

LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA
A PAISES EN VIAS DE DESARROLLO

ROMUALDAS SVIEDRYS

Toda transferencia de tecnología tiene, en potencia, la posibilidad de un intercambio de roles. El donante de tecnología corre el riesgo de perder los mercados hacia los cuales exporta un producto industrial, mientras que el recipiente de tecnología tiene la oportunidad de aprender, sustituir sus importaciones, y mediante un trabajo duro, buena suerte, persistencia y determinación, adquirir un dominio tal de la tecnología, que introduzca modificaciones beneficiosas a la tecnología transferida. Si el recipiente mejora la tecnología, y dicha mejora tiene un valor más allá de la comunidad local, entonces éste adquiere una fuente de exportación y de empleos industriales. El diploma de graduación en este proceso se obtiene cuando el recipiente exporta productos al donante de tecnología, prueba de que realmente se ha adquirido la capacidad de absorber tecnología producida en el exterior.

Muchos países en vías de desarrollo se han distinguido ya de esta manera. Uno de los primeros productos que se han exportado a los países desarrollados han sido textiles. La industria textil de la Comunidad Económica Europea ha estado perdiendo cien mil puestos cada año. Los Estados Unidos se han visto en problemas similares

Profesor del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Politécnica, Nueva York. Actualmente imparte cursos en Transferencia de Tecnología y en Pronóstico y Evaluación Tecnológica.

debido a la gran competencia. La industria del acero en Estados Unidos se está contrayendo bajo la presión de importaciones provenientes del Brasil, Corea del Sur y otra serie de países productores de acero, que treinta años atrás no tenían ninguna experiencia en este campo. Productos electrónicos han estado invadiendo últimamente los mercados de los países industriales, al igual que automóviles y aviones.

Pero no todos los países en vías de desarrollo han tenido igual éxito. La transferencia de tecnología es un proceso complejo, y nunca debe tomarse como el remedio a todos los problemas del subdesarrollo. Recientemente, la transferencia de tecnología se volvió muy popular en todas las discusiones sobre el desarrollo económico. Este último grito de la moda le sigue al largo período en que, basada en la experiencia de la Segunda Guerra Mundial, se pensó que la transferencia de capital era el factor clave para estimular el desarrollo económico.

En ese entonces se dio ayuda económica al Japón y Alemania Occidental, y ambos países se recuperaron como por milagro de la tremenda destrucción sufrida a raíz de la guerra. Muchos expertos quedaron convencidos de que una infusión similar de capital en los países en vías de desarrollo surtiría un efecto similar. Ellos notaban la baja tasa de ahorro y de inversión en estos países, y trataban de suplir esta falta mediante la infusión de capital. Tal era la fe en este remedio, que pasaron varias décadas antes de que se aceptara el fracaso de este tipo de modelo de desarrollo económico.

La razón por la cual la infusión de capital produjo el milagro económico de Alemania y del Japón se debe a que el capital era el único factor que faltaba temporalmente en esas sociedades. Los demás factores -recursos humanos, infraestructura, disciplina, entrenamiento, tecnología, ciencia e instituciones de investigación, valores apropiados y muchos otros factores ya estaban altamente difundidos en estas sociedades. El cuello de botella era la falta de capital, y una vez suministrado, se removió el mayor obstáculo a la producción.

Esta experiencia dio lugar a lo que se puede llamar la teoría del factor ausente del desarrollo económico. Se busca, en los países en vías de desarrollo, el factor que está ausente y se trata de suministrar este factor para comenzar el desarrollo económico. Y la transferencia de tecnología ha desplazado al suministro de capital como el factor ausente cuando se comparan los países desarrollados con los países en vías de desarrollo. Se dice, por ejemplo, que la capacidad de producir la tecnología localmente es un índice de desarrollo económico. Por eso muchos países han comenzado toda clase de esfuerzos para transferir tecnología. Y han encontrado que

este proceso es lento y nada barato. En todo caso, solamente si la tecnología es el único ingrediente que falta para guiar el desarrollo económico, dará su transferencia el efecto deseado en el sentido de estimular rápidamente el desarrollo económico.

