

# La ciencia, la tecnología y la interdependencia en el continente americano

AARON SEGAL\*

## INTRODUCCIÓN

El movimiento de bienes, servicios y talentos científicos y tecnológicos es tan rápido, fluido y extenso en el continente americano como lo es en cualquier parte del mundo, salvo en la CEE. En los últimos 25 años ese movimiento ha crecido más rápidamente que las economías nacionales correspondientes y que el comercio continental total. Sin embargo, es una actividad que continúa dominada por un solo participante, Estados Unidos, como se observa en los cuadros 1 y 2. Aunque desde el punto de vista global disminuye el predominio de Estados Unidos en la ciencia y la tecnología, sigue vigente, en cambio, en términos absolutos y relativos, en el continente. Además, dicha preponderancia caracteriza a las corrientes oficiales y no oficiales, de gobierno a gobierno, de un sector privado a otro, de empresas sin fines de lucro a otras semejantes, o en los diferentes tipos de combinaciones. Se están registrando grandes avances en las capacidades científicas y tecnológicas de Argentina, Brasil, Canadá, México, Venezuela y otros países, pero aún no logran alterar el predominio estadounidense. Sus principales competidores globales en este campo — Japón, Alemania Occidental y Francia— tampoco han llegado a desplazar su influencia en la región.

## PROBLEMAS ACTUALES

Hoy y en el futuro previsible el manejo de la ciencia y la tecnología en el continente americano se enfrenta a cuatro grandes problemas: 1) conflictos respecto a la transferencia de tecnología de propiedad privada (patentada); 2) problemas de apoyo relacionados con la aparición y la consolidación de capacidades nacionales de investigación y desarrollo; 3) desequilibrios persistentes en la oferta y la demanda de ciencia

y tecnología; 4) otros problemas relacionados con la ciencia y la tecnología resultantes de innovaciones y nuevos productos. La solución de estos problemas requerirá cambios en las actitudes y en las organizaciones regionales e internacionales, como también en las políticas nacionales. La ciencia y la tecnología proporcionarán algunas de las pruebas claves con respecto a la viabilidad de las prácticas en el continente.

En la actualidad la fluidez de las corrientes depende de una limitada organización internacional y regional. Estados Unidos, Canadá y otros estados diversos son miembros del GATT; en otras partes del mundo, el Pacto Andino, la Comunidad del Caribe, el Mercado Común Centroamericano y la Asociación Latinoamericana de Integración facilitan el comercio visible y algo del invisible. El Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco de Desarrollo del Caribe proporcionan créditos para las transferencias de tecnología, al igual que el sector privado. La OEA dirige un programa de ciencia y tecnología de modestas proporciones que ofrece apoyo para investigaciones, intercambios profesionales y becas. Una red impresionante, si bien algo frágil, de asociaciones profesionales no gubernamentales, revistas especializadas, sociedades científicas y otras organizaciones se concentra en fomentar los contactos personales, así como la divulgación de las investigaciones. Se podría concluir que en la actualidad no es tanto lo que se maneja a la ciencia y la tecnología en el continente americano, como lo que se las estimula e impulsa.

La controversia actual se centra en las transferencias de tecnología patentada y en las supuestas desventajas que ello representa para los compradores de los países en desarrollo. México, Venezuela y los países del Pacto Andino como grupo han adoptado medidas legislativas que exigen que el gobierno examine la tecnología importada, en especial con el fin de "abrir los paquetes" de bienes y servicios tecnológicos, y limitar o eliminar otras restricciones. Mientras tanto, se ha hecho más pronunciada la tendencia a establecer empresas conjuntas, en especial con entidades paraestatales o gobiernos, venciendo

\* Funcionario de la National Science Foundation, en Washington.

CUADRO 1

La capacidad de investigación y desarrollo en el mundo, 1973

Regiones	Fondos (miles de millones de dólares)	Participación en el total mundial (%)	Científicos e ingenieros en I y D (miles)	Participación en el total mundial (%)
<i>Países en desarrollo</i>	2.77	2.9	288	12.6
África (incluye Sudáfrica)	0.30	0.3	28	1.2
Asia (sin Japón)	1.57	1.6	214	9.4
América Latina	0.90	0.9	46	2.0
<i>Países desarrollados</i>	93.65	97.1	1 990	87.3
Europa Oriental (incluye la URSS)	29.51	30.6	730	32.0
Europa Occidental (incluye Israel y Turquía)	21.42	22.2	387	17.0
Estados Unidos y Canadá	33.72	35.0	548	24.0
Otros (incluye Japón y Australia)	9.01	9.3	325	14.3
<i>Total mundial</i>	96.42	100.0	2 279	100.0

Fuente: Jan Annerstedt, Universidad de Roskilde, Dinamarca, 1979, reproducido en *Interciencia*, vol. 5, núm. 2, marzo-abril de 1980.

a veces la preocupación nacional respecto de la transferencia tecnológica. Si bien continúan las demandas relativas a un Código Internacional de Conducta para la Transferencia de Tecnología, los hechos indican que los principales importadores,

por ejemplo Brasil, están implantando dispositivos nacionales de examen de la tecnología que se consideran adecuados.

En casos de conflicto, nunca o casi nunca se ha recurrido al arbitraje internacional, incluso en el caso de los bancos multilaterales. Tampoco se han abordado los graves problemas de los estados más pequeños que carecen de capacidad nacional para examinar las tecnologías. La UNCTAD ha propuesto la idea de crear centros regionales, aunque ha tenido poco éxito; la CEPAL ha proporcionado algo de capacitación técnica y el SELA ha debatido la creación de una red de información y documentación regionales, pero los presuntos importadores con escasas informaciones en Bolivia, Panamá u otros lugares aún no cuentan con fuentes confiables a las cuales puedan dirigirse. El suministro de información a bajo costo sobre opciones tecnológicas para los países más pequeños sigue siendo un trabajo importante para el cual no existe una sede institucional.

