desgraciadamente, estos datos no desglosan el mercado, en rápida expansión, de las centralitas automáticas privadas (CAP, o en inglés PABX). En la actualidad, este tipo de centralitas constituyen una de las esferas más dinámicas del mercado, con el paso a la tecnología digital y a un mayor número de aplicaciones privadas.

A lo largo de todo el decenio de 1970 y durante los años que llevamos del decenio actual la tecnología digital ha afectado de manera profunda a la estructura de mercado de la industria. Lo que era una industria estable y oligopolística ha pasado a ser un mercado sumamente competitivo y rápidamente creciente y cambiante. En muchas esferas, las perspectivas de los actuales proveedores se encuentran rodeadas de una gran incertidumbre. Como la base tecnológica de la industria de tecnología de la información en computación, informática, telemática y algunas esferas de los bienes de consumo electrónicos convergen en torno a la tecnología digital, en la industria de la telecomunicación han ido entrando nuevos competidores. Y con la entrada de nuevos fabricantes se ve amenazada la posición estable de muchos de los proveedores tradicionales.

En la Parte 1 se sostenía que los efectos de la innovación microelectrónica debían examinarse por sectores. Aun dentro del sector de la telecomunicación existen tendencias complejas y en conflicto que tienen una conexión directa con las perspectivas de los países en desarrollo que están tratando de adquirir y desarrollar la tecnología. Se hace necesario, por consiguiente, examinar el efecto probable de estos cambios desde el punto de vista de los tres principales subsectores: la conmutación, la transmisión y el equipo periférico.

### 2.1.1 La tecnología de las centrales

En el subsector de las centrales (conmutación) las amplias inversiones en I+D han producido unas centrales digitales

de estado sólido plenamente automatizadas, controladas mediante programas almacenados. La superioridad de estos sistemas, que se acepta de manera generalizada, está llevando a una gradual sustitución de las centrales electromecánicas, que son menos eficaces, menos flexibles y más costosas. En los países en desarrollo es perfectamente posible evitar o "saltarse" tecnologías precedentes y así pasar directamente a una tecnología plenamente digital. En lo que se refiere a la infraestructura de las comunicaciones, esta posibilidad representa un gran beneficio para los países en desarrollo, que de esta manera pagarán (por la instalación, digamos, de un millón de líneas) entre tres y cinco veces menos de lo que pagaron las economías actualmente desarrolladas hace entre 30 v 40 años (Jequier, 1977). Las centrales totalmente digitales más modernas cuestan hoy aproximadamente la mitad que las centrales públicas electrónicas analógicas y electromecánicas equivalentes (Saunders y col, 1983). La mayoría de los países en desarrollo tienen actualmente ante sí la atractiva posibilidad de instalar y ampliar sus redes de telecomunicaciones básicas, mientras que los países industrialmente avanzados suelen estar fuertemente atados a formas tecnológicas anteriores, menos eficaces y de menor capacidad. Al nivel de la infraestructura de la tecnología de la información, los países en desarrollo poseen potencialmente una ventaja sobre los países industrialmente avanzados, que se enfrentan hoy a la desalentadora tarea de reemplazar una infraestructura inadecuada y al enorme problema de la economía del desguace que ello conlleva.

Estas ventajas de poder saltarse fases en términos del uso de la tecnología son igualmente aplicables al equipo de transmisión y al equipo periférico, en los que es indiscutible que la difusión digital ha mejorado radicalmente la relación costo/rendimiento de los sistemas electromecánicos existentes, además de haber introducido una amplia gama de nuevas aplicaciones. No obstante, en términos de la manufactura de los sistemas y del desarrollo de la tecnología, el cambio a la conmutación digital

plantea a primera vista muy serias barreras financieras y tecnológicas para la entrada de los países en desarrollo en el sector.

Los costes de inversión en I+D en centrales públicas alcanzan proporciones asombrosas, con estimaciones que van desde 400 millones de dólares hasta 1000 millones para los sistemas públicos más importantes. Estos enormes umbrales de I+D han servido para impedir el acceso al sector a otras industrias estrechamente relacionadas, y es muy poco probable que ni siquiera los grandes fabricantes de computadoras entren en competencia en un futuro próximo. Además de estas barreras financieras, son igualmente muy considerables los obstáculos de carácter tecnológico. Para el desarrollo de sistemas de centrales se precisa un soporte lógico sumamente complejo y específico para telecomunicaciones, y ello se ha revelado como una dificultad principal aun para fabricantes de telecomunicaciones experimentados.

La difusión microelectrónica ha generado una feroz competencia de base tecnológica entre los proveedores internacionales existentes. En la actualidad existen en el mercado 16 sistemas principales: su desarrollo ha costado más de 6 mil millones de dólares, y están compitiendo por unos mercados anuales de exportación, no comprometidos, de solamente entre 2 y 3 mil millones de dólares. Este grado de saturación del mercado significará probablemente que algunos de esos sistemas no podrán obtener un rendimiento adecuado del capital invertido (OCDE, 1982).

A primera vista, estos obstáculos financieros y tecnológicos a la entrada, tan desalentadores, parecen indicar un difícil futuro para los países en desarrollo que están tratando de adquirir y desarrollar la tecnología de centrales. Sin embargo, puede que este no sea el caso por tres razones principales. En primer lugar, la feroz competencia internacional ha situado a los países en desarrollo en una excelente posición de negociación, desde la que pueden obtener los sistemas a precios muy bajos. Los servicios de correos y telecomunicaciones de los países en desarrollo pueden adquirir muchas veces el equipo más moderno en mejores condiciones que los usuarios de los países desarrollados, que con frecuencia se hallan contractualmente obli

gados a sostener financieramente a los fabricantes locales. Muchas de las grandes inversiones en I+D se justifican en términos de mercados de exportación, y es en los países en desarrollo donde se encuentran los mayores mercados de exportación no comprometidos. De ahí la creciente importancia que poseen los mercados del tercer mundo.

En segundo lugar, cuando las ventas de equipo están vinculadas al establecimiento de medios de fabricación o tecnológicos, la oferta abierta de pedidos es aún más intensa, al ser mucho más elevados los intereses financieros en juego. Así lo atestigua la competencia que se ha producido a propósito del reciente contrato con la India. Entraron en esa competencia diez importantes proveedores, y finalmente fue el bien asentado sistema francés el que consiguió los pedidos. Sin embargo, para conseguirlos el Gobierno francés se vió obligado a intervenir ofreciendo un sistema de préstamos baratos en concepto de "ayuda al comercio exterior" y una completa capacitación tecnológica impartida por científicos franceses. Una situación similar parece estar surgiendo con los planes chinos de mejorar y ampliar la infraestructura de telecomunicaciones de la zona industrial del delta del Yangzi.

Un tercer beneficio que puede derivarse del cambio a la tecnología digital está en relación con la naturaleza modular de los sistemas de centrales y con las oportunidades de entrada en las centrales privadas y públicas de menor escala. El mercado de las CAP ha sido testigo de un rápido crecimiento de las pequeñas centralitas privadas. En este sector, uno de los más dinámicos del mercado, el soporte lógico es mucho menos complejo, y han entrado en él muchos nuevos fabricantes procedentes de los mercados de computadoras y de equipo de oficinas. En los Estados Unidos había en 1961 solamente 4 fabricantes de CAP, en 1980 pasaban de 30, y en la actualidad, en lo que se refiere al equipo de terminales en su conjunto, son más de 1000 los fabricantes locales registrados (OCDE, 1983). Además, la

naturaleza modular de la tecnología digital permite hoy desarrollar y adquirir gradualmente las capacidades incluso en las centrales públicas. Brasil, por ejemplo, ha desarrollado y fabricado localmente pequeñas centrales, de aproximadamente 1000 líneas, para su utilización en las zonas rurales. Está proyectando asimismo aprovechar la experiencia obtenida en la tecnología de soporte lógico y soporte físico para ir ascendiendo progresivamente en la escala de la complejidad tecnológica hasta llegar a la producción de centrales públicas de mayor tamaño. La tendencia hacia una mayor modularidad refleja un grado superior de divisibilidad del capital y de la tecnología, que es una consecuencia directa de las innovaciones microelectrónicas. (Las repercusiones del paso de una tecnología manufacturera sumamente "verticalizada" a la tecnología digital, que es "horizontalizada", se analizan en la sección 2.2, infra.)

En resumen, y a pesar de los importantes obstáculos al acceso al subsector de centrales, puede muy bien haber "puntos de entrada" para los países en desarrollo a consecuencia de la difusión de la tecnología digital. El aprovechamiento de las posibles oportunidades tecnológicas dependerá en gran medida del tamaño del mercado interno y del nivel de la infraestructura científica y tecnológica, así como de unas políticas eficaces de los gobiernos locales en materia de telecomunicaciones.

### 2.1.2 El sector de la transmisión

En el subsector de la transmisión ha surgido también, como resultado de la innovación digital, un modelo similar de creciente competencia dentro de la industria. No obstante, el grado de complejidad tecnológica, que es aquí muy inferior, y la menor importancia de los obstáculos financieros al acceso al sector se han traducido en la presencia de muchos nuevos participantes, procedentes en su mayoría de las esferas, tecnológicamente convergentes, de la fabricación de equipos de radio y aeroespaciales. El tradicional predominio de los fabricantes de cable coaxial ha cedido ante los productores de sis-

temas de microondas, y ambos medios de transmisión se han beneficiado grandemente de las técnicas digitales de modulación por impulsos codificados (MIC), y multiplexado por división de tiempo (TDM). Al igual que en los sistemas de centrales, las relaciones costo/rendimiento han mejorado de manera espectacular. La miniaturización con microtecnología ha hecho económicamente viables las comunicaciones por satélite, y el uso de los satélites está aumentando rápidamente en las redes de comunicación tanto privadas como públicas. En los últimos años la innovación digital ha producido una caída de los costos de la comunicación en la región, en sistemas terrestres, de un 11% anual. En las comunicaciones por satélite las reducciones de costos han arrojado un promedio aproximado de un 40% anual por canal de datos/voz (Muller, 1982).

La tecnología de la fibra óptica también presenta considerables ventajas sobre los sistemas tradicionales en términos de aumento de la capacidad, de la velocidad, de la flexibilidad y de la resistencia a las interferencias, además de reducir significativamente los costos de instalación. Ya que se van superando las dificultades técnicas y aceptando gradualmente la superioridad tecnológica y económica de la fibra óptica sobre los sistemas tradicionales, parece que este nuevo sistema tiene ante sí un futuro de crecimiento mucho más acelerado en la segunda mitad de este decenio y en el curso del de 1990.

En lo que se refiere a los países en desarrollo, el paso a la tecnología digital presenta, una vez más, buenas perspectivas tanto en el uso como en la producción de equipos localmente. Gracias a que no tienen necesidad de pasar por las tecnologías intermedias, los países en desarrollo pueden ahorrarse unos métodos de transmisión que son más costosos y menos eficaces, y pasar directamente a una infraestructura para la tecnología digital de la información. Los modernos sistemas digitales no son solamente mucho más baratos, sino que pueden también transmitir de manera simultánea voz, datos, texto, televisión y otras formas diversas de información utilizando el mismo equipo.

