



del crecimiento<sup>2</sup> cuanto en el de la idea de los sistemas nacionales de innovación,<sup>3</sup> parecen confirmar la aseveración de Krugman.

Sin duda, el aprovechamiento óptimo de la nueva tecnología reside en varios elementos vinculados entre sí que permiten crear, acumular y difundir las innovaciones técnicas en el sistema económico. En la teoría reciente sobre el crecimiento, según Paul Romer, un primer elemento de consideración es la magnitud del capital humano como variable independiente que determina la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía. El capital humano es la fracción de la fuerza laboral altamente capacitada merced a la educación formal y el aprendizaje en el trabajo, por lo cual se orienta hacia dos posibles actividades: la manufacturera o la investigación y el desarrollo (ID). La asignación a una de ellas, de acuerdo con el modelo de Romer, depende de los mecanismos de mercado en condiciones de competencia imperfecta. Y es el capital humano, por su capacidad intrínseca para generar innovaciones en los centros de investigación y mejoras en la manufactura, la variable central que determina el desempeño de largo plazo del sistema económico.

Romer señala que su modelo "sugiere que lo importante para el crecimiento no es la integración de una economía con un gran número de personas, sino la integración de una economía con una gran cantidad de capital humano."<sup>4</sup> El estancamiento puede ser el signo dominante del proceso económico, en casos extremos, cuando un país con niveles demasiado bajos de capital humano genera un avance de innovaciones tan pequeño respecto a la tasa de descuento que no se justifica el sacrificio de cierta proporción del producto corriente en favor del crecimiento. Romer apunta que este resultado ofrece una posible forma de explicar que la gran variación de las tasas de crecimiento del producto por habitante se haya aproximado a cero en algunos países.<sup>5</sup>

Un primer elemento decisivo en la capacidad para aprovechar la nueva tecnología radica, así, en la magnitud del capital humano, es decir, en el alcance del sistema educativo para formar personal técnica y científicamente preparado y la habilidad del sistema económico para asimilarlo en actividades de investigación y desarrollo o productivas. De esto último se deriva un

2. Véanse Gene Grossman y Elhanan Helpman, *Innovation and Growth in the Global Economy*, The MIT Press, Cambridge, Mass., 1992; Robert E. Lucas, "Making a Miracle", *Econometría*, núm. 2, 1993, pp. 251-272, y Paul M. Romer, "El cambio tecnológico endógeno", *El Trimestre Económico*, vol. LVIII, núm. 231, julio-septiembre de 1991, pp. 441-479.

3. Al respecto véanse B. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation*, Printer Publishers, Londres, 1992; Richard Nelson (ed.), *National Innovation Systems*, Oxford University Press, Oxford, 1993, y el artículo de Mario Cimoli y Giovanni Dosi que se incluye en esta edición de *Comercio Exterior*.

4. Paul M. Romer, *op. cit.*, p. 475.

5. *Ibid.*, pp. 471-472.

concepto más general aunque menos formalizado: el de los sistemas nacionales de innovación.

El propulsor de la investigación sobre el cambio tecnológico, tanto en la nueva teoría del crecimiento y el comercio internacional como en el análisis de los sistemas de innovación, es el cambio de la realidad económica mundial. La revolución tecnológica altera la concepción de los productos y los procesos para generar bienes y servicios. Las ventajas de Japón en muchos aspectos de la transformación técnica, el surgimiento de nuevos países industrializados con una base innovadora propia y la decadencia relativa de Estados Unidos, junto con la propuesta comunitaria europea para hacer frente al cambio, son las coordenadas que han orientado las nuevas líneas de investigación económica en la materia.

Cabe subrayar que la capacidad para crear y comercializar nuevas tecnologías no reside sólo en el monto de recursos financieros que el gobierno, las empresas o las universidades destinan a la innovación tecnológica o la investigación científica, sino también en un intangible: lo que Lundvall denomina *aprendizaje interactivo*,<sup>6</sup> es decir, la capacidad de los agentes económicos para adquirir el conocimiento de los procesos y los productos en un entorno en que confluyen diversas instituciones formales (como universidades, empresas, gobiernos, laboratorios de investigación y desarrollo). Tales instituciones aprenden entre sí, generan mecanismos de comunicación, establecen canales de información y construyen rutinas, o sea, crean instituciones informales en las que se basa el cambio tecnológico.