Un conflicto naciente, y a la larga más grave, se relaciona con el hecho de que las empresas transnacionales no han efectuado inversiones en investigación y desarrollo en sus subsidiarias regionales. En cambio, en el cuadro 3 se observan los montos que destinan a ese fin las filiales en Estados Unidos de empresas matrices del resto del mundo. Aumentan las presiones en Canadá, Brasil, México y en otros países para obligar a las transnacionales a llevar a cabo investigaciones en el extranjero, especialmente allí donde se dispone de talento científico y técnico nacional de bajo costo. Sin embargo, pocas de esas empresas, ya sea de Estados Unidos o de otros países, han respondido hasta la fecha y se puede predecir que continuarán utilizándose políticas de estímulo para cambiar las actitudes y las prácticas. El Consejo de las Américas, organismo del sector privado, y diversos grupos económicos latinoamericanos y canadienses han estudiado este problema, aunque sin lograr mucho progreso. Se puede prever que Canadá y Brasil tomarán la delantera en este terreno con incentivos fiscales nacionales y otras leyes tendientes a fomentar la investigación y el desarrollo. Esto podría constituir la principal fuente de conflicto en los años ochenta y remplazar el problema de la transferencia de tecnología con el de su aplicación en el extranjero.

CUADRO 2

Investigación y desarrollo en el continente americano

Países	Investigadores (en equivalencia de tiempo completo)	Gastos en I y D (millones de dólares)	I y D/PIB (%)	Exportaciones de tecnología como parte de las exportaciones totales (%)
Estados Unidos	600 000	65 000	2.50	60
Canadá	35 000	1 200	1.10	30
Brasil	12 000	800	0.80	25
México	8 000	600	0.70	15
Argentina	7 000	400	0.60	20
Venezuela	3 000	250	0.40	5
Colombia	2 000	90	0.30	15
Chile	2 000	75	0.20	15
Cuba	1 500	50	0.25	5

Nota: En los otros 20 estados independientes hay, en cada uno, 500 o menos investigadores; el gasto anual en I y D asciende a 10 millones de dólares o menos y, en todos los casos, estas erogaciones representan menos de 0.1% del PIB; por su parte, las exportaciones de tecnología representan de 0 a 20 por ciento de las exportaciones totales. Por tanto, los problemas de los estados más pequeños en materia de ciencia y tecnología son de una naturaleza fundamentalmente diferente. En este cuadro se presentan estimaciones muy gruesas basadas en datos de los planes nacionales de ciencia y tecnología y otros provenientes de la OCDE, la UNESCO y la National Science Foundation. Existen pocos datos sobre las actividades internas de investigación y desarrollo en las industrias de América Latina y es probable que se haya subestimado al sector privado en esta materia.

CUADRO 3

## Gastos en I y D de filiales radicadas en Estados Unidos de empresa extranjeras, 1974

Pais y actividades	Millones de dólares
<i>Por países de origen de la matriz extranjera</i>	
<i>Total</i>	813
<i>Países desarrollados</i>	694
Canadá	53
Europa	611
Comunidad Económica Europea	456
Francia	14
Alemania	46
Países Bajos	285
Reino Unido	107
Otros países de la CEE	4
Otros de Europa	155
Suiza	140
Otros	15
Japón	29
Australia, Nueva Zelandia y Sudáfrica	a
<i>Países en desarrollo</i>	119
América Latina	117
Medio Oriente	1
Otros de África, Asia y el Pacífico	2
<i>Según la actividad de la filial en Estados Unidos</i>	
<i>Total</i>	813
Petróleo	111
Manufacturas	574
Comercio al mayoreo	78
Finanzas, seguros y bienes raíces	10
Otras actividades	40

a: Menos de medio millón de dólares.

Nota: Las cifras pueden no dar los totales debido al redondeo.

Fuente: Departamento de Comercio de Estados Unidos, *Foreign Direct Investment in the United States*, vol. 1, "Report of the Secretary of Commerce to the Congress", 1976, p. 54.

Un problema conexo que comienza a suscitarse es el de la estructura legal en que funciona la investigación y el desarrollo: los derechos de autor, las marcas registradas y las patentes. Con el apoyo de estudios realizados por la CEPAL y la UNCTAD, se fortaleció el convencimiento entre los usuarios del continente de que los actuales regímenes jurídicos favorecen a los proveedores de tecnología. De aquí que México y otros países hayan adoptado nuevas leyes sobre derechos de patente, limitación de los derechos de autor y las marcas registradas y reducción de las tasas de las regalías. Este es otro problema que no se presta al arbitraje internacional o regional. En su cambio se prevé que los abogados y los bufetes jurídicos especializados llegarán a un *modus vivendi*, tras la codificación y la aplicación de nuevas leyes y decretos. Los exportadores de tecnología probablemente cobrarán precios iniciales más altos para compensar las tasas más bajas de reembolso a largo plazo.

