

Acumulación y uso de la capacidad tecnológica interna del Tercer Mundo

Dilmus D. James*

Kenneth Boulding observó alguna vez que Clarence Ayres "hizo un enorme descubrimiento moral, lo cual es más de lo que en toda su vida logra la mayoría de los profesores: un cuchillo afilado es mejor que uno sin filo".¹ He reflexionado mucho sobre esa observación. Puesto que Ayres tuvo una carrera muy distinguida, he decidido utilizar un punto de vista semejante y ver si —incluso en esta época tardía— puede hacer algo constructivo por mi posición profesional.

En una vena más seria, debo decir que conservo el interés en la economía del cambio tecnológico desde que Ayres aportó el

impulso necesario más de tres decenios atrás. De manera gradual, mis investigaciones profesionales se centraron en la evolución tecnológica del Tercer Mundo. Este esfuerzo se concentró aún más en tiempos recientes debido a una estancia de dos años en una organización internacional y a un par de puestos como profesor visitante; estas experiencias proveyeron condiciones casi óptimas

1. Kenneth E. Boulding, "Review Symposium of William Breit and William Patton Culbertson, Jr. (eds.), *Science and Ceremony: The Institutional Economics of C.E. Ayres*, University of Texas Press, Austin, 1976", en *Journal of Economic Issues*, vol. 11, septiembre de 1977, pp. 657-660.

* Profesor de economía de la Universidad de Tejas, en El Paso. El autor presentó este trabajo en la Reunión Anual de la Association for Evolutionary Economics, celebrada en Chicago del 28 al 30 de diciembre de 1987. Se publicó en el *Journal of Economic Issues*, Lincoln, Nebraska, vol. XXII, núm. 2, junio de 1988, pp. 339-353. Se traduce al español y se publica en *Comercio Exterior* con el permiso especial del titular de los derechos, la Association for Evolutionary Economics, y del autor. Traducción del inglés de Sergio Ortiz Hernán.

para proseguir mis investigaciones.² Acojo con beneplácito esta oportunidad de sintetizar algunas de mis ideas sobre política de ciencia y tecnología en los países en desarrollo.

El "cuchillo" de Ayres, como es obvio, simboliza la gama completa de los instrumentos físicos y conceptuales que, si se organizan y manipulan de manera adecuada, permiten a los hombres vivir en sociedad. Después de la segunda guerra mundial, la idea de adquirir del exterior las herramientas físicas y conceptuales dominó la dimensión tecnológica de la economía del desarrollo. Durante los ochenta, sin embargo, el deseo creciente de las naciones en desarrollo de aumentar su capacidad tecnológica interna ha mitigado aquella preocupación con respecto a la transferencia tecnológica.

Quizá contribuyó a este objetivo que los estudios sobre la innovación realizados por empresas y las investigaciones de ciertos países en torno de las exportaciones de tecnología hayan revelado que las naciones en desarrollo más avanzadas son capaces de dominar la tecnología con sus propios recursos. Además, es probable que las argumentaciones de la escuela de la dependencia hayan aumentado el apetito por la autodeterminación. Por último, hubo una conciencia creciente de que no bastaba con la transferencia de tecnología, idea que Miguel S. Wionczek aprendió muy bien:

"Al margen de sus características y su contenido financiero o institucional, la incorporación de la transferencia de tecnología en la estructura productiva y su efecto positivo en la organización social del país receptor *no* depende del volumen de dicha transferencia, sino casi de manera exclusiva de que el país logre generar su propia capacidad para 1) absorber el conocimiento tecnológico según las prioridades establecidas en su modelo de desarrollo, y 2) utilizar este conocimiento para generar tecnologías propias más avanzadas y adecuadas."³

La preocupación central de este artículo es averiguar cómo pueden los países del Tercer Mundo hacerse de tecnologías, importadas o generadas internamente, y utilizarlas con eficiencia. Por fortuna no estamos ya por completo en la oscuridad en cuanto a estimular la capacidad tecnológica propia. Mencionaré con brevedad tres puntos que parecen bastante bien establecidos. Primero, los estudios realizados por las empresas manufactureras de los países en desarrollo han establecido una secuencia de experiencias de aprendizaje que ha ampliado considerablemente la capacidad para detectar dificultades u oportunidades tecnológicas; aprender a buscar, revisar, escoger y negociar la tecnología; modificar el equipo y los procedimientos productivos importados a fin de ajustarlos a las condiciones internas; lograr cambios innovadores de la tecnología en respuesta a las variaciones del entorno económico; dominar el proceso de diseño de equipo,

2. Expreso mi gratitud por el tiempo de investigación y la atmósfera estimulante e interactiva que disfruté mientras estuve como Alcoa Distinguished Visiting Professor en la Universidad de Tennessee, Knoxville, de enero a mayo de 1987, y como Visiting Fellow de la Unidad de Investigación de Política de Ciencia en la Universidad de Sussex, Inglaterra, en el verano de 1987.

3. Miguel S. Wionczek, "Industrialization, Foreign Capital and Technology Transfer: The Mexican Experience 1930-1985", en *Development and Change*, vol. 17, abril de 1986, pp. 283-302.

y propiciar actividades organizadas de investigación y desarrollo experimental. Además, el conocimiento de los expertos nacionales se eleva cuando el equipo técnico de una empresa manufacturera participa en el establecimiento de una planta o en la ampliación de las instalaciones existentes.