Así, el sistema nacional de innovación es la estructura de instituciones y elementos que las entrelazan con el fin de producir, difundir y usar conocimientos nuevos con utilidad económica, cuyas raíces o localización se encuentran "dentro de las fronteras de un Estado-nación".<sup>7</sup>

El concepto de sistema nacional de innovación como complejo entrelazado de actores, instituciones y actividades permitiría explicar, según los autores postulantes, por qué unos países pueden desarrollar con celeridad tecnología propia que incrementa su capacidad competitiva y otros no.<sup>8</sup>

Una muestra de lo que es un sistema nacional de innovación sería la relación productor-usuario<sup>9</sup>, en la cual el proveedor de bienes y servicios se vincula con las necesidades del cliente, las

6. B. Lundvall, *op. cit.* Véase también el citado artículo de Mario Cimoli y Giovanni Dosi.

7. *Ibid.*

8. Véanse los casos expuestos en Richard Nelson (ed.), *op. cit.*

9. Al respecto consúltense en este número de *Comercio Exterior* el trabajo de Juan Manuel Corona, Gabriela Dutrénit y Carlos Hernández, así como el de B. Lundvall, "Innovation As an Interactive Process: From User-producer Interaction to the NSI", en Giovanni Dosi et al., *Technical Change and Economic Theory*, Columbia University Press, Nueva York, 1988, pp. 349-369.

asimila y las transforma en innovaciones que generan nuevos productos o procesos. En este tipo de relaciones son fundamentales la comunicación y el aprendizaje interactivos, a fin de conformar un sistema caracterizado por infinidad de procesos similares que le dan coherencia nacional.

Las propuestas analíticas anteriores, en suma, abordan dos aspectos esenciales: las condiciones para alcanzar tasas de crecimiento sostenido y el entorno global que permite a un país incrementar su capacidad innovadora. La intención final es explicar por qué algunas naciones generan círculos virtuosos y otras se hunden en círculos viciosos que no resuelven sus problemas; mientras algunas invertirán para el cambio técnico en terreno fértil, otras lo harán en el desierto.

### ¿Existe capacidad innovadora?

Con el trasfondo de una época caracterizada por los profundos cambios técnicos y en actividades como la industria informática y las telecomunicaciones, donde algunos equipos alcanzan la madurez en el ciclo del producto en dos años y se tornan obsoletos en cuatro por la velocidad de la innovación técnica, parece pertinente una pregunta: ¿Existe capacidad innovadora en esas ramas en México? A continuación se intenta responder esa interrogante.

#### *El capital humano*

La producción en la industria informática y las telecomunicaciones es cada día más intensiva en conocimientos. En ellas son fundamentales las interacciones entre ciencia básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico. El perfeccionamiento de los microprocesadores, el progreso de la fototécnica y el avance de la inteligencia artificial requieren muy altos niveles de investigación. El desarrollo de *software* y la producción de componentes con mayor rapidez y capacidad de almacenamiento suponen un trabajo intensivo en conocimientos, al igual que la acumulación de múltiples experiencias en los principales laboratorios de ID que incursionan en las rutas del porvenir.

Los requerimientos de capital humano son cualitativos porque la frontera del conocimiento avanza sin cesar,<sup>10</sup> al tiempo que las diversas áreas respectivas de la ciencia básica se tornan cada vez más complejas. Las necesidades también son cuantitativas, en la medida en que aumenta la magnitud de capital humano necesaria para mantener, al menos en los países desarrollados, la velocidad del progreso técnico tanto en las áreas de ID como en la manufactura.

10. Aproximadamente cada 18 meses, por ejemplo, se duplica la cantidad de componentes que se pueden instalar en un chip de silicio del tamaño de una uña. Véase David Lang, "El futuro de las telecomunicaciones", *El Economista Mexicano*, abril-junio de 1993, pp. 29-38.

En el caso de México, sin embargo, parecen existir deficiencias en la formación del capital humano necesario para cumplir los requerimientos de la industria informática y las telecomunicaciones. Para efectos prácticos se puede considerar que el capital humano es aquella parte de la fuerza de trabajo con una educación formal mínima de nivel superior, capaz de organizar, dirigir, planear e instrumentar las actividades manufactureras o de investigación básica y aplicada. La población con carreras técnicas terminales de nivel medio superior integraría un sector laboral con un menor grado de calificación, más vinculado con la dirección de áreas operativas.

Durante el ciclo escolar 1990-1991 se impartieron en México 226 programas de licenciatura o ingeniería en alguna modalidad de la informática, en los cuales se inscribieron 63 974 alumnos. En el mismo ciclo funcionaron 32 programas de posgrado en alguna área de la computación, con una población de 1 172 alumnos.<sup>11</sup> De 1980 a 1991 la matrícula en licenciatura se incrementó 355%, lo que representó un aumento promedio anual de 12.2%; a su vez, la matrícula del posgrado se elevó 234%, al registrar una tasa media de crecimiento anual de 8.1 por ciento.