El último problema relativo a la transferencia de tecnología patentada es el más difícil de todos. Básicamente consiste en que una amplia gama de industrias, en su mayor parte con gran intensidad de mano de obra, está siendo desplazada desde Estados Unidos a otros lugares de la región, ya a la frontera con Mé-

xico, ya a la zona del Caribe o a Brasil. Este es un movimiento lógico y conveniente a largo plazo, pero es una situación extremadamente difícil para las industrias, los trabajadores y los empleadores. Se han propuesto diversos recursos proteccionistas y seudoproteccionistas y algunos se han utilizado en Estados Unidos para retardar o frenar este movimiento. Mientras tanto, se ha demostrado que la legislación estadounidense que tiene por mira indemnizar o compensar a los empleadores y trabajadores por el desplazamiento derivado de las importaciones es limitada y poco satisfactoria. No ha surgido foro regional o internacional alguno que sea apropiado para debatir con inteligencia este problema y las negociaciones bilaterales son a menudo ásperas y prolongadas. He aquí una oportunidad para hacer estudios serios a fin de considerar cuáles industrias estaría dispuesto Estados Unidos a ceder al resto del continente en un plazo de 25 años y cuál sería la mejor manera de que este desplazamiento ocurriera. Las organizaciones de estudios latinoamericanos en América del Norte y América Latina podrían emprender por separado un estudio de esta naturaleza. Es indispensable que participen en ello los sindicatos, las organizaciones de empleadores y otros grupos directamente interesados. Los esfuerzos en el Caribe y el Proyecto Fronterizo México-Estados Unidos ofrecen amplias pruebas de lo que se ha hecho y lo que queda por hacer.

## OPCIONES Y ESTRATEGIAS

El establecimiento y la consolidación de la investigación y el desarrollo en el resto del continente se encuentra en muy diversas etapas, como se ilustra en los cuadros 4, 5 y 6. En tanto que Argentina, Brasil y México cuentan con centros ultramodernos y eficaces de investigación y desarrollo —si bien con muchos problemas— y Venezuela, Chile y Colombia están construyendo con rapidez infraestructuras, los otros países, más pequeños y en su mayoría más pobres, avanzan con dificultad y van a la zaga. (La magnitud de su rezago va de unos pocos años a períodos mucho más prolongados). Los esfuerzos de la UNESCO, la CEPAL, el BIRF, el BID, la OEA y otros organismos han tenido notable éxito en fomentar una conciencia nacional acerca de la importancia de la investigación y el desarrollo. Sin embargo, los recursos humanos y las instituciones son todavía muy escasos. En lugar de enumerar las muchas fallas y las etapas que faltan, examinaremos sólo tres que tienen interés especial para toda la región.

Uno de los problemas más difíciles es el relativo al uso del inglés, el español o el portugués como idioma de la ciencia y la tecnología. En la actualidad la literatura está publicada en inglés en proporción abrumadora, y muchos investigadores prefieren publicar en ese idioma; además, la capacidad de leer inglés es indispensable para hacer estudios avanzados en muchos campos. Sin embargo, el inglés se enseña adecuadamente más que todo a estudiantes particulares de zonas urbanas provenientes de familias acomodadas. Miles de futuros investigadores se ven detenidos en el camino por la falta de acceso al aprendizaje del inglés. El Programa Fulbright de Estados Unidos, los institutos culturales binacionales, los organismos canadienses y otras organizaciones proporcionan instrucción en el idioma inglés, pero la necesidad y la demanda sobrepasan con mucho a la oferta. La enseñanza del inglés como idioma científico, es decir, su dominio suficiente para leer revistas especializadas y documentos, está en pañales en la región y es necesario fomentarla con suma urgencia. Si esto no se hace, los



CUADRO 4

Número de científicos e ingenieros dedicados a I y D según campos científicos

Países	Años		Ciencias naturales			Ingeniería y tecnología			Ciencias médicas			Total
Cuba	1969	TC	—	226	—	—	—	—	—	—	520	
		TP	188	1 054	300	—	—	—	—	—	1 786	
		ETC	166	1 033	191	—	—	—	—	—	1 850	
Guatemala <sup>a</sup>	1972	TC	1	3	—	—	—	—	—	—	16	
		TP	—	8	—	—	—	—	—	—	44	
		ETC	1	8	—	—	—	—	—	—	35	
México	1971	TC	859	451	—	—	—	—	—	—	2 721	
		TP	301	229	—	—	—	—	—	—	1 343	
		ETC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Argentina <sup>b</sup>	1969	TC	1 688	532	—	—	—	—	—	—	4 452 <sup>c</sup>	
		TP	963	464	24	—	—	—	—	—	5 373 <sup>c</sup>	
		ETC	2 290	711	1 027	—	—	—	—	—	5 454 <sup>c</sup>	
Chile	1969	TC	1 538	705 <sup>d</sup>	530	—	—	—	—	—	4 244 <sup>d</sup>	
		TP	417	265 <sup>d</sup>	633	—	—	—	—	—	1 980 <sup>d</sup>	
		ETC	1 577	793 <sup>d</sup>	742	—	—	—	—	—	4 904 <sup>d</sup>	
Colombia	1971	TC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		TP	188	154	127	348	—	—	—	—	1 140 <sup>e</sup>	
		ETC	445	76	267	494	151	—	—	—	1 522 <sup>c,f</sup>	
Perú	1970	TC	445	76	267	494	151	—	—	—	1 522 <sup>c,f</sup>	
		TP	100	13	125	24	54	—	—	—	318 <sup>c,f</sup>	
		ETC	496	83	330	507	180	—	—	—	1 686 <sup>c,f</sup>	
Uruguay	1971/72	TC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		TP	184	356	359	253	132	28	—	—	1 537 <sup>c</sup>	
		ETC	150	142	285	239	253	93	—	—	1 162	
Venezuela	1970	TC	365	297	489	246	173	107	—	—	1 677	
		TP	14	25	119	34	28	28	—	—	248	
		ETC	370	306	542	255	186	120	—	—	1 779	



TC: Tiempo completo; TP: tiempo parcial; ETC: equivalente de tiempo completo.

a. Los datos correspondientes a la Universidad de San Carlos se refieren únicamente al personal de planta.

b. Se incluyen los datos de las empresas privadas; las cifras se refieren a años-hombre netos; la arquitectura se incluye en ingeniería.

c. La suma de los componentes no concuerda con el total porque se incluyeron otros campos científicos.

d. No incluye datos de educación; el derecho se incluye en las humanidades y el arte.

e. Incluye los datos de derecho, humanidades, educación y arte.

f. No incluye datos de humanidades, educación y arte.