Segundo, existe el convencimiento de que producir bienes de capital, sobre todo maquinaria industrial, sirve de epicentro para acumular y difundir el conocimiento técnico. Contribuyen a esto la amplia variedad de las habilidades necesarias en el sector de bienes de capital y la intensidad con que se emplea el diseño. Las innovaciones en materia de bienes de capital inducen actividades técnicas adicionales en las empresas que utilizan dichos bienes. Además, la información técnica fluye desde los productores de bienes de capital hasta las empresas que subcontratan, y dichos productores aprenden de los clientes gracias a la especificación de las necesidades de equipo, los informes sobre el que está en uso, las sugerencias de modificaciones adicionales, y otras cuestiones similares. De lo anterior podría presumirse que la industria de la computación, que incluye la elaboración de programas y las aptitudes vinculadas con su aplicación, se disputará con la producción de maquinaria industrial el papel de nexo del aprendizaje técnico en los países más avanzados del Tercer Mundo.

Tercero, y este es un punto más controvertido, muchos economistas están convencidos de la necesidad de cierto grado de protección de la actividad tecnológica como elemento esencial para estimular la investigación, el desarrollo experimental y la innovación en el Tercer Mundo. Y con esto viene a cuento un importante asunto. Más adelante se exponen diversas áreas de investigación y experimentación que pueden estimular una mayor capacidad tecnológica de las naciones en desarrollo. Antes es preciso explicar por qué se requieren *algunas* acciones extraordinarias e, incluso, dilucidar si éstas se justifican. Esto se aborda en el siguiente apartado, seguido de una exposición de las medidas selectivas de política que merecen atención. En el último apartado se proponen elementos de una economía política que promueva el cambio técnico en los países en desarrollo.

En favor de la intervención

La mayoría de las estimaciones señalan que de 95 a 97 por ciento de los gastos dedicados a investigación y desarrollo experimental (ID) corresponde a los países desarrollados. ¿Acaso no era de esperarse? Es claro que las naciones maduras desde el punto de vista industrial tienen la ventaja comparativa de realizar tareas de ID con infraestructura, capital humano e instituciones de apoyo ampliamente superiores. ¿Por qué los países en desarrollo no habrían de basar su adquisición de tecnología en la doctrina ricardiana del comercio y comprarla por medio de los canales comerciales? ¿Por qué las fuerzas libres del mercado no habrían de conducir a lograr corrientes de tecnología en cantidades, composiciones y secuencias óptimas, así como a dirigir los esfuerzos internos de ID de manera óptima, obviando así la necesidad de interferencias directas de política? Podemos imaginar a las empresas de adquisición de tecnología de los países en desarrollo revisando el inventario de la tecnología disponible en las naciones ricas. Dados el precio y los posibles rendimientos, la tecnología adecuada puede obtenerse del armario tecnológico.

Diversas imperfecciones de tal punto de vista vienen a la mente. Una tecnología puede estar en exhibición, pero no a la venta. Abdus Salam, Premio Nobel de Física, dice que en 1955 Paquistán simplemente no pudo comprar tecnología para producir penicilina.⁴ Su hermano, junto con otros jóvenes químicos paquistanos, tuvo que reinventar el proceso. Otras tecnologías no están en el acervo de pedidos. Los países andinos se vieron impulsados a encabezar los esfuerzos de creación de las técnicas de lixiviación microbiana para extraer metales debido a que los métodos utilizados en Estados Unidos, la URSS y otros países desarrollados carecían de la complejidad suficiente.⁵ Otras formas de conocimiento no se pueden obtener en el mercado. Hay un componente irreductible del *know-how*, a menudo específico de la empresa, que no se puede adquirir más que con la experiencia operativa. Por lo común denominado "conocimiento tácito" y casi siempre olvidado por el análisis económico convencional, su acumulación resulta de crucial importancia para el avance tecnológico de la empresa.⁶ Se conocen con certeza sólo las propiedades nacionales de las funciones de producción. Se perciben nebulosamente los resultados de incursionar en posiciones no probadas de alguna función de producción, cambios de escala, variaciones de insumos, en las que sólo la experimentación dará respuestas.

Por otro lado, cada día se aprecian más las importantes interrelaciones complementarias de la transferencia tecnológica y la acumulación de destrezas tecnológicas internas, incluyendo las aptitudes en materia de ID. No es posible rechazar la "paradoja fundamental del conocimiento" de Kenneth Arrow, o lo que Charles Cooper denominó alguna vez el problema de comprar a ciegos ("pig in the poke"). En cuanto a la tecnología, es improbable que se sepa con exactitud qué es lo que se comercializa, ya que el conocimiento universal mina la necesidad de comprarla. De todas formas, los científicos, técnicos, administradores y funcionarios públicos que participan en las actividades innovadoras pueden muy bien tener un conocimiento mejor de las aptitudes actuales y potenciales de una tecnología determinada, así como información más exacta sobre sustitutos técnicos adecuados y otras fuentes tecnológicas.