Es importante señalar que la participación de las licenciaturas e ingenierías en informática en la matrícula total nacional ascendió de 0.8% en 1980 a 6.3% en 1991, mientras que la ponderación de los posgrados del área en la matrícula global respectiva pasó de 1.5% en 1980 a 2.7% en 1991.<sup>12</sup>

No obstante, existen serios problemas de eficiencia terminal. De cada 100 alumnos que ingresan a una licenciatura de este tipo, sólo la terminan 35; en el posgrado la relación es de 40 por cada 100. Aunque "la demanda de recursos humanos en informática varía de 7 000 a 8 000 egresados anualmente",<sup>13</sup> en 1990 sólo hubo 3 698 egresados de educación superior. Esta disparidad muestra la insuficiente formación de capital humano. La oferta de profesionales no es congruente con la demanda de la industria en general. Más aún, mientras que de 1989 a 1991 la industria informática y las telecomunicaciones crecieron a una tasa media anual de 25.6%, en igual período la matrícula de licenciatura aumentó a un ritmo de 11% y la de posgrado lo hizo a uno de 5.6 por ciento.

En México se estima que hay unos 600 profesionales con posgrado en disciplinas de informática o telecomunicaciones,<sup>14</sup> cantidad que parece insuficiente frente a las exigencias de inversión de la industria. La pregunta obvia es: ¿Cómo se cubre el déficit de profesionales? En 1990 se hacía con el concurso de los egresados de carreras técnicas de educación media superior

11. INEGI, *La situación de la informática en México*, México, 1993.

12. *Ibid.*

13. *Ibid.*, p. 27.

14. Carlos Duarte y Amanda Gómez, "Capital humano en telecomunicaciones: un factor crítico", *Tecnoindustria*, núm. 13, 1994, pp. 18-21.

(unos 3 975 por año), las cuales en el ciclo escolar 1990-1991 contaban con 46 684 alumnos inscritos.<sup>15</sup>

Si bien es difícil medir la calidad de la enseñanza, en tanto capacidad material e intelectual para que los estudiantes adquieran conocimientos básicos y se acerquen a los principales desarrollos en su disciplina, existen algunos indicadores al respecto. Según la encuesta del INEGI acerca de la formación de recursos humanos en 1991,<sup>16</sup> en los centros de educación superior se cuenta con una microcomputadora en promedio por cada cinco alumnos y con un laboratorio para la enseñanza en informática por cada 132 estudiantes; sólo la mitad de esos centros académicos posee una biblioteca especializada. En los planteles de educación media superior hay 13 alumnos por microcomputadora, 141 por laboratorio y apenas 25% de las instituciones encuestadas tiene una biblioteca en la materia.

Alrededor de 28% del personal académico de educación superior cuenta con posgrado y 57% con licenciatura; el resto son pasantes, técnicos o de otro nivel. Asimismo, 43% tiene formación en informática y 57% en otras disciplinas; casi un tercio (32%) es profesor de tiempo completo.

En los planteles de educación media superior, 17% de los profesores son de tiempo completo y 33% tiene formación en informática; 2% cuenta con maestría o doctorado, 35% con licenciatura y 62% son pasantes o técnicos.

Los datos anteriores revelan una insuficiente formación de capital humano para la industria informática y las telecomunicaciones, con una calidad que en muchos casos parece insatisfactoria (según los equipos, el personal académico y los acervos documentales disponibles), lo cual puede tener consecuencias que se apuntan más adelante. En seguida se esbozan las condiciones en que operan las empresas instaladas en México y sus aparentes capacidades de innovación.

### *Las empresas*

Quizá en México existan unas 300 empresas vinculadas con actividades de informática o telecomunicaciones. Esta estimación se refiere a una cantidad aproximada de un universo creciente, cuya magnitud exacta no puede precisarla ni siquiera la cámara empresarial del ramo porque no todas las empresas se inscriben en ella. El universo considerado incluye desde pequeñas distribuidoras hasta grandes compañías productoras con actividades de investigación y desarrollo. Por la naturaleza misma del negocio, sin embargo, gran parte de las empresas añade valor a los servicios o productos que ofrecen. Todas instalan equipos, prestan servicios tanto preventivos como correctivos, capacitan a los usuarios y, en el caso de las empresas

vinculadas con la creación de redes locales o extendidas, agregan también el valor del diseño de las redes que se configuran de acuerdo con las necesidades de cada usuario.

Entre las empresas exclusivamente distribuidoras figuran algunas transnacionales, como Dell Computer y Logitech; grandes mayoristas del cómputo como MPS Mayoristas y el Grupo TEA; compañías importantes en telecomunicaciones, como Pentamex Redsat y Vitacom; pequeños negocios de distribución (acaso unos 200), y numerosos establecimientos revendedores (intermediarios en la comercialización de productos suministrados por otros distribuidores). Algunas empresas sólo son importadoras, particularmente en el rubro de conducción de datos en que se importaron 61.5% de los equipos instalados en 1990,<sup>17</sup> y otras sólo distribuyen equipos producidos en el país.