Fuente: Oficina de Estadísticas de la UNESCO y Anuario estadístico de la UNESCO, 1973.

investigadores continuarán proviniendo, en gran parte, de un estrato social demasiado limitado, a menudo divorciado de los problemas nacionales y con mayor propensión a emigrar.

Otra opción consistiría en fomentar la literatura científica y técnica en español y portugués, especialmente a medida que aumentan los mercados de revistas especializadas y textos. Desde el punto de vista lingüístico, ambos idiomas pueden utilizarse adecuadamente en la literatura avanzada. Sin embargo, la primacía del inglés, tanto regional como global, es tan grande que una inversión importante en otros idiomas parece muy arriesgada. Este es un problema que debería concitar la atención de la OEA, la Asociación Inter-Ciencia (de las asociaciones nacionales para el Avance de la Ciencia), el Programa Fulbright y otros. Aunque es probable que, desde el punto de vista cultural, fuese más sano iniciar una campaña en favor del uso del español en la ciencia, con un criterio realista acaso la enseñanza del inglés científico tenga prioridad. De alguna manera los estudiantes avanzados y los profesionales deben tener la capacidad lingüística para mantenerse al día en sus propios campos. El problema es de acceso a sistemas y redes continentales eficaces de información y también de conocimientos lingüísticos.

Las actuales redes se concentran básicamente en Estados Unidos y no permiten que cada investigador de la región conozca los trabajos de los demás. El SELA, a través de su propuesta Red de Información Tecnológica Latinoamericana (RITLA), está intentando vincular a Bolivia, Brasil, Perú, México y Venezuela. Entre otras redes embrionarias se cuentan las de la Asociación de Universidades del Caribe, la Asociación de Universidades Latinoamericanas y de muchos grupos de profesionales. En Estados Unidos, la Oficina Nacional de Normas Técnicas (National Bureau of Standards), la Biblioteca Nacional de Medicina (National Library of Medicine) y la Biblioteca Nacional de Agricultura (National Agricultural Library) también han organizado redes de sus diversos usuarios regionales.

La utilización de satélites, computadoras, equipos de elaboración de datos y otras tecnologías pueden revolucionar la divulgación de información en el continente a un costo relativamente bajo. Las universidades, las industrias y los centros de investigación que bregan con unas pocas revistas especializadas y algunos cientos de libros pueden tener rápido acceso a almacenamientos de información. Ya se están estableciendo redes, generalmente desde las capitales hacia Estados Unidos y

mediante el enlace de los estudios nacionales de ciencias. El invento del siglo, que gracias a los revolucionarios (¿cuáles?) ha permitido que los países más pobres y las de asesinar los unos a los otros no queden rezagados. Sería etcétera. En la realización de un estudio de las posibilidades de contar con sistemas regionales de información. En este aspecto podría ser útil la experiencia de Canadá con el empleo de satélites para la televisión y otras finalidades en el Ártico.

A largo plazo, la formación de redes es más eficaz entre per-

el primer en donde el...  
 el invento del siglo, que gracias a los revolucionarios (¿cuáles?) ha permitido que los países más pobres y las de asesinar los unos a los otros no queden rezagados. Sería etcétera. En la realización de un estudio de las posibilidades de contar con sistemas regionales de información. En este aspecto podría ser útil la experiencia de Canadá con el empleo de satélites para la televisión y otras finalidades en el Ártico.

Mentiras y más mentiras, toda serie de mentiras, pero la gente El PRI no es esa maravilla por dando al traste con el país: podría darse el caso de que en vez de irse que de cuando en vez algo despachara al otro porque...  
 menos los piratas que acaba...  
 presupuesto. Los tecnócratas...  
 ran desplazado a los políticos...  
 fueran tan buenos políticos, d...  
 go. Y si nuestros políticos fueran hábiles, hubieran resuelto muchos problemas pronto y bien, y habrían amados por su pueblo — cosas que sucede. Díaz Ordaz no supo resolver el problema estudiantil, fue un político, para decir lo menos, no está satisfecho cuatro de las seis de...

con sistemas regionales de información. En este aspecto podría ser útil la experiencia de Canadá con el empleo de satélites para la televisión y otras finalidades en el Ártico.

A largo plazo, la formación de redes es más eficaz entre per-

A largo plazo, la formación de redes es más eficaz entre per-

En algunos estudios nacionales

<b>Colombia, 1971</b> 1. Gobierno 2. Educación superior 3. Sectores productivos 4. Establecimientos no lucrativos	<b>México, 1970</b> 1. Educación superior 2. Sector público y paraestatal 3. Sector privado 4. Organizaciones internacionales	<b>México, 1973</b> 1. Gobierno general 2. Empresas 3. Educación superior 4. Establecimientos no lucrativos 5. Establecimientos extranjeros	<b>Uruguay, 1971</b> 1. Ministerios y gobierno central 2. Otros departamentos gubernamentales 3. Universidades 4. Sector privado
<b>Argentina, 1969</b> 1. Universidades 2. Sector público descentralizado 3. Sector público centralizado 4. Sector privado que trabaja para el bienestar público 5. Empresas estatales y paraestatales 6. Sector mixto	<b>Perú, 1971</b> 1. Gobierno 2. Educación superior 3. Sector productivo 4. Establecimientos no lucrativos		

Fuente: Oficina de Estadísticas de la UNESCO y Anuario estadístico de la UNESCO, 1974.

