

"MECANISMOS DE DIFUSION DEL CONOCIMIENTO Y ELECCION
DE TECNOLOGIA"

Noviembre de 1971

Por Máximo VEGA-CENTENO

Serie de Documentos de Trabajo

Nº 4



MECANISMOS DE DIFUSION DEL CONOCIMIENTO Y

ELECCION DE TECNOLOGIA

Máximo VEGA-CENTENO

Universidad Católica del Perú

1. Introducción

La preocupación por considerar los efectos de la tecnología sobre la producción es bastante antigua en economía. Recordemos a propósito, y con el fin de indicar algunos hitos importantes, que J. B. SAY (1803) al especificar los factores productivos señala junto con los recursos naturales y el capital, "la industria", definiendo con ello además de los trabajos de ejecución, los de "conocimiento de las leyes naturales y de aplicación de esos conocimientos a la creación de utilidades nuevas". Más adelante, K. MARX (1867) analiza los efectos de la introducción de nuevas tecnologías sobre el empleo durante el proceso de industrialización (formación del ejército de reserva industrial).

En una época más reciente, en las primeras décadas del Siglo XX, J. SCHUMPETER (1911) explica la dinámica económica en términos de tecnología, pues resulta la "innovación" el factor que rompe el circuito estacionario, desplazando bruscamente las funciones de producción. Por último habría que referirse a los trabajos de J. R. HICKS (1932), J. ROBINSON (1938) y R. HARROD (1948) que estudian diversos aspectos de los

problemas que plantea el uso generalizado y la variedad de tecnologías en las economías modernas.

Sin embargo, en el enfoque académico, así como en los esfuerzos de cuantificación de los procesos productivos, se ha trabajado con funciones de producción que no consideran explícitamente la tecnología como variable explicativa. Lo que ha ocurrido en realidad, es que por razones prácticas se ha razonado "a técnica constante" (como ocurre a propósito de un mapa de isocuantos), o bien se ha razonado en corto período, siguiendo la clásica distinción de A. MARSHALL, que por lo demás, es otra manera de considerar la tecnología.

Si bien pues los economistas siempre han tomado en cuenta la tecnología, es evidente que corresponde a una etapa mucho más reciente un tratamiento específico y hasta preferente de este factor para explicar la evolución de la producción y de la asignación de recursos. Hay dos razones, a nuestra manera de ver, que explican el hecho; en primer lugar, el auge de los estudios sobre la dinámica económica, los estudios sobre el crecimiento y el desarrollo de las economías que al mostrar las características y la intensidad de la variación del producto, por ejemplo, ponen en evidencia el carácter incompleto de explicaciones basadas exclusivamente sobre indicadores de cantidad de los factores de producción. Un segundo elemento, complementario del anterior, es el progreso espectacular de la ciencia y la técnica con la consecuente obsolescencia rápida de equipos aún físicamente aptos, fenómeno y efectos relativamente nuevos y en todo caso fácilmente perceptibles en nuestros días y que obligan a una consideración de la

tecnología, no como un dato o como un elemento de variación errática, sino como un elemento que está en modificación permanente aunque no regular.

Lo importante en este sentido viene a ser, por tanto, la evolución de la técnica en uso y el conjunto de efectos que puede desencadenar. Ya no se trata de conocer la evolución (variación) del producto a técnica dada, sino de explicarla y medirla como consecuencia, entre otros elementos, de la variación (evolución) de la tecnología.

Es en esa perspectiva que se inscriben los trabajos de R. SOLOW (1957), W. E. G. SALTER (1960), E. F. DENISON (1962) y otros que explican el crecimiento de las economías por la incidencia de elementos asociados a la calidad y no a la cantidad de los factores productivos. Ahora bien, esos elementos cualitativos no son otra cosa que manifestaciones o efectos de la evolución de la tecnología, de aquellos que en la literatura económica contemporánea se identifica como el progreso técnico.

2. La Empresa y la Elección de Tecnología

Una de las realidades que se desprenden de una tecnología en evolución es, en principio, que la gama de elección se amplía para aquellos que vienen a ser los usuarios, es decir las empresas o en general las unidades de producción. En efecto, toda unidad de producción debe adoptar una tecnología y se le ofrecen, en virtud de un progreso acelerado y de carácter general, diferentes métodos y equipos para realizar su tarea en forma que la discutida hipótesis de sustitución entre los factores aparece como

posible.