El mercado mexicano de computación y telecomunicaciones no suele ser un espacio de vanguardia para las innovaciones tecnológicas. Por el contrario, en él proliferan distintas formas de incorporación de innovaciones, sobre todo de productos, provenientes del exterior. La presencia de nuevos bienes al alcance del consumidor final en el mercado mexicano o su producción interna reciente no significa necesariamente, por lo tanto, una contribución elevada de las actividades endógenas de investigación y desarrollo.

Más aún, en México son usuales las reacciones tardías ante el avance de la frontera tecnológica. Las diferentes modalidades de la imitación<sup>18</sup> entrañan un acercamiento paulatino a los nuevos productos una vez que se presentan en el extranjero, lo cual implica el transcurso de cierto tiempo para que se incorporen en la oferta empresarial.

En 1990, por ejemplo, cerca de 90% de las computadoras personales en el mercado mexicano tenían procesadores 20286 u 8088/8086; al año siguiente, todavía 75% del mercado correspondía a dichos equipos<sup>19</sup>. Sin embargo, desde el primer año existían ya, incluso en México, computadoras personales con procesadores 80386SX, 80386DX y aun 80486; en 1991 el procesador 80486SX ingresó al mercado nacional, es decir, en éste predominaban computadoras con tres o cuatro pasos tecnológicos atrás del desarrollo de punta, con el consecuente rezago en términos de velocidad, potencial para desplegar nuevos programas y capacidad de almacenamiento.

Frente a ello surge una pregunta crucial: ¿En qué condiciones se producen en México equipos de telecomunicaciones y cómputo?

17. Ramón Tirado Jiménez, "Telefonía y redes de telecomunicaciones. El caso de diez empresas en México", *El economista mexicano*, abril-junio de 1993, pp. 139-156.

18. Acerca de los problemas de la imitación tecnológica en los países menos desarrollados véanse los capítulos 11 y 12 de Gene Grossman y Elhanan Helpman, *op. cit.*

19. INEGI, *op. cit.*

15. INEGI, *op. cit.*

16. *Ibid.*

C U A D R O 1  
**EMPRESAS NACIONALES FABRICANTES DE EQUIPO INFORMÁTICO Y DE TELECOMUNICACIONES**

<i>Empresa</i>	<i>Tipo de producción</i>	<i>Transferencia</i>	<i>Productos</i>
<i>Equipos periféricos</i>			
Alternativa en captura	Ensamble		Reguladores
Genel	Ensamble		Partes para teléfonos
Celecsis	Diseño y fabricación		Reguladores y <i>no breaks</i>
Teltron	Ensamble		Protectores de línea
Data Ingeniería Mexicana	Ensamble		Reguladores
Deneb de México	Ensamble		Equipos de Protección
Electroindustrias Delta	Ensamble		Autotransformadores y reguladores
Equipos Electrónicos San Francisco	Ensamble		Reguladores y fuentes de poder
Industrias Sola Basic	Ensamble		Reguladores y soportes de energía
Vica	Ensamble		Reguladores
Merak	Ensamble		Fuentes de energía
Mexel	Ensamble		Reguladores y fuentes de poder
Tecnologías Unidas	Ensamble		Equipos de protección
Potencia Industrial	Ensamble		Convertidores, generadores y fuentes
Partes y Refacciones Técnicas	Diseño y fabricación		Fuentes de poder, baterías y equipos de respaldo
Teleproductos Mexicanos	Ensamble		Equipos de protección
Sahuaro	Ensamble		Equipos de protección
Conдумex	Fabricación, diseño, ID		Equipo de conectividad, sistemas fotovoltáicos
Datapac	Fabricación, diseño, ID		Cintas para impresora
Karbocint	Fabricación, diseño, ID		Cintas para impresora
<i>Telecomunicaciones</i>			
Tecnología y Sistemas Profesionales	Fabricación	De ATT Networks System International	Multiplexores y equipo PCM
Grupo SIT	Ensamble		Circuitos
Rolm	Ensamble		Componentes telefónicos
Siscom	Ensamble		Fabricación de <i>modem</i>
Telektra	Fabricación	De Goldstar	
Radiocel	Ensamble	Telecommunication	Teléfonos
Iusacell	Fabricación, instalación	De Microwave Networks	Equipo de comunicación móvil
<i>Computación</i>			
VH Computers	Fabricación	De Dauphin Technology	Computadoras <i>lap-top</i>
Gipca	Fabricación	Joint venture Lapro (Taiwan)	Computadoras <i>notebook</i>
Elektra	Ensamble		Computadoras personales
Printaform	Ensamble		Computadoras personales
Siga Micros	Ensamble	De NCR	Computadoras personales
Texa	Fabricación		Computadoras personales
Logix	Ensamble		Computadoras personales
Televideo	Ensamble		Computadoras personales
Herramientas en informática y tecnología en computación	Ensamble		Computadoras personales
Sahuaro	Ensamble		Computadoras Sprint

Fuentes: "Directorio: conectividad, protección y distribuidores", *Alta Tecnología*, mayo-junio de 1990; Servidigit, *Perfil de Expositores*, Feria Mexcom, 1991, enero de 1991, y Ramón Tirado Jiménez, "Telefonía y redes de telecomunicaciones. El caso de diez empresas en México", *El Economista Mexicano*, Colegio Nacional de Economistas, abril-junio de 1993.

to? A manera de respuesta se puede señalar que la mayoría se elabora con base en la imitación tecnológica de innovaciones foráneas y en diferentes modalidades.