CUADRO 6  
Ramas de la ciencia según diversos estudios nacionales

<b>México, 1970</b> 1. Ciencias matemáticas 2. Ciencias físicas 3. Ciencias químicas 4. Ciencias biológicas 5. Ciencias sociales 6. Ciencias biomédicas 7. Agricultura 8. Ciencias de la Tierra 9. Ciencias del Mar 10. Ciencias de la ingeniería 11. Ciencias de la comunicación 12. Aplicaciones tecnológicas y desarrollo industrial	<b>México, 1973</b> 1. Ciencias naturales 2. Ciencia y tecnología agrícolas 3. Ciencias de la ingeniería y tecnología 4. Ciencia y tecnología médicas 5. Ciencias sociales y humanidades	<b>Argentina, 1969</b> 1. Ciencias naturales 2. Ciencias de la ingeniería y arquitectura 3. Ciencias médicas 4. Ciencias agrícolas y veterinarias 5. Ciencias sociales 6. Humanidades	<b>Perú, 1971</b> 1. Agricultura 2. Ciencias naturales 3. Ciencias médicas 4. Ciencias de la ingeniería 5. Ciencias sociales 6. Ciencias jurídicas y administrativas 7. Humanidades y arte
<b>Chile, 1969</b> 1. Ciencias naturales 2. Ciencias de la ingeniería y tecnología 3. Ciencia y tecnología médicas 4. Ciencia y tecnología agrícolas	<b>Colombia, 1971</b> 1. Ciencias naturales 2. Ingeniería y tecnología 3. Ciencias médicas 4. Agricultura 5. Ciencias sociales y derecho 6. Derecho y humanidades 7. Bellas artes	<b>Venezuela, 1970</b> 1. Ciencias naturales, incluidas ciencias médicas 2. Ciencias físicas y matemáticas, incluidas las ciencias de la ingeniería y la agricultura 3. Ciencias sociales y humanidades	<b>Uruguay, 1971</b> 1. Ciencias exactas 2. Ciencias naturales 3. Ciencias sociales, humanas y de la conducta 4. Tecnología de la ingeniería 5. Tecnología médica 6. Tecnología agrícola 7. Ingeniería social 8. Humanidades y bellas artes 9. Otras

Fuente: Oficina de Estadísticas de la UNESCO y Anuario estadístico de la UNESCO, 1974.



sonas y científicos. Si bien muchas valiosas organizaciones voluntarias, como la Asociación Inter-Ciencia, están trabajando para satisfacer esta necesidad, se requiere muchísimo más. Los fondos para asistir a reuniones y conferencias y presentar trabajos, los grupos de estudio sobre temas de investigación regionales y subregionales, los intercambios de personal, las subvenciones para revistas especializadas, libros de texto y cassetes, la capacitación de periodistas de orientación científica, son todas actividades importantes que actualmente se llevan a cabo en una escala minúscula. De hecho, sólo siete países del Caribe y América Latina han establecido asociaciones nacionales en pro de la ciencia con el objeto de relacionar entre sí a sus científicos y técnicos.

La prioridad de las organizaciones voluntarias debe ser la educación científica en todos los niveles. Esto significa la formación y perfeccionamiento de profesores (un proyecto de la UNESCO), el suministro de libros de texto, ayudas didácticas, materiales audiovisuales, organización de clubes y ferias científicas y muchas otras actividades. Las mujeres en América Latina se ven privadas especialmente de oportunidades para estudiar ciencia y tecnología y deben ser objeto de atención especial. En Brasil, Chile y Estados Unidos se ha adquirido considerable experiencia en la educación científica, que debe compartirse en todo el continente. Habida cuenta de lo lentos que son la mayoría de los ministerios nacionales de Educación, el impulso a la ciencia y la educación tendrá que provenir de grupos voluntarios, padres interesados y organizaciones regionales e internacionales igualmente preocupadas por el problema. Si bien el mayor peso del esfuerzo debe ser nacional y local, los grupos internacionales y regionales pueden ser valiosos al facilitar contactos, financiar parcialmente programas experimentales, suministrar servicios de investigación y documentación y organizar conferencias.

La demanda y el suministro de ciencia y tecnología en el continente americano son considerablemente desiguales. Por ejemplo, en Estados Unidos hay un apreciable exceso de capacidad, sobre todo en el sistema de educación superior, en tanto que los países del Caribe y muchos latinoamericanos, donde hay grandes demandas, no poseen los medios de captar este suministro. Resulta irónico que los países latinoamericanos más grandes, en especial Brasil y Argentina, estén solicitando la transferencia de tecnología a fin de construir una capacidad nuclear civil y se enfrenten a Estados Unidos y su gran renuencia a exportar ese tipo de conocimientos. Otra disparidad entre la oferta y la demanda es la necesidad, sentida en la región, de disponer de tecnologías que promuevan el crecimiento económico y la distribución de ingresos; tecnologías descentralizadas con intensidad de mano de obra que hace mucho tiempo pasaron de moda entre los exportadores de conocimientos técnicos. Los países más pequeños también están procurando implantar políticas e infraestructuras de ciencia y tecnología apropiadas a sus tamaños y necesidades. Hay pocas organizaciones regionales o internacionales —si es que las hay— que se ocupen de estas cuestiones de demanda y suministro y la mayor parte de las transacciones efectivas tiene lugar a través de convenios bilaterales. El resultado es que a menudo se perpetúan las actuales disparidades.