En lo que se refiere al acceso a la producción, la existencia de barreras relativamente bajas indica que puede haber oportunidades para que los países en desarrollo, en especial las economías más grandes, fabriquen y desarrollen los sistemas localmente. En el Brasil, por ejemplo, hay empresas ya locales que están diseñando y fabricando, para suministrar al mercado interno, equipos de modulación por impulsos codificados y multiplexado por división de tiempo. El Brasil ha desarrollado también un sistema de transmisión por fibra óptica, y este año poseerá ya la producción del mismo en volumen suficiente para atender al mercado interno (Hobday, 1985). Claro está que la del Brasil es, entre los países en desarrollo, una economía grande, poseedora de una base científica y tecnológica bien desarrollada; no obstante, los países en desarrollo más pequeños pueden tener también sus oportunidades de iniciar la manufactura y de beneficiarse de las ventajas de "sector de punta" que ofrece la experiencia directa en el desarrollo de la tecnología.

### 2.1.3 El equipo periférico

En cuanto al equipo periférico, es probablemente en este subsector, en rápido crecimiento, donde se les presentan a los países en desarrollo las mayores oportunidades. A consecuencia de la difusión digital, los procesos manufactureros y los propios productos han convergido con los de otras industrias diversas que han experimentado asimismo la innovación microelectrónica. La "fusión" de las industrias de computadoras y telecomunicaciones, basada en la tecnología de los semiconductores, ha producido la entrada en el mercado no sólo de las empresas de computadoras tradicionales, sino también de la industria de equipo de oficinas e incluso de algunas esferas de la industria de bienes de consumo electrónicos. El atractivo económico de la tecnología digital si la comparamos con los equipos analógicos electromecánicos se basa, también en este caso, en que aumenta considerablemente la capacidad, la velocidad y la flexibilidad, en que amplía notablemente la gama de funciones y en que mejora de manera general las relaciones costo/rendimiento.

También aquí se está produciendo una redefinición radical de los límites del mercado, junto con un aumento de la competencia y, en general, un descenso de los precios del equipo. La tecnología digital ha creado un mercado mucho más amplio, y a pesar de la recesión económica muchos de los nuevos productos y aplicaciones están registrando un aumento de las ventas.

Es en este subsector del equipo periférico donde encontramos las barreras a la entrada menos importantes dentro del sector de la telecomunicación. En consecuencia, existe una gama creciente de oportunidades tecnológicas para que los países en desarrollo accedan a muchas esferas importantes, como pueden ser las de terminales inteligentes, equipos de modulación/desmodulación ("modem") y de codificación/descodificación ("codec"), sistemas de teclados, radio móvil, unidades de representación visual, etc. El mercado de las CAP, que está creciendo muy rápidamente, se incluye a veces en este sector.

## 2.2 La "divisibilidad tecnológica" de las telecomunicaciones digitales: nuevas oportunidades para los países en desarrollo.

A fin de comprender las perspectivas generales para los países en desarrollo a la vista del rápido ritmo de cambio tecnológico, es conveniente explicar en mayor profundidad la naturaleza de la tecnología digital en comparación con la tecnología electromecánica. Es de esperar que un análisis de cómo la "digitalización" ha transformado los productos y procesos de telecomunicación ayude a ver mejor las oportunidades que se les presentan a los países en desarrollo.

Como ya se ha señalado supra, la tecnología digital es intrínsecamente modular, lo que significa que un sistema está compuesto por una serie de módulos independientes pero compatibles que al unirse forman la red de telecomunicación. Dicho de otra manera, los sistemas digitales son sistemas "horizontalizados", en el sentido de que diversos componentes independientes constituyen

los elementos básicos de un sistema que es susceptible de ampliación. Lo mismo ocurre en el proceso de fabricación, donde los componentes microelectrónicos constituyen los elementos básicos del producto, asemejándose cada vez más al producto final mismo. Esto contrasta notablemente con la tecnología electromecánica, cuyos procesos de producción poseen un alto grado de integración vertical, con un gran número de insumos (componentes especializados de telecomunicación), como relés, tornillos y conectores. En la "verticalizada" tecnología electromecánica son los propios fabricantes de telecomunicaciones quienes fabrican la mayor parte de los componentes, con lo que las técnicas y conocimientos necesarios para la producción son sumamente específicos de la telecomunicación. De hecho prácticamente en todas las fases de producción de componentes, prueba, manufactura, instalación y mantenimiento se requiere una exhaustiva capacidad de ingeniería. La misma manufactura de los sistemas electromecánicos de barras cruzadas es un proceso mucho más complejo que el de la tecnología digital, y se precisa un elevado número de ingenieros y técnicos, especialmente en ingeniería de precisión e interfaces electromecánicas.

En contraste con esto, la naturaleza modular y "horizontalizada" de la tecnología digital exige mucha menos ingeniería en el proceso manufacturero, que es más semejante a un proceso de montaje sencillo. Una gran proporción de los componentes microelectrónicos se compran a fabricantes de semiconductores que no pertenecen propiamente a la industria de las telecomunicaciones. (Los costos de los insumos materiales, que en la actualidad son sobre todo semiconductores, han ascendido hasta alcanzar un 70% estimado de los costos directos totales en 1978, desde sólo un 20% en 1965; OCDE, 1983, p.57). La naturaleza horizontal de la tecnología digital conlleva un grado mucho más alto de divisibilidad del capital y de la tecnología. La divisibilidad del capital encierra más oportunidades para invertir a pequeña escala en líneas de producto especializadas, como de hecho ocurre hasta en los sistemas de centrales de gran com-

plejidad. El concepto de "divisibilidad tecnológica" es asimismo de gran utilidad en el presente contexto. La divisibilidad tecnológica de las telecomunicaciones digitales significa que se puede elegir una determinada línea de producto y dominar sus procesos de diseño y producción. De esta manera pueden irse adquiriendo las técnicas de forma gradual, en un proceso de acumulación a medida que las empresas van abordando productos y sistemas cada vez más complejos.

Aunque no es posible realizar aquí un análisis detallado de estas cuestiones tecnológicas, es claro que la tecnología digital ha alterado radicalmente la estructura del mercado internacional de telecomunicaciones, y que ha ofrecido a los países en desarrollo oportunidades para participar en un mercado antes reservado. La difusión digital ha servido para acabar con el oligopolio electromecánico que ha caracterizado a esta industria durante muchos años. El oligopolio de los proveedores de telecomunicaciones se hallaba estrechamente vinculado a los procesos de producción de integración vertical, a los proveedores de componentes propios y a las técnicas de ingeniería específicas de la telecomunicación. A medida que se fue difundiendo la tecnología digital, los productos no sólo se fueron haciendo mucho más baratos y, en líneas generales, mejores, sino que también se fue posibilitando la entrada en la industria a muchos nuevos competidores. La convergencia tecnológica de una "constelación" de industrias basadas en la tecnología digital de la información permitió que participaran empresas procedentes de industrias tradicionalmente ajenas, como eran las de computadoras, aeroespacial, de equipo de oficinas y otras. Aunque los fabricantes tradicionales siguen dominando el mercado de centrales públicas a gran escala, la participación de éstas en el total de la industria de las telecomunicaciones está descendiendo, a la vez que en las tecnologías de las centralitas automáticas privadas, de la transmisión y de los equipos periféricos los proveedores tradicionales se enfrentan al serio desafío de nuevos competidores.

Este proceso de "convergencia tecnológica" en torno a la tecnología digital de los semiconductores es efectivamente uno de los rasgos más sobresalientes de la industria de la tecnología de la información. Desde una perspectiva conceptual, el fenómeno puede considerarse como una aceleración del proceso de convergencia tecnológica que ha venido teniendo lugar durante los siglos XIX y XX y que ha descrito Rosenberg (1976, pp. 156-157), proceso en virtud del cual muchos productos antes independientes en cuanto a su carácter y utilización establecieron una estrecha relación sobre la base de la tecnología de su fabricación. Este proceso de convergencia tecnológica es aplicable no solamente a los productos terminados de la tecnología de la información y a sus procesos de fabricación, sino también a la producción de los componentes básicos microelectrónicos de dicha industria. Es digno de mención el hecho de que componentes semiconductores destinados a aplicaciones tan diversas como son la industria de los productos de consumo, la de computadoras o la industria militar se fabrican básicamente de la misma manera.

En lo que atañe a los países en desarrollo, este proceso de digitalización presenta varias e importantes oportunidades de entrada en el mercado. En la tecnología electromecánica se precisaba, para todo el desarrollo, manufactura y aun operación y mantenimiento de las redes, una capacidad de ingeniería completa. Esta circunstancia daba estabilidad a la industria y a la vez impedía la entrada de empresas nuevas, tanto de países en desarrollo como de los industrialmente avanzados. Con la tecnología digital se requieren muchas menos capacidades de ingeniería. Basta con disponer de una reducida gama de capacidades de diseño de alto nivel y basado en la información, complementadas por una gama mucho más amplia de técnicas sencillas de montaje y prueba. Este proceso de polarización de las capacidades es un rasgo común a toda la industria de la tecnología de la información.

Dada una oferta de estas capacidades de diseño basado en la información, los países en desarrollo están en excelentes condiciones de participar en la manufactura de diversas e importantes esferas de la industria de la telecomunicación y de la información en general. Tras las fases de diseño y desarrollo, el proceso manufacturero propiamente dicho consiste en una serie de operaciones de montaje relativamente simples, que requieren una capacitación técnica y de ingeniería muy inferior. En las fases de operación y mantenimiento se produce asimismo una espectacular reducción de las necesidades de técnicos e ingenieros. De esta manera, en lugar de constituir un obstáculo a la entrada de países en desarrollo, la polarización de las técnicas que se produce en la tecnología digital de la información puede contribuir a superar los "cuellos de botella" técnicos que se producen en la actualidad, especialmente en ingeniería de precisión e interfaces electromecánicas. El paso a la tecnología digital podría permitir, en teoría, la aplicación de los recursos de investigación y universitarios existentes, de una manera más directa, al diseño y desarrollo de productos locales de telecomunicación. De hecho, la convergencia en torno a la tecnología de los semiconductores acorta ambos caminos no sólo permitiendo que otras industrias accedan a la producción de telecomunicaciones, sino también que los productores de telecomunicaciones accedan a otras esferas de la tecnología de la información. A continuación trataremos de identificar las posibles estrategias impulsadas por las telecomunicaciones para aprovechar estas oportunidades tecnológicas potenciales.

PARTE 3    LAS TELECOMUNICACIONES EN AMERICA LATINA: LA DEMANDA  
ACTUAL Y LAS POSIBILIDADES DE SUSTITUCION DE IMPOR-  
TACIONES

En las secciones precedentes se ha intentado demostrar que, potencialmente al menos, existen posibilidades muy reales de entrada en la industria o sustitución de importaciones en el sector de las telecomunicaciones como consecuencia del paso a la tecnología digital. Esta sección tiene por finalidad examinar las dimensiones y el crecimiento del mercado latinoamericano de telecomunicaciones. En ella se pretende ilustrar: primero, las grandes dimensiones globales del mercado de telecomunicaciones; segundo, la tendencia general hacia unas telecomunicaciones plenamente digitales, y tercero, la centralización de la planificación y de las compras en materia de telecomunicaciones bajo las administraciones estatales. En conjunto se observa que existe un potencial considerable para que los países latinoamericanos se "salten" formas más antiguas de la infraestructura de las comunicaciones y utilicen las telecomunicaciones como "sector de punta" en el desarrollo de una base industrial de tecnología de la información para la región. A la hora de aprovechar satisfactoriamente las oportunidades tecnológicas desempeñará un papel esencial la existencia de una política estatal coordinada y deliberada, y tanto a nivel nacional como a nivel regional. En la Parte 4 se analizan con más detalle algunos de los países de la región en orden a identificar las posibles estrategias de desarrollo de la tecnología de la información impulsadas por la telecomunicación.