El proceso de innovación tecnológica se refiere a la generación de productos y procesos novedosos en el mercado mundial. La

imitación alude, en cambio, a la introducción de un producto o proceso ya existente en alguna parte que se adopta en otros lados, dentro o fuera del país innovador.

Sin ánimo exhaustivo, los cuadros 1 y 2 presentan listas de empresas que en México producen equipos de informática y





*En los sectores de informática y telecomunicaciones predomina la imitación tecnológica. Tal preponderancia, en desmedro de la innovación, se vincula básicamente con la todavía débil formación de capital humano*

telecomunicaciones; no se incluyen empresas importantes que operan sólo como distribuidoras. En total se enlistan 47 empresas, de las cuales 37 son nacionales y 10 transnacionales; no se trata de todas las compañías productoras, sino simplemente de una muestra tomada de la información disponible.

Entre las empresas nacionales productoras de equipos periféricos predominan las fabricantes de fuentes de poder, reguladores y multicontactos, o sea, lo que se denomina equipo de protección para fax, computadoras o teléfonos. Sólo tres de esas empresas realizan alguna actividad de diseño y apenas una, Condumex, desempeña labores formales de investigación y desarrollo.

Con respecto a los aparatos para telecomunicaciones (telefonía y redes para conducción de voz, datos e imagen), en las empresas nacionales destacan los procesos de ensamble y fabricación vía transferencia tecnológica. Algo similar ocurre con las compañías nacionales productoras de equipo de computación, donde predomina la manufactura de computadoras personales.

La mayoría de las empresas transnacionales, por su parte, realiza una amplia gama de actividades: diseño de productos, fabricación de equipo y aun el traspaso de ciertas labores a las maquiladoras. Tales empresas se orientan hacia el mercado nacional, pero también operan con miras al mercado mundial mediante la producción de equipos múltiples en varias plantas y el funcionamiento de unidades de negocios para mercados diversos.

En el conjunto de la industria se aprecian algunas tendencias que se gestaron desde mediados de los años ochenta:<sup>20</sup> i) el paso de las importaciones de consumo final a las de insumos intermedios para la producción nacional; ii) un número creciente de empresas productoras y, según el INEGI, las compañías fabricantes de microcomputadoras aumentaron de 25 en 1989 a 54 en 1991; iii) el mayor peso del ensamble en la producción interna, aunque sólo 25% de los insumos totales han sido de origen nacional, y iv) la intensificación del comercio intrafirma e intraindustrial, de manera que en 1990 las computadoras y otros procesadores de datos presentaron un índice de comercio intraindustrial de 0.74 frente a uno de 0.12 en 1980.

El patrón productivo nacional se concentra, en términos generales, en la fabricación y el ensamble de productos tecnológicamente estandarizados (como equipos de protección, microcomputadoras, *modem* sencillos y cintas para impresora), la apropiación de tecnologías relativamente sencillas y, sobre todo, la producción de bienes con una enorme demanda potencial interna.

Las compañías transnacionales, junto con algunas grandes empresas nacionales, suelen seguir patrones de comercio intrafirma en mercados globalizados, con actividades descentralizadas.<sup>21</sup> La estrategia de gigantes como ATT, Hewlett Packard y Digital Equipment, se encaminó a ampliar sus actividades: de la distribución de equipo o el otorgamiento de servicios pasaron a la injerencia en actividades productivas y, más recientemente, a labores de diseño e ID. Una parte importante de la producción de esas empresas se destina a los crecientes mercados internos de bienes estandarizados, pero en su estrategia global incorporan la fabricación de insumos, productos finales o diseños para el mercado exterior. Por medio de la importación intrafirma, además, colocan bienes provenientes de filiales foráneas en los mercados de consumo masivo mexicanos.

Todavía no existe una industria mexicana fabricante de microprocesadores, pero sí una de ensamble de circuitos; tampoco se desarrolla aún una industria de *modem* avanzados para enlaces de satélite, pero sí de *modem* sencillos y estandarizados. Esta situación obliga a reflexionar sobre dónde se encuentra la capa-

20. Jorge Mattar y Claudia Schatán, "El comercio industrial e intrafirma México-Estados Unidos. Autopartes, electrónicos y petroquímicos", *Comercio Exterior*, núm. 2, vol. 43, febrero de 1993.