A través de sus propias políticas, Estados Unidos ha complicado su propia situación en forma que impide movilizar su ciencia y tecnología para utilizarla en el resto del continente. Esto

produce una enorme oferta no aprovechada, especialmente en la educación superior, donde la matrícula permanece estática, los jóvenes poseedores de títulos de doctorado no pueden encontrar cargos académicos y las facultades de ingeniería dependen de estudiantes graduados extranjeros para llenar las vacantes de ayudantes de investigación. La doctrina de las "necesidades básicas" de 1972 para la ayuda estadounidense se concentró en programas destinados a los más pobres entre los pobres y eliminó de la asistencia a todos los países latinoamericanos de ingresos medianos, como Brasil, México, Argentina y Venezuela. Sin embargo, éstos son los países que mejor pueden utilizar la tecnología patentada y del sector público de Estados Unidos. En otras partes, la importancia otorgada a las necesidades básicas ha dado por resultado la exclusión de universidades e incluso de escuelas técnicas de los programas de la AID estadounidense y se ha colocado el acento en el desarrollo rural, la salud en el campo y otros esfuerzos de bajo nivel tecnológico en los que Estados Unidos no tiene conocimientos especiales ni experiencia.

El exceso de capacidad en dicho país puede mobilizarse solamente mediante esfuerzos de financiamiento conjunto multilaterales o bilaterales para proporcionar ciencia y tecnología. Por ejemplo, podría facilitar científicos e ingenieros jóvenes para enseñar donde se les necesite con urgencia, siempre que se dieran algunas garantías para que reingresaran más adelante al mercado laboral de su país de origen, tal como se hace con los voluntarios franceses. Estados Unidos podría ofrecer profesores universitarios de alto nivel para supervisar la investigación y los exámenes de estudiantes avanzados a través del financiamiento más flexible del Programa Fulbright y de los institutos binacionales. Podría ampliarse considerablemente el Programa Latinoamericano de Becas en Universidades Norteamericanas (LASPAU), que constituye un esfuerzo eficaz para capacitar estudiantes graduados latinoamericanos en Estados Unidos, quienes regresan luego a la docencia universitaria en sus países. Los centros de investigación estadounidenses y regionales podrían unirse para trabajar en una serie de temas básicos que incluyen la medicina tropical y la agricultura. El hecho de que en 1979 no se lograra proporcionar financiamiento para el propuesto Instituto para la Cooperación Científica y Técnica constituyó un grave revés para la estructuración de las necesidades de investigación.

La dependencia de la tecnología patentada de Estados Unidos en sus relaciones hemisféricas significa que los países que poseen divisas, como México y Venezuela, o pueden obtenerlas, como Brasil, serán los principales beneficiarios. Tecnologías como la de percepción lejana, desarrollada con fondos públicos estadounidenses, se facilitarán estrictamente a cambio de dinero y no por razones de necesidad. Lo que es más importante, el mejor y más grande sistema de enseñanza superior en el mundo funcionará a mucho menos de su capacidad plena mientras aumenta la demanda regional no satisfecha. Subsiste el problema de convencer al público y a los políticos estadounidenses de que el suministro no comercial de ciencia y tecnología redundará en el interés nacional. En tales arreglos podría preverse ampliamente el financiamiento conjunto y compartido, utilizado a través de canales voluntarios y multilaterales y mediante otros mecanismos.

Resulta irónico que Estados Unidos rehúse vender ciertas tecnologías que algunos países latinoamericanos están dispues-

tos a adquirir en propiedad. La más importante consiste en reactores nucleares para los cuales Brasil ha recibido asistencia de Alemania Federal, y Argentina ha obtenido tecnología de Canadá y recientemente de Suiza. El temor estadounidense respecto a la proliferación de la energía nuclear se comprende pero no se aprecia en la región, salvo en Canadá. Existe el deseo de adquirir la tecnología nuclear, no sólo como una fuente importante de energía sino como factor concomitante para mantenerse al día en un mundo de alta tecnología. La perspectiva de continuar dependiendo de Estados Unidos con respecto al uranio enriquecido se mira tan mal en el continente como en el resto del mundo. México tal vez se convierta pronto en comprador de reactores y Estados Unidos tendrá que renunciar a una venta importante o cambiar sus propias reglas.

Relacionado con el problema nuclear está el debate sobre la exportación de productos estadounidenses prohibidos en el país o sujetos a fuertes restricciones. Es irritante la presunción de determinar cuáles tecnologías se permitirán o no en el mercado, sin consultar a los compradores interesados. La decisión de no exportar estos productos, en especial a países que carecen de la capacidad para examinar la tecnología, bien puede ser acertada. Sin embargo, se requiere un proceso de consultas regionales antes de que se anuncien estas decisiones en forma unilateral. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) podría servir como vehículo para hacer consultas periódicas respecto a drogas nocivas y otras exportaciones.

A medida que la economía de Estados Unidos va a la deriva, puede aumentar el deseo de mantener monopolios sobre tecnologías importantes, particularmente si tienen valor militar. Sin embargo, el intercambio de ciencia y tecnología, incluida la energía nuclear, ha sido uno de los aspectos positivos más importantes de la libre sociedad estadounidense. El debate respecto a las leyes sobre patentes y las relaciones entre las universidades y la industria debe abarcar también la conveniencia de continuar compartiendo ampliamente las innovaciones de Estados Unidos.