En el cuadro 2, que se presenta a continuación, se ofrecen datos seleccionados en materia de telecomunicaciones y de economía correspondientes a los principales países de la región; como puede comprobarse, las variaciones por países en cuanto a población y magnitud económica se reflejan en la infraestructura instalada. Aunque estos datos se encuentran en la ac

**Cuadro 2 Indicadores de telecomunicaciones y económicos escogidos - América Latina hacia 1980**

<u>País</u>	<u>Total de líneas telefónicas (en miles)</u>	<u>Total de abonados a télex</u>	<u>Densidad de telefonía por cada 100 habitantes</u>	<u>Población total (en millones)</u>	<u>Ingresos per cápita (dólares de 1979)</u>
Argentina	1850	5000	10,3	27,0	2210
Bolivia	127	330	2,6	5,0	550
Brasil	4000	28000	6,3	115,0	1770
Colombia	1250	3400	6,0	30,0	1060
Costa Rica	112	800	10,4	2,3	1630
Chile	380	2000	5,0	11,0	1890
Ecuador	220	1500	3,2	8,3	1110
México	2520	8700	7,5	70,0	1880
Perú	232	2000	2,8	17,7	850
República Dominicana	110	900	s.d.	6,0	s.d.
Venezuela	750	8000	8,6	14,1	3440
<b>Subtotales</b>	<b>11550</b>	<b>60600</b>			
<b>Otros (17 países)</b>	<b>1280</b>	<b>8200</b>			
<b>Totales</b>	<b>12830</b>	<b>68800</b>			

Fuentes : A. D. Little, Saunders y col. (1983)

tualidad ligeramente anticuados, ilustran con claridad las amplias variaciones que se producen entre los países en lo que se refiere a infraestructura instalada. Ocupan los primeros puestos de la escala el Brasil, México y la Argentina, con varios millones de líneas telefónicas, mientras que en los más bajos se encuentran países como Bolivia y el Ecuador, con cientos de miles de líneas instaladas.

El PIB per cápita se corresponde en líneas generales con la densidad de telefonía, lo cual revela una firme correlación entre las telecomunicaciones y los indicadores del desarrollo económico (Saunders y col., 1983, cap.4). También se registran unas densidades de telefonía elevadas en países que poseen un ingreso per cápita relativamente alto, como Venezuela, la Argentina y Costa Rica. Y a la inversa, países más pobres como Bolivia, Perú y el Ecuador registran a la vez un bajo ingreso per cápita y una baja densidad de telefonía.

A consecuencia del mal estado general de gran parte de la infraestructura existente en muchos de los países de América Latina, en los períodos de máxima actividad los sistemas se ven sometidos a sobrecarga, y se plantea de manera generalizada un problema de falta de fiabilidad y de incompatibilidad técnica entre los países. A ello hay que añadir que en la mayoría de los países existe una gran proporción de demandas de servicio telefónico no satisfechas, tanto registradas como no registradas. Estos problemas han llevado a la mayor parte de los países de América Latina a establecer compañías generales de servicios de operación, que son propiedad de los gobiernos o están bajo su control. Mediante esta centralización de las telecomunicaciones bajo una única entidad gubernamental se hace posible planificar la expansión de las redes existentes y la introducción sistemática de la nueva tecnología.

Para comprender las posibilidades de sustitución de importaciones y de producción local en su conjunto, es útil examinar los mercados de equipo actuales y previstos, por va-

lores y por países. Como se indica en el cuadro 3, se ha estimado que la demanda total de telecomunicaciones para la región ha aumentado desde 1.200 millones de dólares en 1980 hasta 1.800 millones en 1985, y se prevé que alcanzará los 2.400 millones de dólares en 1990. (Cuando no se indica lo contrario, todos los datos proceden de A.D. Little Inc.) Ello significa una duplicación del mercado a lo largo del decenio de 1980.

La magnitud actual del mercado latinoamericano en su conjunto representa aproximadamente el 3% del mercado mundial total. Esta proporción, aunque pueda parecer muy pequeña, no debe llamar a engaño, pues América Latina representa un segmento sumamente importante del mercado mundial. Aunque el mercado representa solamente un 3% de las ventas mundiales totales, en lo que se refiere a centrales públicas digitales corresponden a América Latina el 16,3% de las ventas, frente a, por ejemplo, el 27,3% que corresponde a Europa y el 28% a los Estados Unidos. Como ya se ha señalado, las ventas a mercados no comprometidos del tercer mundo son sumamente importantes para los grandes proveedores multinacionales, y en esas ventas América Latina tiene una participación importante y creciente. Las ventas de equipo a la región equivalen a más de tres veces el total de ventas a África, a una vez y media las ventas a Oceanía, y son muy superiores a las ventas al Asia menos desarrollada. Los planes regionales de instalación de tecnología digital acrecientan la importancia del mercado latinoamericano, y se espera que la competencia entre las multinacionales dentro de la región sea muy intensa durante el resto de este decenio.

Se prevé un descenso de las tasas de crecimiento desde un promedio anual del 9% durante el período de 1980 a 1985 hasta alrededor del 6% anual de 1986 a 1990. Esta caída estimada del ritmo de crecimiento obedece en parte a las previsiones sobre el mercado brasileño, que representa alrededor del 40% del total global, y también al hecho de que en 1985 la base de partida es mucho más elevada. Los cinco mercados mayores,

Cuadro 3 Mercados de equipos de telecomunicaciones en la región de América Latina (en millones de dólares)<sup>1</sup>

A) <u>Mercado total</u>	<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1990</u>	<u>Promedio de crecimiento anual (en %)</u>	
				<u>1980-85</u>	<u>1986-90</u>
Argentina	116,0	162,3	226,1	6,9	7,0
Bolivia	11,0	15,5	22,2	7,7	7,0
Brasil	474,6	713,3	868,3	8,5	4,0
Colombia	68,4	105,2	147,5	9,0	7,0
Costa Rica	18,2	24,1	29,4	5,8	4,0
Chile	25,9	42,1	61,4	10,2	8,0
Ecuador	11,2	17,4	24,5	9,2	7,0
México	175,6	285,5	430,9	10,2	9,0
Perú	21,5	41,0	81,5	13,8	15,0
República Dominicana	6,5	9,3	13,7	7,4	8,0
Venezuela	97,1	188,1	248,3	14,1	6,0
Otros países	<u>146,7</u>	<u>200,5</u>	<u>236,9</u>	<u>6,5</u>	<u>3,0</u>
Total general	1172,7	1804,3	2390,7	9,0	6,0
B) <u>Mercado por sistemas</u>					
Teléfono	978,0	1524,1	2010,4	9,3	6,0
Télex, telégrafo y transmisión de datos	104,9	144,3	186,4	6,6	5,0
Comunicaciones por satélite	14,2	14,6	34,0	0,6	18,0
Radio móvil	70,4	111,9	145,3	9,7	5,0
Radiolocalización de personas	3,5	6,8	10,6	14,2	9,0
Televisión por cable	<u>1,7</u>	<u>2,6</u>	<u>4,0</u>	<u>8,9</u>	<u>9,0</u>
Total general	1172,7	1804,3	2390,7	9,0	6,0

<sup>1</sup>En dólares constantes de 1979

Fuente: A.D. Little Inc.

Brasil, México, Argentina, Colombia y Venezuela, representan alrededor del 80% del mercado latinoamericano. El 90% del mercado de equipos total corresponde a los 11 países que se indican en el cuadro, los cuales representan asimismo el 90% de toda la infraestructura instalada en la región.

En la parte B del cuadro 3 se ofrece un desglose de las ventas de equipo dentro del sector de las telecomunicaciones. Al igual que sucede en otras regiones, domina de manera abrumadora el mercado telefónico, al que corresponde aproximadamente el 83% de la demanda total. Dentro de ese mercado las participaciones relativas de equipos de conmutación, transmisión y periféricos no presentan diferencias significativas respecto de las que se dan en el mercado mundial, ya analizadas en la sección 2.1 supra. En concordancia con las tendencias internacionales se espera que el mercado de centralitas automáticas privadas continúe creciendo a ritmo rápido. El resto del mercado corresponde en gran parte a equipos de telegrafía, télex, transmisión de datos, radio móvil y radiotelefonía.

Volviendo a las tendencias tecnológicas que se detectan en la región, aunque el ritmo del cambio tecnológico presenta grandes desigualdades entre unos países y otros, sí existe un movimiento general hacia las centrales públicas plenamente digitales y controladas mediante programas almacenados (SPC). El reconocimiento de la clara superioridad de los sistemas plenamente digitales sobre los sistemas precedentes ha llevado a la mayoría de los países a establecer planes de expansión de sus redes utilizando la tecnología digital. Brasil, México, Argentina, Chile, Colombia y Perú han iniciado todos ellos el proceso de planificación y contratación de equipos controlados mediante programas almacenados. Algunos de los países más pequeños de la región ( en términos de la magnitud de su mercado de telecomunicaciones), como el Ecuador y Bolivia, están avanzando a un ritmo mucho más lento hacia la tecnología plenamente electrónica.

En lo que se refiere al equipo de transmisión, existen planes generales para mejorar los antiguos cables subterráneos con aislamiento de papel, y se espera que continúe a buen ritmo la difusión de los sistemas digitales de modulación por impulsos codificados y multiplexado por división de tiempo. En lo que atañe a la transmisión por microondas, el paso a los sistemas modulados digitalmente es lento, y durante el resto de este decenio y el de 1990 se irá adoptando en mayor medida la transmisión digital por satélite. En el mercado de centralitas automáticas privadas y de equipos periféricos, la nueva demanda es en general de equipos digitales debido a su superioridad económica y técnica, y existe una demanda creciente de equipos como radio móvil y sistemas de teclados, modems, etc. La mayoría de las economías más grandes están asimismo extendiendo sus medios de transmisión de datos y télex de carácter digital.

Un importante motivo de preocupación que no debería pasar desapercibido en este contexto es el abrumador predominio con que la mayor parte de la planificación se centra en la expansión de las telecomunicaciones urbanas, con el consiguiente peligro de que las zonas rurales se queden considerablemente rezagadas. El hecho de que las zonas urbanas hayan producido una mayor demanda de comunicaciones que las zonas rurales, y de que los niveles de rentabilidad sean más altos en aquéllas que en éstas, ha llevado a una concentración de las inversiones en los grandes centros industriales. A pesar de que algunos países latinoamericanos, como Costa Rica y el Brasil, han elaborado proyectos de expansión rural, y a pesar de la existencia de una serie de cooperativas rurales en materia de telecomunicación, la expansión rural de las telecomunicaciones sigue siendo en gran medida una prioridad de orden secundario. Ello refleja en parte la pobreza más arraigada que sufren las zonas rurales y los avances, generalmente superiores, que en materia de infraestructura han experimentado los sectores urbanos. De esta manera, mientras no se dedique una atención suficiente a la planificación de las tele

comunicaciones en el medio rural, seguirá existiendo una auténtica amenaza a largo plazo para la eficacia agrícola y la integración regional, y una intensificación de las desigualdades entre el medio urbano y el medio rural.