21. Véase al respecto Gene Grossman (ed.), *Imperfect Competition and International Trade*, The MIT Press, Cambridge, Mass., 1993, caps. 15-16.

C U A D R O 2

## EMPRESAS TRASNACIONALES FABRICANTES DE EQUIPO INFORMÁTICO Y DE TELECOMUNICACIONES

Empresa	Tipo de producción	Mercado	Producto
<i>Telecomunicaciones</i>			
ATT	Fabricación, diseño, ID, ensamble, maquila	Nacional y exportaciones	Transformadores, fuentes de poder, equipo de cómputo, periféricos, teléfonos
Ericsson	Fabricación, diseño, ID	Nacional y exportaciones	Equipo telefónico
Motorola	Fabricación, diseño, ID	Nacional y exportaciones	Equipo de radio de VHF, comunicación móvil
Northern Telecom	Fabricación	Nacional y exportaciones	Equipo telefónico
Alcatel-Indetel	Fabricación, diseño, ID	Nacional y exportaciones	Equipo telefónico
<i>Computación</i>			
IBM	Fabricación ID	Nacional y exportaciones	Computadoras, periféricos, impresoras
Hewlett-Packard	Fabricación, diseño, ID	Nacional y exportaciones	Computadoras, periféricos, impresoras
Digital Equipment	Fabricación, diseño, ID	Nacional y exportaciones	Computadoras personales y mainframes
Olivetti	Fabricación	Nacional y exportaciones	Calculadoras, máquinas de escribir, computadoras
NCR	Fabricación		Estaciones de trabajo, redes locales

Fuente: "Directorio: conectividad, protección y distribuidores", en *Alta Tecnología*, mayo-junio de 1990; Servidigit, *Perfil de Expositores*, Feria Mexcom, 1991, enero de 1991, y Ramón Tirado Jiménez, "Telefonía y redes de telecomunicaciones. El caso de diez empresas en México", *El Economista Mexicano*, Colegio Nacional de Economistas, abril-junio de 1993.

ciudad de ID en México y cuáles son los vínculos entre los agentes responsables.

### Los agentes y sus vínculos

La ID cuenta con dos grandes fuentes. Una corresponde a la actividad formal en los laboratorios empresariales, universitarios o públicos para generar innovaciones técnicas. Otra es la actividad no necesariamente formal de imitación, en forma de copia o transferencia, la cual exige la adaptación a las condiciones productivas y de mercado nacionales.

### La innovación

Con base en una encuesta, el INEGI ha compilado información valiosa que permite describir las actividades de los centros de investigación y desarrollo de la informática en México hasta 1991.<sup>22</sup>

La encuesta se refiere a 27 centros en total: 14 pertenecientes a universidades públicas (cinco de ellos de la UNAM); siete a instituciones privadas (cinco forman parte del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey); tres al sector público, y tres más al sector privado (IBM, CYDSA y Condumex).

En ellos se realizaban 94 proyectos de investigación: 51.1% en las universidades públicas; 26.6% en las instituciones académicas privadas; 11.7% en los centros de investigación privados, y 10.6% en los públicos.

El INEGI informó que 58.5% del conjunto de proyectos—3.4 en promedio por centro de investigación—contaron con un presupuesto menor de 50 000 dólares; 27.7% con uno de 50 000 a 200 000 dólares, y el restante 13.8% con uno mayor de 200 000 dólares. Los proyectos más grandes se ejecutaban en los centros de investigación públicos, mientras que los menores correspondieron a las instituciones de educación pública.

Cada centro de investigación cuenta en promedio con 14.4 investigadores, de los cuales 2.8 tienen nivel de doctorado, 4.8 de maestría y 6.8 de licenciatura. Sin embargo, en la mitad de las instituciones existen menos de 11 investigadores y los centros de educación superior privados cuentan con un promedio de 22.6 investigadores.

Para apreciar mejor los esfuerzos de ID en México, es importante señalar que 50% de los centros considerados se crearon a partir de 1983 y sólo uno, el IIMAS de la UNAM, funciona desde 1958. En general se trata de instituciones con recursos humanos y materiales modestos, por lo cual no pueden ser muy ambiciosos. A pesar de las limitaciones, sin embargo, durante los últimos diez años se fortaleció la actividad innovadora y se acumuló un vasto aprendizaje en centros que intentan generar conocimientos

22. INEGI, *op. cit.*

nuevos en áreas cada vez más intensivas en habilidades tecnológicas.