Además, los que tengan algún conocimiento de los principios básicos en que se funda una tecnología, es decir, sus porqués (el *know-why*), estarán en posición de no dejarse impresionar por las vocingleras promociones encaminadas a hacer creer que se venden maravillas técnicas; tenderán a plantear las preguntas adecuadas, y serán más capaces de apreciar cualitativa y cuantitativamente las adaptaciones necesarias para que la tecnología funcione en las condiciones del lugar.

La ID y la innovación nacionales complementan, hasta cierto

punto, el proceso de adquisición de tecnología en el exterior, gracias a que aumentan la capacidad de negociación y disminuyen el tiempo y los gastos indispensables para adaptar la tecnología importada. Es posible especular sobre otros beneficios o externalidades provenientes de la ID interna.⁷ Los ingenieros y técnicos nacionales pueden utilizar más insumos del país en los proyectos de infraestructura y de inversión privada. Una red mayor de instituciones de investigación tiene mejores oportunidades de absorber conocimientos y de lograr hallazgos que ocurren de manera incidental o conforme a la casualidad creativa (*serendipity*). Asimismo, más y mejor ID puede disminuir la "fuga de cerebros", ya que uno de los motivos que siempre se aducen para que los científicos y los técnicos abandonen los países del Tercer Mundo es la falta de oportunidades de investigación. Las señales del mercado no suelen reflejar de manera adecuada estos efectos externos.

Con lo anterior no se agotan las fallas del mercado en cuanto a la producción de conocimientos nuevos. Son bien conocidos los beneficios de la investigación en el mejoramiento de las actividades agropecuarias, así como el bien público en que se traduce la investigación básica. Se conoce menos, sin embargo, que la generación de nuevas tecnologías intermedias se enfrenta a problemas similares. Muy a menudo entrañan artefactos o dispositivos sencillos que se copian con facilidad, lo que dificulta o imposibilita que una empresa privada recupere los costos de desarrollo mediante la comercialización de las innovaciones. Resulta comprensible el carácter no lucrativo de la mayoría de las entidades que generan tecnologías intermedias.

Es más, cualquier economista del desarrollo tendrá anécdotas que contar sobre fallas aparentes del mercado que son difíciles de clasificar o de explicar. Permítaseme compartir con el lector dos situaciones de ese tipo que me desconciertan por completo. En la reunión de la Association for Evolutionary Economics de 1985 informé sobre un artefacto electrónico que permitió a Dormila, poblado colombiano, utilizar un arroyo relativamente pequeño para generar electricidad.⁸ El artefacto había elevado enormemente la producción del aserradero, provisto energía para el alumbrado y las cocinas de las casas, carecido de problemas de mantenimiento y permitido una recuperación muy rápida de los costos. No obstante, después de varios años de su funcionamiento exitoso en Dormila, se me dijo que no se aplicaba en ninguna otra localidad de Colombia.

Quizá sea éste un mal ejemplo, porque apunta no sólo a fallas del mercado sino también a deficiencias de la intervención pública. El segundo caso corresponde más claramente al ámbito comercial. Conforme a las pruebas disponibles, si bien incompletas, se sabe que las empresas del Tercer Mundo pueden obtener

4. Abdus Salam, "Ideals and Realities", en *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 32, septiembre de 1976, pp. 9-18.

5. Alyson Warhurst, "The Application of Biotechnology to Metal Extraction: The Case of the Andean Countries", en Ajit S. Bhalla, Yvette Stevens y Dilmus D. James (eds.), *Blending of New and Traditional Technologies: Case Studies*, Tycooly International Publishers, Dublín, 1984, pp. 135-153.

6. Véanse las notas de Richard J. Murnane y Richard R. Nelson, "Production and Innovation When Techniques Are Tacit", en *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 5, diciembre de 1984, pp. 353-373.

7. Detalles adicionales se encuentran en Dilmus D. James, "The Economic Case for More Indigenous Scientific and Technological Research and Development in Less Developed Countries", en James H. Street y Dilmus D. James (eds.), *Technological Progress in Latin America: The Prospects for Overcoming Dependency*, Westview Press, Boulder, Colorado, 1979, pp. 83-108.

8. Ajit S. Bhalla y Dilmus D. James, "Technological Blending: Frontier Technology in Traditional Economic Sectors. A Dead End or a New Technological Trajectory?", en *Journal of Economic Issues*, vol. 20, junio de 1986, pp. 453-462.

rendimientos considerables si contratan a consultores externos.⁹ Sin embargo, un estudio reciente de empresas mexicanas de ingeniería de metales mostró que las situadas en la escala más baja de dos tercios con respecto a la capacidad tecnológica prácticamente no empleaban asesores externos para mejorar sus estrategias administrativas y de comercialización.¹⁰ Abundan las explicaciones posibles, pero entre ellas debe figurar de manera destacada alguna forma de falla del mercado.