Desgraciadamente, para muchos países, la tecnología moderna no es el único ingrediente que está ausente. En esos casos, esperar que la transferencia de tecnología vaya a producir milagros es ingenuo. Gastar recursos económicos en este caso es simplemente malgastarlos.

Pero también hay que tener en cuenta que el desarrollo económico puede iniciarse sin la adquisición de tecnología nueva, aunque no se puede continuar por mucho tiempo sin la transferencia o la producción local de tecnología. Inicialmente la tecnología de que ya se dispone localmente alcanza para las etapas iniciales del desarrollo económico. La tecnología determina los límites de lo que es posible lograr para la economía. La nueva tecnología modifica y expande estos límites. Y mientras más desarrollado esté un país, tanto mejor podrá crear, seleccionar, modificar, absorber y transferir tecnología.

La transferencia de tecnología es un proceso en el cual una tecnología desarrollada en un determinado ambiente económico, social y cultural se pone en acción en un ambiente diferente. El proceso requiere que el recipiente de la tecnología la adapte a este nuevo ambiente. De lo contrario, la misma será un elemento foráneo y será poco apropiada.

Esta es la razón por la cual, la mayor parte de la transferencia tecnológica se hace entre países que tienen ambientes semejantes. Por ambiente entendemos mucho más que el clima, pues además incluimos actitudes, valores, instituciones, y el clima social, cultural y económico. Mientras más parecidos sean los ambientes entre donante y recipiente, más es la posibilidad de que la transferencia tecnológica sea fructuosa. Y los mayores problemas se encuentran en aquellos casos donde hay barreras lingüísticas, sociales, culturales, políticas y económicas.

Hoy en día hay tantas variedades de ambientes y tantas fuentes de tecnología, que los países en vías de desarrollo no tienen que acudir a una única fuente de tecnología como era el caso en el siglo pasado. Muchas veces se puede obtener la tecnología deseada de otros países en vías de desarrollo y frecuentemente ésta resulta más apropiada y mucho menos costosa que si se obtuviese en países desarrollados.

En mi opinión, debido a la similitud de ambientes existente entre los países en vías de desarrollo, la cooperación técnica entre

ellos tiene un verdadero potencial para el desarrollo acelerado. Cuando la red ferroviaria de Nigeria estaba a punto de derrumbarse, se pidió asistencia técnica de la India, en vez de Inglaterra. La aplicación de generadores de biogás, desarrollados en la India y China, son de aplicación en todas las aldeas del Tercer Mundo. El sistema médico desarrollado en China (doctores descalzos) puede servir como el sistema de salud en muchos países donde no hay hoy servicios médicos para la mayoría de la población rural.

En 1978 se reunió en Buenos Aires la Primera Conferencia sobre cooperación técnica entre países en vías de desarrollo. Los asistentes quedaron gratamente sorprendidos tanto de la similitud de los problemas, como de las ventajas de buscar soluciones locales.

La tecnología de los países desarrollados refleja mano de obra muy cara y usa capital intensivamente. Transferir este tipo de tecnología tiene por lo general consecuencias desastrosas en los países en vías de desarrollo donde el capital es escaso y la mano de obra es barata. Por eso es tan necesaria la capacidad local para producir tecnología local. Y para desarrollar esta capacidad, se requiere tiempo. La transferencia de tecnología también requiere tiempo, puesto que es un proceso de aprendizaje que consta de diez etapas.

1. Importación de artefactos: aprender a usar artefactos es relativamente fácil; sacarles el máximo uso requiere considerable originalidad.

2. Mantenimiento: muchas veces éste es un concepto difícil de transferir, puesto que choca con las normas culturales vigentes en la sociedad receptora.

3. Ensamblaje con partes importadas: puede constituir un paso importante en el aprendizaje de una tecnología compleja, a la vez que una fuente de divisas para financiar transferencia adicional de tecnología.

4. Producción de repuestos: aparecen emprendedores locales y se hace transferencia de un gran número de tecnologías complementarias.