En 1988 un funcionario de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes alertó sobre la baja capacidad de innovación en México en materia de telecomunicaciones y subrayó un aspecto que consideró esencial: la desvinculación entre los agentes participantes (gobierno, empresas, universidades y centros de investigación públicos y privados).<sup>23</sup>

También planteó que la deficiente coordinación entre dichos actores propició la falta de personal capacitado y el débil esfuerzo de ID en términos de gasto, factores que impiden alcanzar un grado de desarrollo suficiente en la industria para producir bienes competitivos en el mercado mundial. A juicio del especialista, por lo tanto, un problema clave es la presencia de agentes que no conformen, o lo hagan en forma incompleta, un subsistema nacional de innovación.

Subsisten nexos muy débiles entre los agentes de la industria de informática y las telecomunicaciones. Los proyectos conjuntos entre universidades y empresas no parecen ser frecuentes en la actividad innovadora. Entre los casos existentes figura la vinculación del centro de investigaciones de Condumex con la Universidad Autónoma Metropolitana, así como la de Motorola con la Universidad de Guadalajara.

Tampoco existen relaciones vigorosas entre las empresas. Según una encuesta sobre la industria en general,<sup>24</sup> apenas 62% de las empresas consideradas practica alguna evaluación de sus proveedores (51% comenzó a realizarla hace sólo dos años); además, 65% carecía de algún plan para el desarrollo de la calidad de sus proveedores, 17% lo tenía en preparación y únicamente 18% contaba ya con él. Tal información permite apreciar el alcance de las relaciones usuario-proveedor. Si bien éstas parecen aumentar, todavía son débiles y no se han desarrollado con amplitud. El aprendizaje, en todo caso, se mantiene dentro de la empresa y no se difunde ni acumula lo suficiente en el tejido económico.

No son pocos los análisis que explican las limitaciones de la capacidad innovadora por la escasa participación empresarial en las actividades de ID en México, derivada del poco interés en lograr mejores condiciones competitivas por medio del cambio técnico.

Sin embargo, la insuficiencia de la capacidad innovadora se puede explicar también desde otra perspectiva: las condiciones en que se crea y acumula el capital humano. De acuerdo con Romer, en la industria informática y las telecomunicaciones el

capital humano disponible debe dividirse entre las actividades de investigación en el laboratorio, la manufactura y la atención de las necesidades teleinformáticas de los usuarios. Así, surge el problema de la asignación a tres necesidades diferentes.

Ya se apuntó que la formación de capital humano para la industria del cómputo y las comunicaciones tiende a ser menor que las exigencias del incremento de la demanda, es decir, el ritmo de crecimiento de la industria es mayor que la tasa de acumulación de capital de conocimiento.

Una hipótesis lógica es que si la acumulación de capital humano resulta insuficiente frente a los requerimientos de las empresas, entonces no es posible cubrir las tres asignaciones. El sacrificio inevitable de alguna en favor de la acumulación de capital físico sería el de la actividad formal de ID encaminada a generar innovaciones desde el laboratorio.

Las empresas que participan en la informática y las telecomunicaciones concentran esfuerzos en las áreas de manufactura, instalación, servicio y capacitación, en desmedro de la investigación y el desarrollo formales. Ello no implica la inexistencia del aprendizaje tecnológico. Por la exigua formación de capital de conocimiento, sin embargo, tal aprendizaje se circunscribe a la imitación en el país de las innovaciones ocurridas fuera de él.

### *La imitación*

La idea de la imitación no es nueva. Raymond Vernon<sup>25</sup>, tras estudiar las condiciones para el desarrollo de las innovaciones de productos en Estados Unidos, señaló que la imitación de ellas en los países menos avanzados es resultado de una transferencia de información intrafirma en las empresas transnacionales. Paul Krugman<sup>26</sup> examina también el asunto de la imitación, con especial interés en las consecuencias respectivas en el bienestar de los países desarrollados. Quizá Grossman y Helpman<sup>27</sup> son los autores que mejor han desarrollado el análisis del problema, desde la perspectiva de los modelos de cambio técnico endógeno.

Sin duda, la imitación exige un esfuerzo, enorme en ocasiones, de desarrollo y adaptación. También implica una forma de aprendizaje para producir, es decir, una cultura en la que se forman el trabajo calificado y no calificado.

Una primera fuente de la imitación es el creciente flujo de comercio intraindustrial e intrafirma. Aun cuando varias empre-

23. Alejandro Nishimura, "Investigación y desarrollo de las telecomunicaciones en México", *Comunidad Informática*, INEGI, enero-marzo de 1988, pp. 1930.

24. *Expansión*, núm. 629, 8 de diciembre de 1993, p. 13.

25. Raymond Vernon, "La innovación internacional y el comercio internacional en el ciclo de productos", en Nathan Rosenberg, *Economía del cambio tecnológico*, Fondo de Cultura Económica (Lecturas del Trimestre Económico, núm. 31), México, 1979.