El problema de conciliar el crecimiento económico con la redistribución del ingreso constituye uno de los más difíciles de abordar en el continente. En parte es un problema tecnológico, y continúan los intentos de conciliar las tecnologías. Por ejemplo, los minittractores de 4 HP pueden ser más adecuados para los pequeños propietarios y arrendatarios que los de 16 HP. El equipo industrial usado que requiere más mano de obra puede ser más eficaz en función de los costos en muchas partes de la región en comparación con elementos nuevos de gran intensidad de capital. El reconocimiento del problema tecnológico del crecimiento y la redistribución del ingreso ha producido un volumen limitado de investigaciones apoyadas por el BID sobre mecanización agrícola, unos pocos grupos de "tecnología apropiada" en varios países y alguna investigación agrícola en el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), el Centro Internacional de Agricultura Tropical y el Centro Internacional de la Papa, ubicados en México, Colombia y Perú, respectivamente.

La mayor parte de las tecnologías importadas, lo mismo que las nacionales, son de gran intensidad de capital, funcionan mejor en medios urbanos y requieren mano de obra especializada y el concurso de profesionales. El subempleo y el desempleo, el deseo de las mujeres de ingresar a la fuerza laboral, la superurba-

nización y otros problemas, sencillamente no se abordan con un enfoque tecnológico. Una actividad con la cual se podría empezar sería la industria de la construcción, donde tendrían cabida las tecnologías de bajo costo y con gran intensidad de mano de obra. A medida que aumentan la investigación y el desarrollo en el sector privado, es de esperar que en las industrias textiles, de cuero y otras habrá interés en las tecnologías que favorecen la redistribución. Además, el BID, junto con los centros internacionales de investigación agrícola y los gobiernos nacionales, necesita desplegar un esfuerzo tecnológico intensivo para ayudar a los pequeños agricultores de secano con los cultivos alimentarios. Aquí están verdaderamente los "más pobres entre los pobres", junto a sus vecinos sin tierras, y sus problemas tienen una dimensión tecnológica vital que no se ha solucionado.

De la misma manera que se necesitan tecnologías para los pobres de las zonas rurales, igualmente las políticas y prácticas científicas y tecnológicas son necesarias para los países más pobres y más pequeños (20 de 30 estados independientes de la región). Ellos requieren seleccionar dos o tres problemas de investigación de prioridad nacional, reunir una masa crítica de investigadores y técnicos, organizar con ellos una red de investigación y distribuirla en los mejores servicios del mundo, y proporcionar el financiamiento adecuado durante un período de tres a cinco años. De este modo los esfuerzos podrían beneficiarse de la ayuda regional e internacional, en especial donde se han formado centros de excelencia que atenderían a una región más amplia, por ejemplo, la biología marina en la República Dominicana y la oceanografía en Costa Rica. Por otra parte, no se necesitan los complicados consejos nacionales de ciencia y tecnología y las burocracias establecidas en Brasil y México. En cambio, los estudios competentes de los recursos naturales —utilizando la percepción lejana donde esté disponible— los inventarios y planes de recursos humanos y las decisiones firmes en materia de financiamiento podrían echar a andar estas actividades. Actualmente en muchos países se lleva a cabo poca o ninguna investigación, los pocos investigadores que existen emigran y las demandas se satisfacen mediante tecnologías importadas y a veces inapropiadas. Los pocos centros regionales de investigación en Centroamérica dedicados a la nutrición, la investigación industrial y la administración pública son ejemplos de lo que pueden hacer los países pequeños aunando sus recursos y obteniendo el máximo de ayuda exterior. Los estados pequeños tienen enormes demandas que simplemente no pueden satisfacerse mediante los cambios actuales. Debe ayudárseles a crear su propia capacidad de investigación y desarrollo, en forma que tome en cuenta la situación internacional pero concuerde con las realidades nacionales.

#### ESFERAS DE ESPECIAL PREOCUPACIÓN

**T**odo pronóstico de la evolución de la ciencia y la tecnología es una empresa arriesgada. Con todo, puede estimarse que varios avances actuales o que se lograrán a corto plazo tendrán la capacidad de modificar las relaciones de interdependencia en el continente. Prevemos situaciones en que la ciencia y la tecnología serán las fuerzas que producirán cambios en las organizaciones humanas, como en el caso de la televisión o el automóvil. Las posibilidades de cambios impulsados por la ciencia y la tecnología parecen mayores en el campo de las telecomunicaciones (computadoras y satélites), las ciencias de la Tierra (climatología y oceanografía) y la biología y la agricultura.

La revolución de las computadoras ha llegado y América Latina está ansiosa de formar parte de ella. Brasil ha iniciado su propia industria de minicomputadoras, luego de no lograr inducir a la IBM a participar en una empresa conjunta. La tendencia hacia computadoras cada vez más baratas y pequeñas tiene enormes repercusiones para la región. Puede ser posible obviar elevados costos de capital y comprar tecnologías avanzadas sin pagar el precio total de la investigación. Es indispensable que la región evite tener que cargar con componentes físicos anticuados que sólo servirán para ampliar la brecha tecnológica.