Volviendo a la cuestión de las tendencias del mercado, la mayor parte del mercado latinoamericano tiene como proveedores a las grandes empresas internacionales o a las filiales que éstas tienen establecidas en los diversos países. En el cuadro 4 se ofrecen detalles acerca de las principales empresas, por países y en orden de importancia aproximado, que abastecen al mercado de equipo de conmutación. Con el paso a la tecnología digital, empresas japonesas como NEC, Oki e Hitachi están desafiando a las empresas europeas y estadounidenses que han dominado tradicionalmente el mercado. En los mercados de equipo de transmisión y de equipo periférico, los proveedores tradicionales, como ITT, Ericsson y Siemens, se están enfrentando igualmente al reto de las empresas japonesas.

De la tendencia a la centralización de la organización y planificación de las telecomunicaciones bajo las administraciones estatales se están derivando además otras presiones enfocadas hacia un aumento de la competencia. Ello ha permitido a los países en desarrollo más grandes, en especial al Brasil, México y la Argentina, insistir en que las instalaciones manufactureras y, en algunos casos, las tecnológicas se sitúen en el interior del país. En efecto, los gobiernos están utilizando su capacidad de compradores únicos como un medio estratégico de adquirir medios de producción locales y de incrementar la competencia entre los proveedores, que se ven obligados a entrar en el juego para conseguir los pedidos y permanecer en el mercado. Esta situación se da de manera peculiar en el sector de las telecomunicaciones, y no se produce de igual manera en otras esferas de la tecnología de la información, como por ejemplo en las ventas de computadoras y de equipo de oficinas, en las que las compras se distribuyen entre el sector público, la industria y los sectores masivos del mercado. Esta

Cuadro 4 Principales proveedores de equipo para centrales telefónicas en América Latina

<u>País</u>	<u>Principales proveedores en orden de importancia aproximado</u>
Brasil	Ericsson, ITT, NEC, Siemens
México	ITT, Ericsson
Argentina	ITT, Siemens, Ericsson, NEC
Colombia	Ericsson, ITT, Siemens
Venezuela	Ericsson, ITT, Hitachi
Chile	ITT, NEC
Perú	ITT, Philips
Ecuador	Ericsson
Bolivia	Oki, Ericsson
Costa Rica	Ericsson, ITT, GTE
República Dominicana	GTE

Fuente : A.D. Little Inc.

circunstancia refuerza una vez más la tesis de que los países en desarrollo deben utilizar el sector de las telecomunicaciones como un importante sector de punta en la acumulación de tecnología digital.

A modo de resumen, el análisis precedente indica que América Latina posee una auténtica oportunidad de emplear las telecomunicaciones como sector de punta para adquirir una base en tecnología digital, y de hecho para obtener las ventajas que se derivan de saltarse etapas anteriores de la infraestructura. América Latina representa un mercado amplio y en rápido crecimiento en el que se está produciendo un desplazamiento generalizado hacia la tecnología digital. La centralización de las compras de telecomunicaciones en manos del Estado concede a las empresas locales la posibilidad de contribuir a la sustitución de importaciones, y permite a los gobiernos loca-

les insistir en que se eleve el nivel de actividades de fabricación de las empresas multinacionales que se instalan en el interior del país. No obstante, y en lo que se refiere a los países concretos de la región, las realizaciones futuras dependerán en gran medida de la magnitud del mercado local y de las posibilidades de colaboración a nivel regional. Además, las políticas coordinadas a escala nacional y regional serán asimismo un factor determinante a la hora de establecer una base manufacturera y tecnológica en la tecnología de la información. A continuación trataremos de destacar las notables variaciones que se dan entre unos países y otros, así como de identificar sus posibilidades de entrada en el mercado.

PARTE 4    UN EXAMEN PRELIMINAR DE LOS DESARROLLOS LOCALES EN  
MATERIA DE TELECOMUNICACION Y DE LAS PERSPECTIVAS  
DE COLABORACION REGIONAL

Esta sección tiene por objeto ofrecer un breve panorama de la situación existente en los principales países de la región y señalar las posibles esferas de colaboración internacional, en especial entre los países más pequeños. Es preciso seguir investigando mucho más en este terreno, por lo que aquí hemos de limitarnos a analizar de manera selectiva los logros obtenidos por los mayores mercados de la región en materia de manufactura y tecnología locales. Varias de las economías de América Latina poseen ya una capacidad sorprendentemente sólida en la tecnología de las telecomunicaciones, y en ellas se intenta identificar las posibles estrategias del desarrollo de la tecnología de la información impulsadas por las telecomunicaciones. Recientes experiencias de cooperación internacional llevadas a cabo, por ejemplo, en las subregiones de América andina y central indican que, aunque existe un fuerte impulso para coordinar la planificación de las telecomunicaciones a escala internacional, este tipo de actividades tiene un alcance mucho mayor especialmente en la esfera de la colaboración tecnológica.

En lo que se refiere a la demanda de telecomunicaciones, los cuatro mayores países de la región, Brasil, México, Argentina y Venezuela, representan alrededor del 75% de las ventas totales de telecomunicaciones. Parece conveniente, por tanto, que analicemos brevemente estos cuatro países por separado.

#### 4.1 Brasil

El Brasil destaca entre los países de América Latina como un ejemplo de cómo pueden conseguirse, mediante iniciativas coordinadas de política estatal, rápidos avances en mate-

ria de infraestructura junto con un progreso industrial y tecnológico interno. Aunque en otro lugar (Hobday, 1985) se presenta un análisis detallado de los notables logros conseguidos por Brasil en esta esfera, aquí puede ser de utilidad que esbozemos brevemente : a) la estrategia brasileña de acumulación en materia de telecomunicaciones digitales, y b) las crecientes vinculaciones entre las telecomunicaciones y la más amplia tecnología de la información. Estas dos facetas de la industria brasileña de las telecomunicaciones contienen valiosas ideas para otros países latinoamericanos que pretendan seguir una trayectoria similar en el establecimiento de una base propia en materia de tecnología digital.

A principios del decenio de 1970 Brasil se fijó dos objetivos principales: construir una infraestructura de telecomunicaciones moderna y eficaz y establecer una completa base industrial en tecnología de las telecomunicaciones (la decisión de adquirir una tecnología plenamente digital se adoptó ya en 1976). Para conseguir estas dos metas complementarias, el Ministerio de Comunicaciones creó un centro de investigación y desarrollo en materia de telecomunicaciones (CPqD), dependiente de la compañía operadora general Telebras. A este centro se le encomendó la función de dominar todas las esferas de la tecnología digital en materia de telecomunicaciones. Al mismo tiempo, se centralizaron todas las compras regionales bajo Telebras; esta importante capacidad de comprador exclusivo se utilizaría para insistir en que las filiales de las empresas multinacionales situaran un mayor número de instalaciones manufactureras y tecnológicas en el interior del país, y para fomentar, en las esferas en que ello fuera posible, la creación de nuevas empresas brasileñas. El CPqD desempeñó asimismo un importante papel en este sentido. La gradual acumulación de conocimientos y capacitación técnica puso al Brasil en una mejor posición para negociar con las empresas multinacionales y permitió elevar el grado de integración tecnológica de las filiales. El centro se

ocupaba además de la evaluación de las capacidades de las empresas locales y de la selección de las participantes en el desarrollo conjunto y a su debido tiempo en la producción de equipo para el mercado interno.

Este pragmático enfoque del desarrollo en materia de telecomunicaciones obtuvo unos resultados satisfactorios, al conseguir una rápida expansión y una mejora general de la red de telecomunicaciones. Las cifras de abonados a los servicios telefónicos y de télex ascendieron de forma espectacular, a la vez que la extensión y mejora de la infraestructura de transmisión posibilitaba la integración de casi todas las regiones brasileñas en la red nacional de comunicaciones. Los autores de esta estrategia consideran que no hubieran podido conseguirse estas mejoras infraestructurales sin un mejoramiento correspondiente de la capacidad industrial y tecnológica del país en materia de telecomunicaciones. En los niveles de investigación y desarrollo y de la industria nacional y multinacional, se creó una sólida base de tecnología digital en casi todas las esferas importantes de la transmisión y el equipo periférico. Aun en la esfera, sumamente compleja, de las centrales públicas, el centro estatal de investigación y desarrollo ha producido pequeñas centrales idóneas para la telecomunicación en el medio rural, y se espera que en el futuro pueda acometer la producción de centrales públicas de mediana y gran escala. La estrecha relación existente entre las compañías operadoras y los proveedores de equipo ha hecho que la mejora de la capacidad tecnológica al nivel industrial resultase decisiva a la hora de sostener la rápida expansión de la red.

En lo que se refiere al establecimiento de una base más amplia en la esfera de la tecnología de la información, y utilizando en efecto las telecomunicaciones como sector pionero en la tecnología digital, ha habido importantes logros y limitaciones que son de interés directo para otros países en desarrollo. A nivel de la infraestructura en tecnología de la in

formación, es indudable que la red mejorada se encuentra lo bastante bien equipada para atender a las crecientes demandas nacionales e internacionales de servicios de informática y telemática. De hecho, gran parte del equipo instalado posee una tecnología más reciente que la de la Europa desarrollada. La mayoría de las nuevas centrales que se están instalando en la actualidad emplean los más recientes sistemas de conmutación digital por división de tiempo (TDS), y en este sentido Brasil está efectivamente "saltándose" fases tecnológicas anteriores. A nivel industrial, varias de las principales empresas nacionales de telecomunicaciones están desarrollando y produciendo en la actualidad otros productos relacionados con la tecnología de la información, como microcomputadoras y equipo de transmisión de datos, así como sistemas de fibra óptica. La convergencia (ya analizada supra) de varias industrias basadas en la información en torno a la tecnología digital ha ofrecido a las empresas de telecomunicaciones del Brasil (como a las de otros lugares), unas mayores posibilidades de diversificación y de aplicación de las técnicas acumuladas en materia de ingeniería y de gestión a otras esferas de la tecnología de la información.

A nivel de investigación y desarrollo, por último, el centro estatal de desarrollo de la telecomunicación ha creado ya una amplia gama de programas sobre telecomunicaciones digitales que, potencialmente, poseen aplicaciones más amplias en tecnología de la información. Se ha obtenido una importante experiencia en la instalación de bienes de equipo electrónicos y en el diseño de diversos productos digitales. Por ejemplo, el centro produjo el primer circuito integrado brasileño apto para producción en serie y ha desarrollado satisfactoriamente otros cuatro "chips" más. Estos y otros logros, como el desarrollo de tecnología de centrales de distribución por división de tiempo, exigieron un alto nivel de competencia en materia de soportes lógicos, diseño asistido por computadora, producción de "máscaras", pruebas, control de calidad y gestión global de la tecnología de la información. Esta importante base de capacitación (hay empleados aproximadamente 800 ingenieros) podría utilizarse,

en teoría, para la formación de ingenieros en diversos aspectos del diseño, desarrollo de prototipos, gestión, etc., en tecnología de la información. De hecho, el centro tiene ya encomendada la formación de ingenieros industriales de empresas locales de telecomunicaciones, y está participando en la creación de un nuevo centro de tecnología de la informática (CTI). El centro de telecomunicación es asimismo una fuente de ingenieros y especialistas sumamente calificados para el centro de informática.

Dada la tendencia hacia la convergencia tecnológica, una administración que planificara de manera global la tecnología de la información o telemática sería probablemente una gran ayuda a la hora de explotar las posibles vinculaciones que, como sector punta, tienen las telecomunicaciones con otras esferas de la tecnología de la información. La mayoría de los demás países de América Latina no poseen instituciones o ministerios de este tipo, y las telecomunicaciones suelen estar organizadas de manera independiente de otras esferas de la tecnología de la información, especialmente en materia de investigación y desarrollo y de política industrial.