26. Paul Krugman, *op. cit.*

27. Gene Grossman y Elhanan Helpman, *op. cit.*



sas trasnacionales establecieron ya centros de ID en México, gran parte de su actividad manufacturera corresponde al ensamble y la producción de piezas con base en la innovación original realizada fuera del país.

Debido a los diversos mecanismos de subcontratación, elección de proveedores y maquila, además, las empresas trasnacionales inducen la imitación por productores nacionales, pues la actividad fabril se realiza conforme a los estándares, la calidad y los modelos que diseñan las empresas organizadoras. Un caso ilustrativo es el de Logix, empresa que a principios de los ochenta empezó como proveedora de monitores para la IBM y un lustro después irrumpió por cuenta propia en el mercado informático.<sup>28</sup>

Sin embargo, una parte importante de la imitación en México es obra de compañías nacionales que no siempre tienen vínculos con las trasnacionales. Tales empresas se caracterizarían por dos puntos clave: el uso de tecnologías estandarizadas que ya no representan costos altos y la producción de bienes con demanda potencial creciente. Al copiar, asimilar y adaptar las innovaciones fraguadas en el exterior, las empresas nacionales generan un aprendizaje técnico fundado en la imitación que se concentra en la empresa manufacturera y no en el laboratorio de ID.

En los sectores de informática y telecomunicaciones, así, el sistema nacional de innovación, como complejo interactivo de instituciones, actividades y prácticas para el aprendizaje tecnológico, deviene en un sistema nacional de imitación o, más estrictamente, en un subsistema de imitación porque se trata de una parte de un conjunto más complejo.

El sistema nacional de innovación es un asignador de capital humano para atender las diversas necesidades del sistema productivo y posibilitar el cambio técnico. Si la tasa de crecimiento del producto es compatible con la de acumulación de capital humano, el sistema de innovación podría canalizar este recurso hacia actividades innovadoras y manufactureras.

Cuando ambas tasas no son compatibles, como parece ser el caso de los sectores examinados en este trabajo, el sistema de innovación puede asignar capital humano sólo a una de esas dos actividades. El complejo institucional, con un mercado de competencia imperfecta, concentra entonces el capital de conocimiento en la manufactura y la innovación técnica se desarrolla por vía de las imitaciones.

Si los planteamientos formulados son correctos, la posibilidad de que en la industria informática y las telecomunicaciones avancen las actividades de ID hacia el logro de innovaciones endógenas reside en la capacidad de acumular capital de conocimiento, de tal forma que se puede transitar de un sistema nacional de imitación a un sistema nacional de innovación.

28. *Informática*, agosto de 1991, pp. 7-10.

## Conclusiones

La revisión emprendida de las capacidades de innovación en la industria informática y las telecomunicaciones en México revela que son limitadas a causa de varias razones:

- Las evidencias parecen demostrar que la formación de capital humano es todavía insuficiente para ser compatible con el ritmo de crecimiento del sector.
- La mayoría de las empresas nacionales operan con tecnologías estandarizadas para fabricar bienes que suelen tener una enorme demanda interna potencial. Esta producción se caracteriza por la presencia de procesos relativamente sencillos, muy difundidos y con una baja intensidad relativa de capital de conocimiento.
- Las empresas trasnacionales, aunque realizan una parte de su producción en condiciones similares, han incorporado paulatinamente procesos con mayor avance técnico que en algunos casos pueden incluir actividades de ID.

En los sectores examinados predomina, con diversas modalidades, la imitación tecnológica. Tal preponderancia, en desmedro de la innovación, se vincula básicamente con la todavía débil formación de capital humano. Una baja capacidad generadora de capital de conocimiento entraña el sacrificio de la asignación de este factor productivo a uno de los tres fines posibles: manufactura en el sector, necesidades de los usuarios de equipo e investigación y desarrollo formales. El sacrificio de las dos primeras entraña problemas inmediatos en la actividad económica, mientras que el de la tercera abre paso a un proceso peculiar en que la ID se limita en mucho a la adaptación tecnológica, es decir, a la imitación.

Ante las limitaciones en la capacidad para acumular capital humano, el subsistema analizado no es tanto de innovación como de imitación. Las relaciones predominantes y la forma como se asigna capital de conocimiento se encaminan a construir un sistema imitativo en la industria informática y las telecomunicaciones.

La imitación, al igual que la modesta actividad formal de ID, es menos una elección de los agentes económicos entre distintas opciones que la única respuesta ante las limitaciones endógenas presentes.

Acerca del tema, sin embargo, persisten demasiadas incertidumbres y es menester un largo trabajo empírico que permita demostrar o rechazar las ideas al respecto. No obstante, es importante destacar los incipientes esfuerzos de innovación tecnológica en las industrias estudiadas y el incremento de la formación de capital humano especializado durante el último decenio. También existe una capacidad productiva instalada que no comprende procesos altamente desarrollados, pero sí presupone un aprendizaje técnico acumulativo. ●