Por último, en la historia económica reciente se encuentran argumentos para alejarse de la acción libre de las fuerzas del mercado. Es justo decir que casi todos los economistas del desarrollo se sorprendieron ante los efectos y la importancia de las innovaciones logradas en los sectores manufactureros de los países en desarrollo más avanzados.¹¹ Otra sorpresa ha sido la capacidad de naciones como Brasil, la India, México y Corea del Sur para exportar bienes y servicios con un contenido tecnológico considerable.¹² Estos países, con la excepción de México, también han establecido una importante industria de bienes de capital con una capacidad creciente de diseño y producción de equipo más complejo.¹³

Aunque sus estrategias han sido muy distintas, los cuatro países son fuertes intervencionistas. Corea del Sur, si bien ha atendido en alto grado las señales del mercado, no es la excepción.¹⁴ La modalidad de acción típica de Corea ha sido tener un pequeño conjunto rotativo de industrias incipientes consideradas capaces de lograr niveles de competitividad internacional en un período razonablemente corto. Una vez que esto ocurre, se deja a la empresa a merced de las fuerzas del mercado. No obstante, para promover industrias incluidas en los objetivos buscados, Corea acudió a medidas arancelarias, permisos de importación, requisitos de contenido nacional y racionamiento crediticio. El Gobierno también estimuló la creación de grandes empresas comercializadoras (*chaebols*), constituyó empresas públicas y participó en muchos otros aspectos de la economía.

¿Y qué pasa con México? En algunos aspectos se le puede considerar menos exitoso que Brasil, la India o Corea del Sur en la acumulación de capacidad tecnológica interna.¹⁵ No pongo en

duda esta afirmación, aunque he llegado recientemente a la conclusión de que buena parte del problema se puede atribuir a la falta de intervención adecuada.¹⁶ México, a diferencia de los otros países, jamás intentó con seriedad promover una industria propia de bienes de capital que, como se ha dicho, puede aportar numerosas experiencias de aprendizaje muy significativas.

En seguida se plantean diversas áreas prioritarias en materia de política de ciencia y tecnología. En ningún caso se hacen recomendaciones detalladas de política; más bien se intenta señalar qué tipo de problemas prácticos merece una atención inmediata.

Prioridades selectivas para elevar la capacidad tecnológica interna

A fin de ilustrar la ambivalencia del Tercer Mundo con respecto a la transferencia de tecnología, Paul Streeten cuenta lo ocurrido a dos mujeres que regresaron de un viaje por crucero.¹⁷ Al desembarcar, respondieron de esta suerte a las corteses preguntas de sus maridos: "La comida era horrible", dijo una de las viajeras. "Y servían *tan poquito*", añadió la otra. Las naciones del Tercer Mundo han intentado disminuir la toxicidad de la transferencia de tecnología mediante medidas legislativas, la mayoría de las cuales comenzaron a aplicarse a principios de los setenta. Entre los países que impusieron restricciones a la importación de tecnología se incluyen Argentina, Brasil, México y los pertenecientes al Pacto Andino, en América Latina; Nigeria, en África, e Indonesia, Corea del Sur, Malasia y las Filipinas, en Asia. La India hizo más estricta su legislación anterior (de 1947).

Se consideraba que enormes empresas transnacionales (ET) que poseían un considerable dominio monopólico impulsaban con determinación las ventas de tecnología. Se comportaban bien como monopolistas discriminadores, bien como monopolistas bilaterales, y utilizaban sus considerables ventajas de negociación cuando trataban con los más débiles y menos experimentados compradores de tecnología del Tercer Mundo. Se pensaba que el costo marginal de la transferencia era insignificante para el vendedor; así, los rendimientos se consideraban rentas monopólicas. Las regulaciones en materia de transferencia de tecnología eran fundamentalmente acciones defensivas encaminadas a disminuir estas imperfecciones en el mercado de tecnología.

Es posible esgrimir tres razones para recomendar que los países en desarrollo revisen con seriedad y de manera integral sus disposiciones sobre importación de tecnología. En primer lugar, la investigación empírica ha mostrado que nuestro viejo estereotipo del proceso de transferencia es defectuoso. Por ejemplo, la empresa proveedora sí incurre con frecuencia en costos directos significativos al transferir la tecnología.¹⁸ En segundo término, al-

9. Algunas pruebas muy sugerentes se encuentran en las páginas 29-47 de Harvey Leibenstein, *Beyond Economic Man: A New Foundation for Microeconomics*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1976.

10. Los detalles podrán consultarse en Dilmus D. James, *The Impact of Technological Imports on Indigenous Technological Capacity: The Case of Mexico*, World Employment Research Programme Working Paper, Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra, de próxima aparición.

11. Jorge M. Katz (ed.), *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*, St. Martin's Press, Nueva York, 1987.

12. Sanjaya Lall, "Exports of Technology by Newly Industrializing Countries: An Overview", en *World Development*, vol. 12, mayo-junio de 1984, pp. 471-480.

13. Daniel Chudnovsky, "The Entry into the Design and Production of Complex Capital Goods: The Experiences of Brazil, India and South Korea", en Martin Fransman (ed.), *Machinery and Economic Development*, St. Martin's Press, Nueva York, 1986, pp. 54-92.

14. Howard Pack y Larry Westphal, "Industrial Strategy and Technological Change: Theory vs. Reality", en *Journal of Development Studies*, vol. 22, junio de 1986, pp. 87-128.