Debe recordarse asimismo que el Brasil constituye un caso muy especial dentro de América Latina, con un mercado local en materia de telecomunicaciones que es superior en más de dos veces y media al de su inmediato rival (México), y superior en muchas veces a los de la mayoría de los países de la región. A ello hay que añadir que el Brasil posee una infraestructura universitaria y tecnológica excelentemente desarrollada, que proporciona a la industria y a la investigación locales la capacitación y competencia profesional necesarias. Al tratar de otros países de América Latina es imprescindible, por consiguiente, considerar las esferas en que son posibles la colaboración regional, el desarrollo conjunto y la especialización en el desarrollo de la tecnología de la información y de las telecomunicaciones.

## 4.2 México

Como ya se ha señalado, el de México es el segundo mercado de telecomunicaciones de América Latina, con unas ventas de equipo estimadas de 286 millones de dólares en 1985. (A menos que se indique lo contrario, los datos sobre ventas que se ofrecen proceden de A.D.Little, en precios constantes de 1979.) Como en el caso de Brasil, la compañía operadora general, Telemex, ha adoptado medidas encaminadas a elevar el nivel de integración económica y tecnológica de las filiales de empresas multinacionales dentro del país, a fin de contribuir al establecimiento de una mayor capacidad local en materia de telecomunicaciones. El Gobierno ha orientado su política reciente a asegurar la participación de capital mexicano en las filiales y elevar los índices de participación nacional en los insumos. El Gobierno se ha fijado, asimismo, el objetivo a largo plazo de fomentar una mayor participación de la industria local no sólo en las telecomunicaciones, sino también en la informática.

En cuanto a capacidad de investigación y desarrollo, México posee siete centros principales de I+D en electrónica, el mayor de los cuales es el dedicado a las telecomunicaciones, Indetelec. Estos institutos intervienen en varias esferas importantes del desarrollo de la tecnología de la información, entre ellas el diseño y difusión de semiconductores, el desarrollo de la telecomunicación digital y la planificación de redes, el desarrollo de microcomputadoras, la producción de programas de computadora y la instrumentación electrónica (Galli, 1982).

Creado en 1981, Indetelec es una empresa conjunta en la que interviene Indetel (antes filial de ITT, en la actualidad de propiedad mixta), el Estado mexicano y capital privado. El centro tiene alrededor de 275 empleados, de los que 200 son ingenieros. Sus actividades de tecnología se reparten entre la adaptación de las centrales digitales de ITT a las condiciones específicas de las telecomunicaciones mexicanas y, con una presencia cada vez más importante, el desarrollo de equipos digita

les de transmisión y periféricos. Indetelec ha adquirido ya un grado relativamente sofisticado de competencia en la elaboración de programas para el sistema de centrales. Además, Indetel ha conseguido, en el conjunto de sus actividades, unos altos niveles de participación nacional en los insumos en todas las esferas de la tecnología, a excepción de la de las centrales principales, y subcontrata a alrededor de 250 proveedores mexicanos.

Ericsson, que es el segundo proveedor multinacional en orden de importancia, posee una capacidad tecnológica local muy inferior, especialmente en la esfera de la tecnología plenamente digital. No existe, ni siquiera en fase de proyecto, ningún insumo tecnológico local a las centrales digitales AXE. Todo el diseño y adaptación de sistemas se lleva a cabo casi exclusivamente en la empresa matriz, en Suecia, y la capacidad de ingeniería local se reduce a productos digitales de muy bajo nivel y a la tecnología del sistema electromecánico de barras cruzadas.

Los diferentes niveles de integración tecnológica de estas dos empresas multinacionales pueden reflejar las estrategias que en materia de rentabilidad desarrollan a escala mundial. A diferencia de Ericsson, ITT tiene una estrategia de estricta descentralización de los núcleos de costo/beneficio, lo que significa que cada planta debe ser rentable de manera independiente de las demás. Son las filiales locales quienes pagan todos los insumos, incluida la tecnología, lo que en México, al igual que en Brasil, se ha traducido en la adquisición de una capacidad tecnológica local. Obviamente, la filial mexicana de ITT no duplica las actividades tecnológicas que se realizan en las plantas de ITT existentes en otros países, y sus desarrollos tecnológicos pueden exportarse a otras filiales de la empresa matriz. Como ilustra el caso brasileño, sin embargo, también Ericsson está dispuesta a aumentar su nivel de transferencia tecnológica si surge la necesidad. Es por consiguiente probable que, si lo fomenta la política estatal, haya oportunidad de nuevas actividades tecnológicas locales por parte de Ericsson.

México está emprendiendo también actividades de investigación y desarrollo a través de un nuevo centro, el Instituto Nacional de Comunicaciones, dependiente de la compañía operadora Telmex. Esta ha iniciado ya con una empresa canadiense la fabricación conjunta de centralitas automáticas privadas, y ha desarrollado programas de apoyo a la expansión de la red proyectada alentando a las empresas locales a participar mediante la utilización de su capacidad de compras.

Como sostiene Tigre (1983), en términos de tecnología de la información existe un auténtico potencial para vincular las actividades de telecomunicación con la muy próxima esfera de la telemática. Con una política de compras estatales coordinada y una estrategia tecnológica de largo alcance, existen las condiciones necesarias para entrar en esferas de la tecnología de la información como son las microcomputadoras, los sistemas distribuidos de proceso de datos, los terminales de datos para videotexto, el equipo de oficinas automatizado, etc. Reservando mercados seleccionados para los fabricantes locales en todos los casos posibles y apoyando a la industria local, México podría entrar perfectamente en estas esferas de la tecnología de la información.

Para aprovechar de manera más satisfactoria la base tecnológica existente, se precisaría una mayor vinculación entre las actividades de los institutos de investigación y las necesidades de la industria local. Las oportunidades que se presenten en esa esfera dependerán en gran medida del interés que ponga México en el fomento a largo plazo de la tecnología local.

#### 4.3 Argentina

Al igual que México, la Argentina posee una infraestructura universitaria y científica relativamente sólida, además de una importante demanda de equipo de telecomunicaciones, que ha sido del orden de 162 millones de dólares en el presente año.

La industria de la electrónica ya existente en la Argentina y su demanda interna de telecomunicaciones ofrecen una vez más un potencial para el desarrollo más amplio de la tecnología de la información. En 1978 la Argentina había adquirido ya una considerable experiencia en la esfera de la electrónica en general. En ese año, la base industrial en electrónica comprendía más de 300 empresas, que empleaban a más de 27.000 personas y tenían una producción anual por valor de más de 460 millones de dólares (Maxwell, 1983). Gran parte de esa producción no es de tecnología digital sino analógica, con una producción considerable de productos electrónicos de consumo. Sin embargo, en términos de la base de recursos tecnológicos, el sector de la electrónica en su conjunto empleaba a alrededor de 1.800 ingenieros. Además la Secretaría de Comunicaciones coordina diversos proyectos directamente relacionados con la tecnología digital.

En 1976 los tres institutos de investigación existentes se hallaban englobados en un organismo denominado CENICE, responsable de varios proyectos de desarrollo en tecnología de estado sólido (Galli, 1983). Tales proyectos comprenden el desarrollo de circuitos híbridos para la producción industrial de telecomunicaciones en el país, así como el diseño de una gama limitada de circuitos integrados y transistores. En la Argentina el sector de las telecomunicaciones actúa, por consiguiente, como fuente de recursos financieros y de organización para el desarrollo de la tecnología digital. Además, la previsión de un rápido crecimiento de la demanda de telecomunicaciones en la región --7% anual para el período de 1986 a 1990-- significa que, potencialmente al menos, las telecomunicaciones podrían ser una de las principales fuentes de demanda para la producción y desarrollo locales de tecnología de la información.

Respecto de la organización infraestructural de las telecomunicaciones locales, la compañía operadora general Entel es asimismo una fuente de capacitación en ingeniería. Entel emplea a un total de 45.000 personas, que son responsables de la planificación, operación y mantenimiento de aproximadamente el

90% de la red telefónica de la Argentina, En la actualidad existe un nivel muy considerable de demanda no atendida de servicios de telecomunicación, y el mejoramiento de diversos sistemas de la red de transmisión precisa asimismo de atención. Entel ha planeado por ello importantes mejoras y la expansión del sistema, y se espera que se adopte en breve el equipo digital.

En la Argentina existen tres grandes proveedores multinacionales de equipo, que se dedican a la manufactura y montaje de equipos en el país : ITT, a quien corresponde el 60% de los medios instalados; Siemens, con el 30%, y Ericsson, con aproximadamente el 10%. También hay proveedores japoneses que, como Hitachi, muestran vivos deseos de participar en el mercado, y en líneas generales la política de mercado abierto ha producido un aumento de la competencia entre las empresas.

Para establecer el nivel preciso de capacidad tecnológica que poseen las filiales es necesario proseguir la investigación. La filial de ITT, CSEA, en cuyo capital participa un conglomerado argentino, empleaba en 1980 a alrededor de 3200 trabajadores y fabricaba centrales electromecánicas SXS, centralitas manuales privadas y otros equipos. Siemens se dedica al montaje de equipo para centrales, principalmente a partir de componentes importados. Las filiales parecen poseer una escasa capacidad de diseño y desarrollo, y se recomienda que se intensifique la investigación sobre este aspecto, especialmente a la vista de los planes del Gobierno en materia de expansión y mejoramiento de las telecomunicaciones.

La demanda que actualmente procede del sector público podría sin duda emplearse para fomentar la industria local, así como para negociar un nivel más alto de transferencia tecnológica por parte de las empresas multinacionales. Dadas las dimensiones, relativamente reducidas, del mercado argentino, toda estrategia de tecnología de la información tendría que ser selectiva y requerir probablemente el apoyo tecnológico y financiero del Estado. Maxwell (1983) sugiere dos posibles estrategias: primera, apoyar la fabricación de productos no normalizados

de poco volumen y a pequeña escala, ideados para el mercado interno (por ejemplo, microcomputadoras); segunda, la elección estratégica de una pequeña gama de productos o componentes de gran volumen y normalizados, con vistas a los mercados de exportación. Estas dos estrategias no tienen por qué ser mutuamente excluyentes, pero en ambos casos requerirían un apoyo gubernamental sistemático.

Otra estrategia que podría adoptar la Argentina sería la de incrementar la cooperación y el intercambio tecnológico a escala regional. El país ha demostrado sin duda su interés en ampliar la cooperación en materia de tecnología de las telecomunicaciones. En 1980, por ejemplo, se firmó un acuerdo presidencial entre el Secretario de Estado para las Comunicaciones de la Argentina y el Ministro de Comunicaciones del Brasil, sobre cooperación en materia de investigación tecnológica y científica en el ámbito de las telecomunicaciones. En lo que se refiere al frente más amplio de la tecnología de la información, la base relativamente avanzada que posee el país en máquinas-herramientas de control numérico, por ejemplo (Jacobsson, 1983), indica que existen posibilidades no sólo de exportar al Brasil, sino también de realizar intercambios de tecnología. Y a la inversa, la mayor capacidad tecnológica del Brasil en materia de telecomunicaciones digitales ofrece posibilidades de exportación de tecnología y cooperación tecnológica. La participación de la Argentina en el acuerdo peruano de cooperación científica y tecnológica de 1981 sobre el intercambio de capacitación y tecnología, tanto con el Brasil como con otros países latinoamericanos, ilustra asimismo que existe un convencimiento de los beneficios que pueden derivarse de estos tipos de colaboración.