5. Copia de diseños extranjeros: habilidad para sustituir importaciones.

6. Modificación de diseños extranjeros: creación de un grupo local de talento técnico, a la vez que de una red de educación técnica.

7. Diseño propio debido a gente local: trasplante de ciencia y

de instituciones de educación, al igual que de una fuerte tradición científica y de investigación.

8. Crecimiento auto-sostenido de las innovaciones: creación de enlaces hacia adelante y hacia atrás.

9. Transición a sociedad tecnológicamente iniciada: tecnología producida localmente comienza a venderse en el exterior.

10. Capacidad para competir en los mercados internacionales: cuando un país llega a ser fuente reconocida de tecnología para otros países.

Estas diez etapas muchas veces rebasan sus linderos y se mezclan. A veces es difícil identificar claramente dónde la etapa 9 termina y comienza la 10. Pero el propósito es dar indicaciones para poder seguir el proceso de dominio de una tecnología particular.

En segundo lugar, estas diez etapas se pueden reducir a tres que describen niveles muy diferentes en la transferencia de tecnología. Las etapas 1,2,3 se identifican como **transferencia de artefactos**, pues la transferencia de tecnología se hace transfiriendo artefactos, maquinarias, técnicas y procesos asociados con estas maquinarias y materiales. El recipiente se limita en estos casos a ser un consumidor pasivo de tecnología producida por otros.

Transferencia de diseño que describe ya una considerable sofisticación (etapas 4,5,6,7), clasifica a un país como "newly industrializing". La transferencia se hace no simplemente transfiriendo equipo o maquinaria, sino que tal es la capacidad local, que la transferencia tecnológica se logra con sólo transferir los planos o diseños de un artefacto. El hecho de poder copiar localmente un producto extranjero debe considerarse como señal de progreso. Lograr aprender a producir artefactos que solían importarse es una señal de progreso, a la vez que una indicación de lo considerable que resta aún por aprender. Un país pasando por esta etapa todavía es dependiente del conocimiento tecnológico producido en el extranjero, pero ya exhibe una considerable madurez tecnológica.

Transferencia de la capacidad de diseño es la tercera fase que culmina con la capacidad de producir diseños propios que son tan buenos que otros países quieren comprarlos. Esta parte requiere el trasplante de una vigorosa tradición de investigación, pues hoy en día una parte considerable de la tecnología es ciencia aplicada, y para aplicarla se debe primero producir conocimientos y avances científicos. Japón se ve forzado ahora a producir ciencia para aplicarla y esto no es tan fácil, aunque la ciencia es universal y abierta para todos.

A medida que un país avanza en una tecnología hacia el nivel de transferencia de diseño, debe comenzar por desarrollar su propia comunidad de ingenieros y científicos orientados hacia la investigación. La transferencia de diseño implica mejoras e invenciones en la tecnología que se trajo del exterior. Este tipo de mejoras a la tecnología desarrollada por otros también representa un tipo de transferencia tecnológica, pues cumple con todos los requisitos de dicho proceso.

Las mejoras a la tecnología inventada por otros y la adaptación de ésta a los requisitos locales, es un tipo de transferencia que se llama transferencia de una función o aplicación a otra función o aplicación. Esta requiere a veces considerable esfuerzo, y presenta todas las características y problemas de la transferencia de tecnología de un país a otro. Un ejemplo de este tipo de transferencia es lo que se hizo con mucha de la tecnología desarrollada por la NASA y luego transferida a la sociedad. Para el examen de los astronautas que trabajaban en la superficie de la Luna se desarrollaron una serie de sensores que medían el consumo de oxígeno, pulso, temperatura, presión sanguínea y otros parámetros. Esta información se transmitía a Houston, Texas. Una década más tarde, el equipo se simplificó y se aplicó al examen de los pacientes en la sala de cuidado intensivo de los hospitales. El ambiente en NASA, donde se desarrolló esta tecnología, era muy diferente del de los hospitales. La tecnología, además, se redujo en costo y se adaptó a otros requerimientos del ambiente de los hospitales. Hay considerables ejemplos de transferencia de este tipo del sector militar al sector civil y viceversa.