15. Dos indicadores algo burdos de la capacidad tecnológica interna muestran una relativa debilidad de México: las exportaciones de tecnología y la producción de bienes de capital. Véanse los detalles y las citas en Dilmus D. James, *The Impact of...*, op. cit.

16. *Ibid.*

17. Paul Streeten es Director del World Development Institute y profesor de economía en la Universidad de Boston. Escuché su analogía en una presentación en la Universidad de Tennessee, en Knoxville, en abril de 1987.

18. David A. Teece, "Technology Transfer by Multinational Firms: The Resource Cost of Transferring Technology Know-How", en *Economic Journal*, vol. 87, junio de 1977, pp. 242-261, y Martin Bell y Don Scott-Kemmis,

gunos aspectos del estereotipo, que pudieron haber sido exactos 15 años atrás, no lo son tanto hoy día. Hay pruebas de que empresas más pequeñas y menos experimentadas de los países desarrollados son cada vez más activas en materia de venta de tecnología y de que las empresas del Tercer Mundo se inclinan más a estudiar otras fuentes de la tecnología deseada, así como a establecer contactos con otros proveedores.¹⁹ Por último, los países en desarrollo, que antes se preocupaban por la transferencia de tecnología, dan ahora una consideración de primer rango al fortalecimiento de su propia destreza tecnológica. Las viejas disposiciones jurídicas de carácter defensivo se deben revisar críticamente a la luz de sus consecuencias para la acumulación de una capacidad tecnológica propia. Guillermo Funes Rodríguez, director de Transferencia de Tecnología de México, señaló que a menudo este país ha "adquirido tecnología barata, pero no sobresaliente", debido a que se ponía en un primer plano el asunto de los pagos.²⁰

Una segunda tarea destacada se relaciona con la posibilidad muy real de alteraciones del comercio internacional causadas por la tecnología que afectarían negativamente a los países en desarrollo. Los avances tecnológicos en la biotecnología convencional ya han disminuido las exportaciones de azúcar del Tercer Mundo; las modernas aplicaciones de esa ciencia, como la ingeniería genética y otras formas de manipulación del ácido ribonucleico, pueden contribuir a crear sustitutos manufacturados de las materias primas tradicionales.²¹ Las innovaciones de la microelectrónica plantean amenazas similares a las exportaciones del Tercer Mundo. Resulta irónico que la actividad productiva efectuada mediante movimientos manuales discretos y repetitivos sea más propicia para las operaciones controladas mediante dispositivos microelectrónicos. A medida que se adopten las innovaciones microelectrónicas que desplazan mano de obra se podrían desvanecer las ventajas competitivas de los países en desarrollo derivadas del bajo costo de la fuerza de trabajo calificada en la producción de vestido y calzado, el ensamblado electrónico y la manufactura de partes automovilísticas.

Hay una amplia conciencia sobre los peligros de que ocurran cambios dinámicos en las ventajas comparativas. El Centro de las Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo elabora el *ATAS Bulletin* (las siglas significan Sistema de Alerta sobre el Avance Tecnológico), cuya intención es pronosticar las aplicaciones futuras de las tecnologías emergentes que significarán un reto para las economías del Tercer Mundo. Además, un creciente número de estudios empíricos pone de relieve los pro-

blemas potenciales de las alteraciones en el comercio.²² Sin embargo, este material suele ser muy descriptivo y las recomendaciones de política se presentan como generalizaciones muy amplias; por ejemplo, que cada nación en desarrollo debe considerar la adaptación selectiva de tecnologías modernas que concuerden con sus objetivos nacionales de desarrollo, con la capacidad tecnológica del país y con el grado de integración en el mercado mundial. No es posible disputar estas recomendaciones, pero no son suficientes. Resultan muy poco útiles para informar al acosado Ministro de Ciencia y Tecnología o al Subdirector de Tecnología en el Ministerio de Desarrollo Industrial o a los funcionarios similares de Brasil, la India y Taiwán sobre las acciones específicas que deban adoptarse para obtener resultados en esa línea. Las generalizaciones mencionadas son incluso menos útiles para países como Malasia, Nigeria y Perú y virtualmente sin valor como un lineamiento de política para Bolivia, Botswana y Nepal.

Ha llegado el momento de elaborar planes específicos para cada país que establezca estrategias tecnológicas específicas para conservar o, en lo que se refiere a los que han llegado tarde, obtener competitividad internacional en una gama escogida de productos manufacturados.

Una tercera prioridad se refiere al pluralismo tecnológico: la promoción simultánea de tecnologías con diferentes grados de complejidad. El cambio tecnológico es más destacado en las naciones más avanzadas del Tercer Mundo o en los sectores modernos de los países menos desarrollados. Por esta razón existe la tendencia manifiesta en la literatura sobre política de ciencia y tecnología a establecer ese tipo de sesgos. Temo que este artículo no esté libre de eso. Es posible compensar parcialmente el desequilibrio planteando la siguiente pregunta: ¿cómo puede la tecnología influir directamente, de modo palpable y benéfico en los ingresos, los niveles de productividad y las condiciones generales de vida de los más pobres del mundo?