Aunque en última instancia el desarrollo futuro dependerá en gran parte de los nuevos planes que pueda establecer la Administración para ampliar y actualizar la red argentina de telecomunicaciones, es evidente que existe el potencial necesario para que las telecomunicaciones desempeñen un papel

principal como fuente de demanda, de capacitación tecnológica y de intercambios de tecnología a escala regional.

#### 4.4. Venezuela

Aunque Venezuela posee una de las más elevadas densidades de telefonía de América Latina, así como uno de los mercados de equipo más amplios de la región, la base en electrónica de su economía está menos desarrollada que en los casos del Brasil, México y la Argentina. Venezuela posee el ingreso per cápita más alto de América Latina, pero la prosperidad económica del país sigue estando mucho más apoyada en los recursos naturales y en las industrias extractivas que en la producción manufacturera. A pesar del rápido crecimiento de industrias como la del aluminio, la siderúrgica y la del refinado del petróleo, las industrias basadas en recursos naturales, como la del gas natural, el petróleo, la energía hidroeléctrica, el oro y otros minerales, siguen siendo fundamentales para la producción económica y para las exportaciones. La producción manufacturera, no obstante, creció muy rápidamente durante el decenio de 1970, a una tasa media del 12% anual, y en 1980 representaba aproximadamente el 25% del PIB y el 20% de la mano de obra del país.

Se dispone de datos muy escasos sobre la industria de la electrónica en Venezuela, y es preciso proseguir la investigación para obtener una visión adecuada de sus perspectivas de desarrollo en materia de telecomunicación y de tecnología de la información. No obstante, en un reciente informe acerca de la industria de la electrónica profesional (Chacón, 1984) se sostiene que existen unas excelentes perspectivas a plazo medio siempre que se cuente con el apoyo oficial adecuado. Como ya se ha señalado, Venezuela es uno de los países más ricos de América Latina, y cuenta con una importante demanda de productos de tecnología de la información. Además, gran parte de las industrias extractivas son de propiedad estatal, y el Gobierno

destina los ingresos que le producen a apoyar el desarrollo económico general. Todos estos factores parecen indicar que el Gobierno podría desempeñar un doble papel, a saber: a) actuar como fuente de demanda de los productos, y b) ofrecer apoyo financiero y tecnológico a la industria local.

De hecho, como indica Chacón, la demanda oficial está desempeñando ya un importante papel en el desarrollo de la industria de la electrónica. Partiendo de una base muy baja, la industria ha crecido a un ritmo extraordinariamente rápido durante el período que comprende los últimos años del decenio de 1970 y los primeros del de 1980, con un promedio de aumento de las ventas situado en torno al 45% anual. Las compras estatales desempeñaron en ese período un papel decisivo en el desarrollo de las nuevas empresas, para las que el Estado representó en las primeras fases entre el 50% y el 100% de la demanda.

En la actualidad la base industrial en microelectrónica es sumamente reducida, pues los fabricantes locales de telecomunicaciones se concentran en gran medida en los productos electromecánicos, con una muy escasa presencia de equipos digitales. Una gran parte de la producción de telecomunicaciones está representada por los equipos de transmisión, los reguladores de tensión y otros dispositivos electromecánicos. En lo que se refiere a la tecnología plenamente electrónica, se producen modems, centralitas automáticas privadas e interfaces télex-computadora. Es interesante señalar que en las nuevas empresas de electrónica profesional en su conjunto, el 42% de las personas empleadas pertenecen a la sección profesional y a otras relacionadas con la tecnología, y de ellas un tercio atiende a tareas de investigación y desarrollo. En la industria se está produciendo un proceso de aprendizaje gradual, con más o menos 30 innovaciones de productos de alta tecnología en producción hasta el momento.

En el sector de las telecomunicaciones, la demanda oficial representa con frecuencia el 100% de la producción total de las empresas locales. Entre estas empresas las hay que son de capital privado nacional, otras son filiales de empresas multinacionales en las que el capital pertenece en su totalidad a éstas, y finalmente otras son empresas mixtas con capital estatal y privado. En el sector de la transmisión, la producción se centra en cables para telecomunicaciones, y en el sector de equipo periférico domina la producción de centralitas manuales privadas (20-200 extensiones), junto con microteléfonos y terminales de teletipo. La mayor parte de los equipos para centrales públicas, así como los equipos de transmisión digital y télex, se importan de las principales empresas multinacionales. No está claro cuál es el nivel de tecnología de base nacional que poseen las filiales, ni tampoco cuáles son los planes del Gobierno en materia de desarrollo de la tecnología local.

En lo que se refiere a la infraestructura, el Gobierno tiene en proyecto introducir la tecnología de la conmutación digital e instalar sistemas de transmisión MIC (modulación por impulsos codificados) a base de fibra óptica. De esta manera, los nuevos sistemas supondrán un avance sin tener que pasar por las tecnologías intermedias, en un salto directo a la tecnología de estado sólido. A la vista de la gran demanda de equipo que procede de la compañía operadora CANTV y de los planes de ampliación de la red, existe probablemente campo para que se establezcan dentro del país algunas instalaciones manufactureras y tecnológicas. Se precisaría una evaluación detallada para valorar la posibilidad de vincular las actividades de telecomunicación con otras esferas del desarrollo de la tecnología de la información. Un compromiso gubernamental en materia de desarrollo tecnológico a plazo largo sería decisivo para obtener resultados satisfactorios en esta esfera.

En conjunto parece existir un campo considerable para que los países mayores de la región accedan a la manufactura y desarrollo de productos de tecnología de la información. Potencialmente, como ya se ha señalado, las telecomunicaciones podrían desempeñar un papel principal no sólo en términos de desarrollo tecnológico, sino también como una fuente de demanda centralizada. Al tratar de los países más pequeños y económicamente menos avanzados de la región es necesario considerar las posibles esferas de la colaboración mutua que permitiera superar los problemas de escala insuficiente, escasa infraestructura de investigación y desarrollo, y falta de recursos de inversión.

#### 4.5 Otros países de América Latina y posibilidades de cooperación regional

En el caso de la mayoría de los países de América Latina, y especialmente en el de las economías más modestas, es sumamente escasa la información detallada de que disponemos acerca de la evolución en materia de telecomunicaciones y tecnología de la información. No obstante, existen datos que indican que algunos países están entrando ya en la producción de tecnología de la información, y que, al igual que en las economías más potentes, la expansión de las telecomunicaciones podría desempeñar un importante papel como elemento galvanizador de la tecnología local y como fuente destacada de la demanda de productos locales.

Si excluimos a los cuatro mercados principales, el resto de los países representan en conjunto aproximadamente el 25% del total de las ventas de telecomunicaciones de América Latina, alrededor de 455 millones de dólares en 1985. Desde un punto de vista global se trata de una demanda importante, y a ello hay que añadir los proyectos de muchos países de instalar tecnología digital. Es importante subrayar que estos países no constituyen en modo alguno un grupo homogéneo en el sentido económico ni geográfico, ni tampoco en cuanto a sus necesidades en

materia de telecomunicaciones. La demanda de equipo va desde el caso de Colombia, que se sitúa en torno a los 105 millones de dólares en 1985, hasta los de Bolivia, con 15,5 millones, la República Dominicana, con 9,3 millones, y otros mercados aún más pequeños.

El mercado relativamente grande que posee Colombia en materia de telecomunicaciones y su rápido crecimiento anual indican que hay en el país ciertas oportunidades para la producción de algunos equipos de telecomunicación, y posiblemente también para cierto desarrollo tecnológico. La mayor parte de los equipos de telecomunicaciones se importan actualmente de los principales proveedores europeos y, cada vez más, japoneses. Existe el proyecto de que a lo largo del decenio de 1980 se efectúe el paso a una tecnología plenamente digital, y la entidad oficial responsable de las telecomunicaciones en su conjunto podría emplear su capacidad de compra para estimular la producción local de telecomunicaciones y tecnología de la información. Existen ya en esta esfera proyectos conjuntos en los que intervienen el Gobierno y empresas multinacionales, y se recomienda proseguir la investigación para clarificar los planes existentes y el nivel actual de la infraestructura tecnológica. La expansión de las telecomunicaciones que se ha proyectado para la región del Amazonas podría constituir asimismo una oportunidad de colaboración con el Ministerio de Comunicaciones del Brasil, que está realizando inversiones en esa misma zona.

Algunos de los países menores poseen ya un sorprendente nivel de capacidad tecnológica y de ingeniería en materia de tecnología electrónica. El Uruguay, por ejemplo, ha desarrollado centrales telegáficas automáticas SPC de control mediante programas almacenados, y al menos tres pequeñas centrales (de más de 100 líneas) llevan cuatro años en funcionamiento (Telebrasil, 1983, nov.-dic.). El desarrollo de esas centrales corrió a cargo de una empresa local, en colaboración con el Instituto Uruguayo de Ingeniería Electrónica. Otra empresa local

ha creado una serie de productos digitales, incluidas microcomputadoras. La calidad y precio de estos productos los hacen internacionalmente competitivos, y se han exportado ya algunos a la Argentina. Una ventaja ha sido el costo relativamente bajo de los ingenieros locales. Las muy reducidas dimensiones del mercado local, sin embargo, significan que la especialización es esencial y que la entrada en una producción de mayor volumen solamente podría justificarse con miras a la exportación.

El Paraguay posee dos institutos principales de electrónica, asociados con el sector de las telecomunicaciones. La gran demanda de pequeñas centrales rurales existente indica que el Paraguay podría teóricamente beneficiarse de la cooperación tecnológica con el Brasil, país que ha desarrollado y fabricado centrales rurales y que por otra parte tiene gran interés en establecer acuerdos de participación en la tecnología. Los planes de Costa Rica en materia de telecomunicaciones rurales podrían asimismo beneficiarse de la experiencia del Brasil en esta esfera. A finales del decenio de 1970 Costa Rica elaboró unos notables proyectos de expansión de las telecomunicaciones rurales, con los que se pretendía dar servicio a más de 500 comunidades locales, pero no está claro hasta dónde ha llegado la aplicación de estos planes, ni tampoco si se incluía en ellos algún desarrollo de la tecnología local. La Dirección de correos y telecomunicaciones, sin embargo, organiza en el extranjero cursos de formación para ingenieros procedentes de las universidades locales, y proyecta desarrollar la tecnología suficiente para adaptar los sistemas a las circunstancias locales. Costa Rica posee asimismo una demanda de telecomunicaciones en rápido crecimiento, y está pasando a la tecnología plenamente digital.

La demanda de telecomunicaciones está asimismo creciendo rápidamente en el Perú, y se espera que el mercado, situado en la actualidad en más de 40 millones de dólares, se haya duplicado en el año 1990. En la actualidad se importa prácticamente la totalidad de los equipos, pero se proyecta crear

un centro de investigación y desarrollo en materia de telecomunicaciones y organizar la formación de ingenieros locales en el extranjero. Se ha proyectado asimismo un cambio a la tecnología controlada mediante programas almacenados y la posibilidad de una participación local en los equipos periféricos y quizás de transmisión. Actualmente sólo el cable se produce en el país.