Es muy difícil llegar al nivel de transferencia de la capacidad para diseñar tecnología propia, sin aprender a transferir tecnología del laboratorio a la aplicación comercial. Este tipo de transferencia es el más difícil de lograr, pues consta de dos procesos -el de obtener conocimientos nuevos (investigación científica) y el de transferir este conocimiento a un producto, o aplicación, o técnica. Frecuentemente un país como Inglaterra ha hecho descubrimientos científicos y ha fallado en comercializarlos. El Japón hasta ahora ha tenido considerables éxitos en comercializar la tecnología y los conocimientos científicos de otros. El VCR fue inventado en los Estados Unidos, para grabar los programas de televisión y transmitirlos en diferentes horas locales en la costa oriental y occidental. Pero las grabadoras que se usaban eran de dos pulgadas y costaban US\$100,000 cada una. Los japoneses tomaron esta tecnología y la miniaturizaron, además de reducir su costo por un factor de 1000. Y con esto lograron conquistar los mercados internacionales.

La transferencia de tecnología de la idea al producto comercial

requiere tiempo, recursos, y está muchas veces llena de frustraciones. El inventor inglés del motor de reacción, Frank Whittle, patentó su idea en 1930. Después siguió una década de intenso trabajo, investigación y desarrollo de la tecnología hasta que se pudo producir la primera máquina de reacción que era lo suficientemente confiable como para ponerla en un avión. Lo que funciona en el laboratorio puede fallar cuando se cambia de escala o se pone a producir en masa. Siempre hay que tener en cuenta que el producto debe ser económicamente factible, pues se trata de introducirlo al mercado, donde estará en competencia con las tecnologías existentes.

La invención, pues, muchas veces es el primer paso, que es relativamente fácil en comparación con el tiempo que se requiere para comercializar el producto basado en esta tecnología. Para transferir una tecnología del laboratorio de investigación al mercado muchas veces se requiere desarrollar materiales nuevos, mejorar la confiabilidad del producto, reducir el costo, simplificar la operación y reducir las necesidades del mantenimiento y vencer toda clase de obstáculos de la oposición.

En los tres tipos de transferencia tecnológica, de una función a otra, del laboratorio al mercado, y de un país a otro, la mejor manera de efectuar la transferencia es por medio de la migración del personal capacitado en esta tecnología. Aun así, la demora en la transferencia, desde transferencia de artefacto, a transferencia basada en la transferencia de diseños, hasta llegar a la transferencia de la capacidad para lograr diseños propios por la gente local, es de varias décadas. La transferencia de armas de fuego a Norte América se demoró unos 150 años, comenzando en 1700, y logrando exportar al exterior hacia 1850, cuando Inglaterra y Europa comenzaron a admirar los diseños hechos en Estados Unidos.

En el siglo veinte, la transferencia se puede hacer más rápidamente, pero tanto el Japón como Israel, que son los poseedores del record en esta actividad, se demoraron unos cincuenta años para ir a la transferencia de artefacto a la capacidad para hacer sus propios diseños. De modo que la transferencia de tecnología es un proceso complejo y se demora bastante, y sería falso tener esperanza de obtener resultados milagrosos mediante la transferencia de tecnología.

BIBLIOGRAFIA

Amsalem, Michel A. *Technology Choice in Developing Countries. The textile and Pulp and Paper Industries* (MIT Press, 1983).

- Bastos Tigré, Paulo. Technology and Competition in the Brazilian Computer Industry (New York: St. Martin Press, 1983).**
- Centre National de la Recherche Scientifique. L'acquisition des techniques par les pays non-initiateurs. Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique (1973).**
- Jeremy, David J. Transatlantic Industrial Revolution: The Diffusion of Textile Technologies between Britain and America, 1790-1830s (MIT Press, 1981).**
- Richardson, Jacques ed. Integrated Technology Transfer (Lomond Books, 1979).**
- Rosenberg, Nathan y Frischtak, Claudio, ed. International Technology Transfer. Concepts, Measures, and Comparisons (Praeger, 1985).**
- Rosenberg, Nathan. Inside the Black Box: Technology and Economics. (Cambridge University Press, 1982).**