Al considerar el mejoramiento de la tecnología en los sectores económicos tradicionales vienen a la mente las expresiones "tecnología intermedia" o "tecnología adecuada". Quizá sea menos conocida la expresión "mezcla tecnológica": intento de integrar de modo constructivo tecnología muy alta con actividades de pequeña escala y de bajos ingresos, o con producción en gran escala para satisfacer las necesidades básicas.²³ Los logros y las posibilidades de las tecnologías adecuadas están hoy en disputa en amplio grado. Thomas DeGregori y Richard Eckaus, por ejemplo, son detractores, en tanto que Ton de Wilde y Frances Stewart adoptan una posición más optimista.²⁴

"Technology Import Policy: Have the Problems Changed?", en *Economic and Political Weekly*, vol. 20, noviembre de 1985, pp. 1975-1990.

19. Martin Bell y Don Scott-Kemmis, *op. cit.*

20. Guillermo Funes Rodríguez, "Public Policy and Technology Transfer: A Mexican Perspective", en *Mexican Studies / Estudios Mexicanos*, vol. 2, verano de 1986, pp. 275-298.

21. Guido Ruivenkamp, "The Impact of Biotechnology on International Development: Competition between Sugar and New Sweeteners", en *Vierteljahresberichte*, vol. 103, marzo de 1986, pp. 89-101, y Gerd Junne, "Nuevas tecnologías: una amenaza para las exportaciones de los países en desarrollo", en *Revolución tecnológica y empleo. Efectos sobre la división internacional del trabajo*, Secretaría del Trabajo y Previsión Social de México y Proyecto de Planificación y Política de Empleo (Programa de Desarrollo y Organización Internacional del Trabajo de la ONU), México, 1986.

22. Una de las investigaciones más completas es la de Kurt Hoffman y Howard Rush, *Microelectronics and Technological Transformation of the Clothing Industry*, World Employment Programme Research Working Paper núm. 163, Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra, 1984.

23. Véanse Ajit S. Bhalla, Yvette Stevens y Dilmus D. James (eds.), *Blending of New...*, *op. cit.*; James Ajit S. Bhalla y Dilmus D. James (eds.), *Technological Blending...*, *op. cit.*, y Ajit S. Bhalla y Dilmus D. James (eds.), *New Technologies and Development: Experiments in Technology Blending*, Lynne Rienner Publishers, Boulder, Colorado, de próxima aparición.

24. Eckaus expresó una opinión tibia acerca de la tecnología adecuada hace una década; sus puntos de vista motivaron más recientemente sendas respuestas de Ton de Wilde y de Frances Stewart. Véanse Richard S. Eckaus, *Appropriate Technologies for Developing Countries*, National Academy of Sciences, Washington, 1977, y "Appropriate Technology: The

Creo que el punto de vista positivo se acerca más a la verdad. Sin embargo, un aspecto de la tecnología adecuada es preocupante. Al parecer, con demasiada frecuencia ocurre que al implantarse estas tecnologías se logra un mejoramiento singular y circunscrito, pero no ocurre nada más. La eficiencia estática aumenta, pero a menudo la innovación fracasa en conducir a mejoramientos adicionales o a combinaciones con otras tecnologías. Nada existe en esto que sea intrínsecamente malo, excepto que economistas de todas las corrientes aceptan que las ventajas en verdad atractivas provienen de mejoramientos continuos en la eficiencia dinámica.

¿Por qué suele fallar? Una explicación posible, que ciertamente se les ocurre a los economistas evolucionarios, es que dichas tecnologías suelen armonizar tan íntimamente con las instituciones que prevalecen en los sectores tradicionales que ahogan todo estímulo de cambios técnicos adicionales. No obstante, sí hay trayectorias tecnológicas dinámicas en los sectores tradicionales del Tercer Mundo. Un ejemplo son las técnicas agroforestales. Es necesario saber mucho más sobre qué tecnologías, cuáles medios de implantarlas y con qué instituciones socioeconómicas deben vincularse en las comunidades receptoras, como elementos que probablemente conduzcan al progreso técnico autosostenido.²⁵

Un cuarto tema que merece un tratamiento detallado se aborda enseguida. Para utilizar la terminología estructuralista y de la dependencia, es verdad que los países periféricos son dependientes del centro en materia tecnológica. Estas condiciones no se corregirán mediante aplicaciones continuas de innovaciones microelectrónicas y el surgimiento de la biotecnología moderna, las comunicaciones por satélite, las aplicaciones del láser y la tecnología de los nuevos materiales. Sin embargo, estoy convencido de que los países en desarrollo pueden adoptar medidas que aumentarían significativamente la eficacia de la investigación y los esfuerzos de desarrollo internos. Aún más, estos cambios serían posibles sin aumentos importantes de los presupuestos nacionales para ciencia y tecnología. Para empezar resumo algunos resultados de un informe sobre las instituciones de investigación en México.²⁶

Las actividades de ID estaban extremadamente concentradas en la zona metropolitana de la ciudad de México, mucho más que la industria o la producción económica general. Sólo 10% de los proyectos eran multiinstitucionales. Las piezas principales

Movement Has Only a Few Clothes On", en *Issues in Science and Technology*, vol. 3, invierno de 1987, pp. 62-71; Ton de Wilde, "Appropriate Technology", en *Issues in Science and Technology*, vol. 3, primavera de 1987, p. 9; Frances Stewart, "The Case for Appropriate Technology: A Reply to R.S. Eckaus", en *Issues in Science and Technology*, vol. 3, verano de 1987, pp. 101-109, y Thomas R. DeGregori, *A Theory of Technology: Continuity and Change in Human Development*, Iowa State University Press, Ames, 1985.