Tanto la red de telecomunicaciones boliviana como la chilena presentan una demanda de servicios marcadamente insatisfecha. Ambos países tienen planes de expansión de sus redes de telecomunicación, y para el período de 1985 a 1990 se espera un crecimiento del orden del 8-10% anual en los dos. En Chile se realiza algo de montaje de centrales, pero ambos países dependen casi totalmente de las importaciones de equipos.

Todo desarrollo de la tecnología de la información impulsado por las telecomunicaciones dependerá en gran medida de las posibilidades de colaboración a escala regional, sobre todo en el caso de los países más pequeños. Una de las características peculiares del sector de las telecomunicaciones es la estrecha cooperación que se precisa entre los países para conseguir la compatibilidad técnica de las comunicaciones internacionales. Las experiencias de colaboración habidas hasta ahora indican al menos una posibilidad de extender la cooperación tecnológica, y quizás incluso de llegar a acuerdos sobre una especialización cooperativa en compras y manufacturas entre los distintos países. Aquí sólo podemos ilustrar con algunos ejemplos las diferentes formas que ha tomado en el pasado la cooperación a escala regional.

A nivel de colaboración de redes hay muchos ejemplos de cooperación internacional. En la región centroamericana se creó en 1967 CONTELCA, que es un organismo de planificación general. Entre sus Estados miembros se encuentran Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Estos países formaron en 1972 el INCATEL, Instituto Centroamericano de Telecomunicaciones, cuyo cometido es proporcionar formación y asistencia técnica a los Estados miembros. Durante el decenio de 1970 estas organizaciones alcanzaron diversos objetivos conjuntos,

entre ellos el establecimiento de un sistema de microondas para enlazar todas las capitales desde México por el norte hasta Panamá por el sur. Los graves conflictos políticos y militares que aquejan a la zona son un obstáculo para la extensión de esta cooperación hasta llegar a una política conjunta en materia de planificación, compras y colaboración tecnológica.

Se han elaborado varios proyectos en la subregión andina, cuyas principales organizaciones son la CITES, Conferencia Interamericana de Telecomunicaciones, y la ASETA, Asociación de Compañías Telefónicas de los países miembros. Estas organizaciones crearon enlaces de microondas para unir Bolivia, Colombia, el Ecuador, el Perú y Venezuela. ASETA elaboró asimismo planes para una integración más amplia a través de un importante programa de satélites, pero al parecer se ha abandonado su ejecución. Aunque podamos presentar estos y otros ejemplos de colaboración, como los de las redes automáticas de transmisión de datos, hay que reconocer que hasta el momento es poco lo que se ha avanzado en materia de normalización técnica y de planificación y compras conjuntas.

Del mismo modo, también en la esfera de la cooperación tecnológica existen muchas más oportunidades de las que se han aprovechado hasta el momento en materia de tecnología compartida, acuerdos comerciales y especialización manufacturera. En 1981 se alcanzó en el Perú un acuerdo básico de cooperación científica y tecnológica en el que participaron diez países latinoamericanos. El Brasil ha expresado varias veces su interés en colaborar con otros países en desarrollo en materia de tecnología, y en el contexto de ese acuerdo iba a enviar a Honduras especialistas que contribuyeran al desarrollo de las telecomunicaciones. El Brasil podría, desde varios puntos de vista, desempeñar un papel clave en este tipo de acuerdos. Ha acumulado una considerable experiencia en el desarrollo local de tecnología digital y en la adaptación de sistemas a las condiciones económicas y geográficas de los países en desarrollo. Probablemente ha acumulado

más experiencia en este terreno que ningún otro país en desarrollo, en ese sentido posee sin duda una considerable ventaja sobre los proveedores multinacionales. En líneas generales, sin embargo, el acuerdo peruano sirvió más que para establecer planes de tallados para la colaboración tecnológica, para marcar las pautas para el préstamo de servicios técnicos y formación de personal.

#### 4.6 Resumen

Aun los más pequeños de los países en desarrollo precisan un nivel adecuado de capacidad tecnológica para planificar, comprar e instalar con eficacia sus telecomunicaciones. Se requieren asimismo capacidades para mantener y ampliar las redes -el exceso de dependencia de fuentes externas para la capacitación técnica entraña riesgos de operar por debajo del nivel óptimo de eficacia, de cometer costosos errores, de hacer compras poco adecuadas, etc. En los países pequeños de América Latina puede ser necesario apoyarse sobre todo en la entidad local de correos y telecomunicaciones para asegurar la adquisición de tales capacidades. No obstante, dada la rapidez con que están creciendo los mercados de telecomunicaciones de la región, debe prestarse la máxima atención a la posibilidad de una cooperación internacional y de una especialización de las actividades de producción y tecnológicas. Cualquier decisión sobre inversiones en manufactura tendría que tomar lógicamente en cuenta la magnitud del mercado local, el nivel de infraestructura tecnológica, las escalas de producción óptimas para determinadas líneas de producto, etc. (puede encontrarse un análisis completo de los criterios de inversión en materia de telecomunicaciones para los países en desarrollo en Hobday, 1985<sup>A</sup>). Existe también la posibilidad de utilizar la demanda de compra de productos de telecomunicación para estimular la producción en otras esferas de la tecnología de la información, pero ello exigiría probablemente una planificación global, a escala nacional, de la

tecnología de la información o de la telemática. Hasta el momento la mayoría de los países de la región no poseen organismos dedicados a la planificación integrada de la tecnología de la información, y las telecomunicaciones suelen ser objeto de una administración independiente.

En los países grandes de la región puede ser a la vez factible y deseable la adquisición de capacidad nacional en materia de telecomunicaciones a través del incremento de las inversiones locales en manufactura y en investigación y desarrollo. De hecho así está ocurriendo ya en los principales países de la región, en los que las entidades de correos y telecomunicaciones están participando en proyectos conjuntos con las empresas multinacionales, a la vez que se invierte en I+D nacional y se cuenta con la participación de nuevas empresas locales. Uno de los factores decisivos en estas actividades es la centralización, a escala nacional, de las compras de telecomunicaciones. Ello ha permitido a los países en desarrollo negociar de una manera más eficaz con las empresas multinacionales en materia de transferencia de tecnología, así como fomentar el desarrollo de la industria local.

## CONCLUSIONES

Del análisis que acabamos de realizar se derivan dos conclusiones principales: primera, que la innovación de la tecnología digital ofrece toda una gama de oportunidades de entrada en el mercado en el sector de las telecomunicaciones; segunda, que existen buenos motivos para creer que América Latina podría aprovechar tales oportunidades siempre y cuando contara con unas políticas oficiales adecuadas. El proceso de la difusión de la tecnología digital ha causado una espectacular reestructuración de la industria de las telecomunicaciones en todo el mundo. Se ha incrementado la competencia, han aparecido nuevos competidores y los países en desarrollo han adquirido un papel cada vez más importante en su condición de mercados de exportación no comprometidos. Al mismo tiempo, la divisibilidad del capital y de la tecnología que ofrece la tecnología digital, frente a los sistemas electromecánicos, proporciona asimismo a los países en desarrollo la posibilidad de acceder a lo que durante muchos años ha sido un oligopolio estable y de lenta transformación. De hecho, muchos de los obstáculos que impedían el acceso de los países en desarrollo bajo la tecnología electromecánica están desapareciendo de manera progresiva a medida que avanza la reestructuración de la industria.

Tres rasgos del mercado latinoamericano sirven al menos para ilustrar el potencial de sustitución de importaciones que encierra la tecnología digital aplicada a las telecomunicaciones. En primer lugar, la demanda, amplia y en rápido crecimiento, que existe en toda la región. En segundo lugar, la tendencia general hacia la adopción de un equipo plenamente digital. Y, por último, la concentración de la capacidad de compra, en la mayoría de los países, bajo una única entidad oficial. Estos tres rasgos indican que existe la posibilidad no sólo de "saltarse" unas formas anticuadas de la infraestructura de las

comunicaciones, sino también de aprovechar las propiedades de sector de punta que tienen las telecomunicaciones para hacerse con una posición en la esfera más amplia de la tecnología de la información en general. En los países desarrollados, este papel decisivo de las telecomunicaciones a la hora de desarrollar las capacidades nacionales está plenamente reconocido por los gobiernos, algunos de los cuales apoyan activamente a sus industrias abastecedoras locales en la lucha competitiva por unos mercados mundiales en rápido crecimiento. En el contexto de la gestión global de la disparidad tecnológica, por consiguiente, es aún más decisivo que los países en desarrollo de América Latina, al igual que los de otras latitudes, respondan a estas tendencias y desarrollen las políticas adecuadas para impedir que se les excluya de muchas de las actividades económicas basadas en la información.

Evidentemente, las telecomunicaciones son sólo uno de los posibles sectores de punta para la acumulación de capacidades en materia de microelectrónica. Pero son especialmente importantes en la medida en que constituyen no sólo uno de los sectores más amplios de la economía internacional, sino también la infraestructura misma de las actividades relacionadas con la información. Y de hecho, en lo que a infraestructura se refiere, los países en desarrollo tienen una ventaja respecto de las economías desarrolladas, que en general se hallan fuertemente ligadas a otras tecnologías más antiguas y menos eficaces. Muchos de los países latinoamericanos están en la actualidad construyendo y ampliando su infraestructura de telecomunicaciones básica, y al instalar directamente sistemas digitales están en condiciones de obtener las enormes ventajas tecnológicas y económicas que se derivan de no tener que pasar por formas más antiguas de infraestructura.

En la Parte 4 se ha sugerido que la demanda existente de telecomunicaciones digitales, que está además en rápido crecimiento, podría emplearse como medio de estimular el desarrollo industrial y tecnológico local en muchos de los países latinoamericanos. Ya encontramos un sorprendente nivel tecnológico en las entidades locales de correos y telecomunicaciones, algunas de las cuales están participando ya en proyectos manufactureros conjuntos y en inversiones conjuntas en materia de investigación y desarrollo. No obstante, en orden a aprovechar las propiedades de sector de punta de las telecomunicaciones y a establecer vinculaciones con otras esferas de la producción dentro de la tecnología de la información, sería probablemente imprescindible una coordinación global, a escala nacional, de las actividades de esta tecnología y de la telemática. Como en estas esferas convergen las tecnologías respectivas, las rigideces y divisiones institucionales pueden ser un factor que impida que se establezcan las vinculaciones adecuadas a los niveles de planificación, manufactura e I+D. Es evidente que en esta esfera se precisa una investigación mucho más detallada, en especial para evaluar las oportunidades de invertir en cada país, pero parece, en cualquier caso, que es mayor el campo que tienen los países latinoamericanos para entrar en las telecomunicaciones digitales. No obstante y como se ha venido señalando a lo largo de todo este trabajo, el aprovechamiento de todas las posibilidades presentes en la región dependerá en gran medida de la existencia de unas políticas gubernamentales activas y bien coordinadas.

Glosario de términos técnicos

ANALOGICA Forma de onda electromagnética que se utiliza para transmitir. Es análoga a las magnitudes físicas continuamente variables, como la temperatura. La transmisión digital, en cambio, se sirve de impulsos discretos y separados, en lo que se llama modulación por impulsos codificados (MIC o en inglés PCM).

CIRCUITO HIBRIDO Circuito integrado a gran escala con otros componentes miniaturizados, como resistencias, conductores y condensadores, depositados en la misma pastilla o "chip".