Los satélites de comunicaciones pronto tendrán la capacidad de transmitir señales de televisión a los hogares en todo el mundo. Enlazados con las computadoras, los satélites pueden proporcionar información al momento a toda la región. Argentina y Brasil tienen capacidades de investigación espacial de proporciones modestas y Canadá cuenta con su propio satélite, pero la tecnología estadounidense continúa predominando a través de Comsat. Es urgente estudiar posibles enlaces entre satélites y computadoras y la forma en que cabe utilizarlos en beneficio de la investigación. Nuevamente en este caso existe la perspectiva de grandes economías de costos siempre que se compartan las tecnologías. El BID ha hecho alguna investigación en este campo y podrá avanzar más rápidamente con la ayuda de Canadá.

Las ciencias de la Tierra están en la antesala de mejorar nuestro conocimiento del planeta y nuestra capacidad para predecir sus peculiaridades. Tal vez la ciencia que plantea más desafíos al continente es la sismología, que ofrece la perspectiva largamente esperada de predecir terremotos. En Centroamérica y en los países del Pacto Andino se necesitan centros regionales de investigación y capacitación sismológicas dotados de instrumentos considerablemente mejorados. La investigación conjunta puede ampliarse mucho a través de la National Science Foundation de Estados Unidos y sus contrapartes nacionales. El problema de qué hacer con las predicciones y cómo prever las reacciones humanas requiere un examen urgente. Estados Unidos debe continuar su política abierta en materia de sismología y predicción de sismos, a la vez que ayudar a la región a participar plenamente en este campo.

Existen estudios oceanográficos muy dispersos en toda la región, pero las capacidades nacionales varían enormemente. La comercialización de los océanos, con o sin el derecho del mar, obliga a los científicos a centrarse en las necesidades nacionales. A medida que aumentan nuestros conocimientos de los recursos oceánicos y mejoran las tecnologías de su explotación, pueden resurgir antiguos conflictos. Las disputas pesqueras ya constituyen un hecho que se repite con frecuencia, en tanto que el conocimiento de las existencias de peces y sus ciclos sigue siendo insuficiente. El problema consiste en formar un banco continental de datos oceanográficos abierto a todos para proporcionar información básica para las políticas. Puede ser que esto no evite las disputas con respecto a los minerales de aguas profundas o los derechos de pesca, pero puede facilitar un arreglo. De esta manera, la investigación conjunta y los servicios compartidos, los centros regionales de excelencia, las revistas especializadas, las conferencias, etc., deberían estar a la orden del día en materia de oceanografía.

Quizá los problemas científicos más alarmantes sean los de

la climatología. Según estudios actuales, un tanto inciertos, existe la posibilidad de que en la atmósfera se acumule bióxido de carbono producido por las industrias, lo que destruiría la capa de ozono y cambiaría el clima de la Tierra. En otros estudios se afirma que la rápida destrucción de las densas selvas tropicales puede también acarrear grandes cambios climáticos. Si bien estas posibilidades están todavía en la esfera de las conjeturas científicas, es clara la necesidad de contar con nuevos foros continentales para debatir estos problemas. ¿Podrá esperarse tal vez que Inter-Ciencia y sus asociaciones científicas nacionales tomen la delantera en este campo? De nuevo necesitamos una recopilación de datos mucho más sistemática y esfuerzos conjuntos para obtener nuevas informaciones. Y necesitamos comenzar a pensar en la posibilidad de otras tecnologías y distribuciones espaciales de la industria. El Tratado de la Cuenca Amazónica entre países vecinos es un buen comienzo que requiere seguimiento mediante la investigación comparativa acerca de esos problemas climatológicos.

La revolución verde, que se originó en las investigaciones del CIMMYT en México, ha producido aumentos espectaculares de los rendimientos agrícolas. Éstos se logran mediante cruces planificados de semillas híbridas y la utilización de fertilizantes y plaguicidas. Lamentablemente, este conjunto de tecnologías favorece a los agricultores que ya poseen recursos. También es un "paquete" con un alto costo de energía, en el cual los rendimientos pueden estar acercándose a niveles biológicos máximos. Junto con la mecanización agrícola, la revolución verde constituye una fuente masiva de cambios sociales en toda la región y probablemente contribuye también a la urbanización de los agricultores sin tierras y de los arrendatarios.

Algunos observadores especulan que la próxima revolución agrícola será el resultado de los trabajos científicos actuales en el campo de la biogenética, que están dirigidos a ayudar a las plantas a producir más de lo que ya lo hacen, es decir, a mejorar las propiedades de fotosíntesis y de fijación del nitrógeno de las plantas, y a obtener especies que prosperen en suelos salinos. De igual manera, el control biológico de las plagas busca su esterilidad genética en lugar de depender de los plaguicidas químicos. Gran parte de esta investigación está todavía en la etapa básica y no hay un calendario para su pleno desarrollo. Los trabajos se concentran en unas pocas universidades y algunos centros de investigación en Estados Unidos y en otros países industrializados.

Es posible que nunca tenga lugar la "revolución biogenética" en la agricultura; empero, algunas nuevas tecnologías serán pronto necesarias para remplazar a la revolución verde. América Latina necesita invertir en investigaciones sobre biogenética en lugar de esperar a que aparezcan tecnologías acabadas. Brasil ya ha comenzado a hacerlo en trabajos sobre la fijación del nitrógeno. La designación de diversos centros regionales, el intercambio de investigadores, los talleres, las revistas especializadas y otras técnicas podrían permitir a la región ingresar en esta etapa temprana en que todavía puede participar plenamente. Se justifica de este modo la ayuda internacional del BID y de otras fuentes para facilitar esta participación.

Un sinnúmero de desafíos modifican las maneras en que manejamos la ciencia y la tecnología en el continente americano. No lo hacemos mal, pero tendremos que esforzarnos para hacerlo mucho mejor en el futuro. □