25. He abordado más extensamente los tres puntos anteriores en un trabajo de próxima aparición: "Importation and Local Generation of Technology by the Third World: An Institutional Perspective", en Thomas R. DeGregori (ed.), *The Development Challenge: Theory, Practice and Prospects*, Kuwer-Nijhoff Publishing, Boston.

26. Véanse Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, *Plan Nacional Indicativo de Ciencia y Tecnología*, Conacyt, Mexico, 1976, y Dilmus D. James, "La planeación reciente de la ciencia y la tecnología en México", en *Comercio Exterior*, vol. 31, núm. 5, México, mayo de 1981, pp. 491-501.

del equipo se compartían muy escasamente dentro de las instituciones y menos todavía entre instituciones diferentes. Los científicos capacitados y el personal técnico dedicaban demasiado tiempo a la formación de expedientes y a labores similares de tipo administrativo. Los pedidos de equipo solían provenir de los directores de las instituciones de ID, con escasa participación del personal que habría de utilizarlos. La pobreza o la falta de mantenimiento inutilizaba 60% del equipo y los materiales de ID. Los precios del equipo se estimaron en 2.5 veces más que los que se habrían logrado de disponerse de un mecanismo de compras centralizadas.

Estas características se pusieron de manifiesto más de un decenio atrás. Por desgracia, todo indica que, en cierta medida, aún prevalecen en México y que con demasiada frecuencia todavía se pueden encontrar en numerosos países en desarrollo. Desde el punto de vista del prestigio de un director parece muy razonable que sea éste, y no el usuario, quien especifique las características del microscopio y de sus dispositivos auxiliares que ha de comprarse, pero tal política pone en riesgo los rendimientos económicos de la ID.

Con lo anterior no se agotan las acciones que se podrían emprender para mejorar la eficacia de la ID. Abrigo el convencimiento de que es necesario influir en la selección de proyectos de ID de las siguientes maneras: 1) reducir el número de proyectos y lograr que éstos se escojan con más cuidado y se apoyen mejor, a fin de satisfacer umbrales mínimos de esfuerzo, sobre todo en cuanto a capital humano, por debajo de los cuales son probables los resultados insatisfactorios; 2) reorientar el gasto y la asignación de recursos humanos para favorecer los resultados aplicados de la ID, y 3) apartar las actividades de ID de proyectos muy prestigiosos en la comunidad científica internacional, pero alejados de los problemas internos de desarrollo.²⁷ Y otra vez, el logro de estos propósitos requiere los medios institucionales adecuados, que incluyen estímulos y sanciones *ad hoc*, necesarios para influir en la selección de proyectos.

Consideraciones de política

A fin de ilustrar el tipo de temas de ciencia y tecnología del Tercer Mundo que merecen la atención de los economistas, incluyendo a los institucionalistas, he insistido en lo siguiente:

1) Empezar una cuidadosa revisión de las leyes defensivas de regulación de las importaciones de tecnología, y su posible reforma.

2) Elaborar, con la necesaria especificidad, planes de contingencia para reaccionar a las alteraciones en las ventajas comparativas generadas por la tecnología.

27. Un tratamiento más extenso de los umbrales mínimos críticos en materia de ciencia y tecnología se encuentra en C. Richard Bath y Dilmus D. James, "The Extent of Technological Dependence in Latin America", en James H. Street y Dilmus D. James (eds.), *Technological Progress. . . , op. cit.*, pp. 11-28. Otros aspectos de la selección de proyectos de ID se abordan en Dilmus D. James, "The Economic Case. . .", *op. cit.*, y "La planeación reciente. . .", *op. cit.*

3) Apoyar el pluralismo tecnológico en forma de tecnología intermedia y de mezcla tecnológica, sobre todo haciendo estas tecnologías más dinámicas, y

4) Adoptar las medidas administrativas y de organización que conduzcan, incluso en el marco de un presupuesto estable, a una mayor eficacia de las actividades de ID en el Tercer Mundo.

¿Cuáles son las características de una política de ciencia y tecnología encaminada a resolver estos puntos? Mi propia pregunta me avasalla, de manera que me limitaré a presentar algunas observaciones sobre ciertos elementos escogidos que, a mi juicio, deben incorporarse en los esfuerzos emprendidos por los países en desarrollo para elevar su capacidad tecnológica interna.

En primer lugar, las instituciones de ID y los principales proyectos que realicen deben someterse periódicamente a una evaluación externa. Esta calificación puede adoptar varias formas. He recomendado que la investigación básica o pura sea evaluada por científicos distinguidos; que la fase experimental se sujete a una lista de resultados deseados; que el análisis de costo-beneficio se utilice para apreciar los proyectos de investigación aplicada que rindan beneficios externos, y que la prueba del mercado sea la base de evaluación de la investigación aplicada que tenga por resultado bienes o servicios aptos para el consumo.²⁸ Ninguno de estos instrumentos evaluatorios es perfecto; sin embargo, son preferibles a una perpetuación de los programas de ID egregiamente dispendiosos que pueden continuar sin cortapisa, a menos de que se les ponga coto. La necesidad de una justipreciación externa es tanto más imperativa cuanto que la mayor parte de la ID de los países en desarrollo se realiza en empresas paraestatales, que no se distinguen por inclinarse a la autoacusación ni a la auto-destrucción.