CIRCUITO INTEGRADO Conocido también como "chip", dispositivo microelectrónico y componente semiconductor. Los circuitos integrados son los elementos básicos de toda la industria de la microelectrónica. Su fabricación se basa en un diseño asistido por computadora. En primer lugar se produce una estructura física miniaturizada, llamada también "máscara", que a continuación se "imprime" en unas obleas de silicio mediante un complejo proceso fotoquímico. Esas obleas se dividen después en miles de circuitos individuales, que se montan en unas cápsulas de material plástico o cerámico y finalmente se prueban. La muy reciente tecnología de VLSI (integración a muy gran escala) permite concentrar en un "chip" diminuto varios cientos de miles de circuitos.

COAXIAL Cable que se utiliza en la transmisión entre centrales de una red. Tanto su vaina exterior como su filamento central son conductores eléctricos, separados entre sí por un material aislante. Resulta costoso de instalar en comparación con otros sistemas, como los de relés de microondas o fibra óptica.

CODEC Codificador/descodificador. Convierte el habla analógica en señales digitales para su transmisión, y a la inversa para su recepción.

CONMUTACION POR DIVISION DE TIEMPO Es la más reciente tecnología de conmutación controlada mediante programas almacenados. Las señales se transfieren de un punto a otro mediante el envío de muestras por diferentes canales, según el lugar de destino. Exactamente en el momento preciso se abre una determinada "puerta", lo que permite que las señales entren por un determinado canal. Cambiando el momento de apertura de esa puerta se pueden aceptar distintas señales. La conmutación por división de tiempo es más económica que la convencional basada en una división del espacio, en la que el canal físico se halla permanentemente conectado.

DIGITAL Señal discreta o discontinua que se transmite a intervalos. La mayor parte de la moderna tecnología de telecomunicaciones y computadoras se basa actualmente en la transmisión digital de datos, ya que ésta supera a la transmisión analógica en velocidad y en bajo costo por unidad elemental de información ("bit"). Para describir los modernos sistemas de telecomunicación se utilizan de manera indistinta los términos "digital" y "microelectrónico", y a veces "MIC" o "PCM" (modulación por impulsos codificados).

ELECTROMECHANICO Semielectrónico, que contiene partes móviles, a diferencia de la tecnología de la microelectrónica de estado sólido.

ESTADO SOLIDO, DE Sin partes móviles, plenamente digital o electrónico, como opuesto a electromecánico.

FIBRA OPTICA Se utiliza en la transmisión por MIC, y se fabrica a base de sílice, que es un material mucho más barato y abundante que el cobre empleado en los cables convencionales. Aventaja al cable coaxial en su mayor capacidad y en su resistencia a la corrosión, aunque no a las señales de transmisión (por lo que se precisan menos repetidores o "regeneradores" de la señal). Además, los sistemas de fibra óptica pueden instalarse utilizando la infraestructura existente, como por ejemplo los conductos coaxiales y las líneas férreas.

INFORMATICA Sistemas automatizados de proceso de datos digitales que constan de un equipo ("hardware") y unos programas ("software"), y que pueden comprender una o más computadoras. La transmisión entre las computadoras se efectúa generalmente utilizando técnicas de MIC.

MICROELECTRONICA (Véanse CIRCUITO INTEGRADO y DIGITAL).

MICROONDA Onda de radio electromagnética muy corta, dentro del espectro general de longitudes de onda (larga, media, corta, infrarrojos, ultravioletas, rayos X y rayos gamma).

MODEM Equipo para la modulación y desmodulación de señales de telecomunicación. En otras palabras, toma una señal eléctrica analógica y la convierte en digital para su transmisión en condiciones de rapidez y bajo costo.

MODULACION POR IMPULSOS CODIFICADOS Transmisión digital de información mediante la modulación de impulsos con arreglo a un código.

MULTIPLEXADO POR DIVISION DE TIEMPO Mecanismo de transmisión digital mediante el cual pueden transmitirse simultáneamente un gran número de conversaciones o de otras señales "entrelazando" muestras de cada señal. De este modo pueden "multiplexarse", sin que se interfieran entre sí, muchos tipos de señales, a diferencia de lo que ocurre en los sistemas analógicos. (Véase también CONMUTACION POR DIVISION DE TIEMPO)

PABX ("private automatic branch exchange") Centralita automática privada. Son centrales telefónicas digitales y autónomas, utilizadas por organizaciones privadas.

PCM (Véase MODULACION POR IMPULSOS CODIFICADOS)

SEMICONDUCTOR (Véase CIRCUITO INTEGRADO).

SISTEMA DE BARRAS CRUZADAS (SISTEMA "CROSSBAR") Sistema de conmutación electromecánica, hoy casi obsoleto, que representa una tecnología intermedia entre el sistema Strowger y las centrales plenamente electrónicas.

STROWGER Central telefónica electromecánica inventada en Kansas en 1889, que se basa en hileras de selectores rotatorios conectados en serie. En comparación con los de estado sólido, es un sistema lento, poco flexible y costoso.

TDM ("time-division multiplexing") (Véase MULTIPLEXADO POR DIVISION DE TIEMPO).

TDS ("time-division switching") (Véase CONMUTACION POR DIVISION DE TIEMPO).

TECNOLOGIA DE LA INFORMACION Toda la gama de tecnologías de la telecomunicación, la telemática y la informática, que , basadas en la tecnología de los semiconductores, permiten el almacenamiento, transmisión y manipulación de datos en forma digital con bajo costo y gran velocidad. El término se usa a veces para describir todas las aplicaciones y procesos de la microelectrónica. En este trabajo, sin embargo, no incluye las aplicaciones industriales de la tecnología de la microelectrónica, sino que se limita a las industrias "intensivas en información" que se han mencionado con anterioridad.

TELECOMUNICACIONES Los sistemas que se requieren para producir una comunicación instantánea e interactiva de información (incluida la voz) entre un lugar y otro. Queda así fuera de este concepto, por ejemplo, el envío postal, pues no es ni instantáneo ni de doble dirección. De modo similar, tampoco se incluyen en él la televisión y otros sistemas de difusión, ya que no son interactivos. La industria telefónica representa aproximadamente el 80% de los servicios de telecomunicación, y la mayor proporción del resto corresponde al telégrafo, al télex y al proceso de datos.

TELEMATICA Conocida también como teleinformática, la telemática se basa en la fusión de las tecnologías de las computadoras y la telecomunicación, fusión que se ha hecho posible gracias a la tecnología digital. Los datos en forma digital se almacenan, manipulan y transmiten entre computadoras utilizando las redes de

transmisión de la telecomunicación pública. La telemática emplea asimismo medios de transmisión propios de la radiodifusión -por ejemplo, pueden utilizarse televisores para acceder a diversos tipos de información (Véase VIDEOTEX).

VIDEOTEX Se utilizan los televisores como terminales de datos conectados a la red pública de telecomunicaciones para recibir diversos tipos de servicios de información.

BIBLIOGRAFIA

- Arthur D. Little, Inc: World Telecommunications 1980 - 1990.
- Barron, I. and Curnow, R. (1979): The Future with Microelectronics  
Frances Pinter Ltd. London.
- Bessant, J. (1983): "The Diffusion of Microelectronics"  
in S. Jacobsson and J. Sigurdson eds. Technological Trends and  
Challenges in Electronics: Dominance of the Industrialised  
World and Responses in the Third World, Research Policy  
Institute, Lund Sweden.
- Bessant, J.R. Bowen, J.A.E. Dickson, K.E. and Marsh, J. (1981):  
The Impact of Microelectronics: A Review of the Literature,  
Frances Pinter Ltd. London.
- Chacon, C.C. (1984): Empresas Nacionales de Eletronica Profesional  
con Tecnologia Propria, Ministerio de Fomento, Direccion  
de Desarrollo Tecnologico.
- Forester, T. ed. (1980): The Microelectronics Revolution, Basil  
Blackwell, Oxford.
- Galli, E. (1982): Microelectronics and Telecommunications in  
Developing Countries. UNIDO/ECLA Expert Group Meeting on  
Implications of Microelectronics for the ECLA Region. Vienna.
- Hobday, M.G. (1982): The Role of Telecommunications in Economic  
Development: A Review of Recent Literature and an Alternative  
Interpretation with Special Reference to Policy Issues.  
SPRU University of Sussex, Mimeo.
- Hobday, M.G. (1985): The Brazilian Telecommunications Industry:  
Accumulation of Microelectronic Technology in the  
Manufacturing and Service Sectors. UNIDO IS.511 Vienna
- Jacobsson, S. (1983): "Numerically Controlled Machine Tools -  
Implications for Newly Industrialised Countries" in  
S. Jacobsson and J. Sigurdson eds. (see below).
- Jacobsson, S and Sigurdson, J. eds (1983): Technological Trends  
and Challenges in Electronics: Dominance of the Industrialised  
World and Responses in the Third World. Research Policy  
Institute, Lund Sweden.

- Jequier, N. (1977): "International Technology Transfers in the Telecommunications Industry" in Germidis, D. ed. Transfer of Technology by Multinational Corporations, Development Centre of the OECD Paris.
- Kaplinsky, R. (1982): Electronics, Comparative Advantage and Development A UNIDO Study, Frances Pinter Ltd. London.
- Leppan, E.O. (1983): A Literature Survey and Partially Annotated Bibliography on the Impact of Microelectronics on the Third World. Paper prepared for the meeting on the Impact of Microelectronics, Mexico City Dec. 1983 jointly sponsored by the Ministry of Industry, Government of Mexico and the IDRC Canada.
- Maxwell, P. (1983): "Specialisation Decisions in Electronic Production - Lessons from the Experience of two Argentine Firms" in Jacobsson, S. and Sigurdson, J (see above).
- Muller, J. (1982): Government Policy and the Telecommunications Equipment Sector: An assessment of the major issues in the face of changing technology. University of Sussex, SPRU mimeo.
- OECD (1981): 5-- Microelectronics, Productivity and Employment Information, Computer Communications Policy, Paris.
- OECD (1982): Telecommunications Equipment: Even a Growth Industry can have Structural Problems. OECD Observer Nov. pp12-18.
- OECD (1983): Telcommunications: Pressures and Policies for Change, Organisation for Economic Cooperation and Development.
- Perez, C. (1984): Microelectronics, Long-Waves and World Structural Change: New Perspectives for Developing Countries SPRU University of Sussex, Article submitted to World Development, Special Issue on Microelectronics.
- Rada, J. (1982): "Technology and the North-South Division of Labour" in Kaplinsky, R. ed. Comparative Advantage in an Automating World, IDS Bulletin, March, Vol 13 No.2
- Rosenberg, N. (1976): Perspectives on Technology, Cambridge, CUP

- Rothwell, R. (1984): "The Role of Small Firms in the Emergence of New Technologies" Omega, Vol 12, No.1
- Saunders, R.J. Warford, J.J. and Wellenius, B. (1983): Telecommunications and Economic Development, A World Bank Publication, John Hopkins University Press, Baltimore.
- Soete, L. (1984): International Diffusion of Technology, Industrial Development and Technological Leapfrogging. Paper Submitted for Publication to World Development, SPRU University of Sussex.
- Soete, L and Dosi, G. (1983): Technology and Employment Opportunities in the Electrical and Electronics Industries, SPRU mimeo.
- Telebrasil: Revista Brasileira de Telecomunicacoes, Various Issues.
- Tigre, P.B. (1983): The Mexican Professional Electronics Industry and Technology. UNIDO ST/MEX/80/11-61/62.4.2.