El segundo punto se refiere al sistema de mercado. No ha de tomarse a la ligera. Conuerdo por completo con la siguiente opinión de Frances Stewart: "El sistema de precios es un instrumento muy útil y poderoso de la política económica que transmite información con eficiencia y activa rápidamente a una masa de individuos."²⁹ Existen, sin embargo, situaciones que el mercado y la economía neoclásica no resuelven bien. Por ejemplo, la presencia de discontinuidades y el análisis dinámico. Las discontinuidades del aprendizaje en la empresa están representadas por el enorme vacío que separa la capacidad de innovación de la de diseño; de modo similar, parece existir un salto discreto imprescindible cuando se trata de que una nación pase de la adquisición del cómo de las cosas (*know-how*) al por qué de ellas (*know-why*).

En materia de análisis dinámico, uno de los problemas es el de no reconocer que los cambios de corto plazo afectan muy a menudo y de manera significativa a variables que conforman el largo plazo. Creo, por ejemplo, que uno de los costos menos aceptados de la desindustrialización de Chile es la pérdida de conoci-

mientos "tácitos" específicos de la empresa y de su difusión hacia el exterior de estas organizaciones. Este fenómeno puede no ser irreversible, pero incluso si no se trata de un escenario irremediable, sería sorprendente que no hubiera poderosos efectos sin reparación posible. Recuperar este conocimiento no será fácil.

En cuanto al avance tecnológico, si de nuevo se maneja el análisis como el tránsito de un equilibrio estático a otro de las mismas características, se perderán importantes alteraciones evolucionarias que son inherentes a dicho proceso. Los economistas ortodoxos subestiman casi siempre las ventajas dinámicas del aprendizaje técnico. Una razón importante de esto es el fracaso en reconocer que muy probablemente un proceso de cambio tecnológico influye benéficamente en las instituciones y las hace "más valiosas" en el sentido que ha formulado recientemente Baldwin Ranson.³⁰

Con la indulgencia del lector me aproximaré a mi consideración final de un modo más oblicuo. Recientemente trabé conocimiento con un artículo de Paul L. Stoneman y Paul A. David, publicado en el *Economic Journal*. Comienza con la afirmación de que las empresas tienen un conocimiento imperfecto de las nuevas tecnologías.³¹ Esta aseveración es, por supuesto, perfectamente válida. Entre los otros supuestos, sin embargo, se cuenta el de que, una vez que obtienen el conocimiento, las empresas tienen una perfecta previsión de los precios y el de que los proveedores de los bienes de capital tienen perfecto conocimiento del medio que constituye la fuente de su demanda. No hay nada inherentemente incorrecto en estas hipótesis. De este tipo de ejercicios pueden obtenerse resultados y perspectivas útiles; de hecho, en mi opinión así ocurrió con el análisis de Stoneman y David. No obstante y en última instancia, el responsable de las decisiones en materia de ciencia y tecnología de una nación en desarrollo debe formular políticas en un ambiente de limitaciones más generales del conocimiento, en el cual numerosas variables están en mudanza continua y en el que las segundas o terceras mejores soluciones son las únicas accesibles debido a brechas en la base de recursos o porque existe resistencia social o política contra el derrotero más deseable.

En tales condiciones, se requiere un economista de tipo diferente para lograr una asignación de recursos que aumente la capacidad tecnológica interna y mejore su uso: un profesional capaz de evaluar los costos y beneficios sociales dinámicos de la implantación de tecnologías; uno familiarizado con la evolución de los factores culturales, sociales, políticos y económicos en que está inmersa la empresa productiva; uno apto para hacer una hipótesis ilustrada sobre la interinfluencia de las instituciones y los cambios en los métodos de producción; uno, en fin, que reconozca las graves limitaciones de la economía como una ciencia predictiva, lo que impone un saludable proceso de prueba y error cuando se trata de lograr el progreso tecnológico. Debido a la asignación extraordinariamente inconveniente de los esfuerzos educativos, éstos son los economistas que no producimos en las proporciones adecuadas. □

28. Dilmus D. James, "La planeación reciente. . .", *op. cit.*

29. Véase Frances Stewart, "The Fragile Foundations of the Neoclassical Approach to Development", en *Journal of Development Studies*, enero de 1985, pp. 282-292. La autora prosigue señalando diversos inconvenientes del sistema de precios.

30. Baldwin Ranson, "The Institutional Theory of Capital Formation", en *Journal of Economic Issues*, vol. 21, septiembre de 1987, pp. 1265-1278.

31. Paul L. Stoneman y Paul A. David, "Adoption Subsidies vs. Information Provision as Instruments of Technology Policy", en *Economic Journal*, vol. 96, 1986, pp. 142-150.