De este primer enunciado quisiéramos retener dos ideas. La primera es que el problema de elección de tecnología es típicamente un problema de unidades elementales, de empresas, y que existe el riesgo de perder en precisión cuando se realiza un tratamiento del problema a nivel exclusivamente macroeconómico. Recordemos que las magnitudes macroeconómicas son agregaciones a partir de otras que son resultado de decisiones tomadas por los agentes, aunque es cierto que existe la posibilidad de una orientación global, de una política macroeconómica que sea capaz de condicionar o de imprimir un sesgo a las decisiones de las empresas.

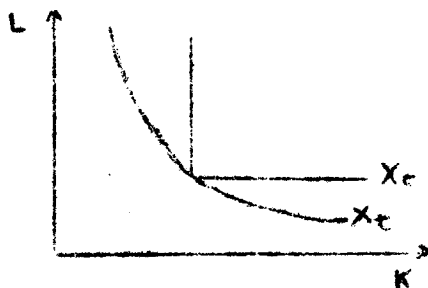
La segunda idea es acerca de la naturaleza y de la flexibilidad de elección que tiene la empresa. En este sentido, nos parece que es muy importante distinguir la etapa de pre-inversión de aquella en que la unidad está en condiciones de entrar en funcionamiento. Durante la primera fase, se puede suponer razonablemente que el empresario tiene ante sí un conjunto de posibilidades que representan niveles diferentes de eficiencia tecnológica y para niveles equivalentes, posibilidades o requerimientos diferentes en cuanto al uso de los factores, etc.; de manera que fijando algún o algunos elementos (sea por razones propias o por restricciones provenientes del exterior) el empresario puede precisar sus elecciones y por eso mismo dar una forma concreta al proyecto de inversión. Hasta aquí, podemos decir que el problema puede ser convenientemente estudiado con la ayuda de una función de producción típicamente neo-clásica, es decir, continua y derivable dos veces,

$$X_t = f(K_t, A(t)L_t);$$

expresión en la que X_t representa el producto durante el período t ; K_t el stock de capital hasta el "vintage" t ; L_t la fuerza de trabajo que emplea esas máquinas; y, $A(t)$ es el índice de tecnología para todos los "vintages" (generaciones) de capital. La expresión gráfica de esta función será un mapa de isocuantos continuos. Ahora bien, el tomar una decisión, en este caso el realizar una inversión, supone edificar la planta, adquirir e instalar las máquinas, e inclusive en algunos casos, entrenar a un personal especializado; en otras palabras, invertir significa crear una capacidad específica de producir. En estas condiciones, la flexibilidad desaparece, la elección permanente o la sustitución ya no son posibles. A partir de ese momento existe una "capacidad instalada" que podremos identificar con un punto del isocuantos, punto que corresponderá a la única posibilidad de optimización. Tendríamos en consecuencia que recurrir a otro instrumento analítico para representar el proceso, esto es, una función de producción de coeficientes fijos:

$$X_t = \min \{ aK_t, bA(t) L_t \} ;$$

expresión que da cuenta de la rigidez que aparece por el lado del equipamiento y que considera la posibilidad de ganancias de productividad por parte del personal que opera ese equipo. El pasaje de una a otra representación lo podemos percibir también en el gráfico siguiente:



Donde el isocuanto continuo muestra el conjunto de combinaciones posibles que aparecen en la fase de pre-inversión y el isocuanto con punto único de optimización, la situación extrema creada por la realización de una inversión (habilitación de una planta).

Este enfoque, que fue introducido por L. JOHANSEN (1959) y tratado posteriormente por N. KALDOR y J. A. MIRRLEES (1962), E. S. PHELPS (1963) y otros, obliga a hacer una doble referencia al tiempo para distinguir la fase de pre-inversión en la cual se pueden considerar sucesivas asociaciones de cantidades de factores, y por otra parte, la fase post-inversión en la cual, a equipos dados, corresponde una dotación fija de factor trabajo. En la expresión de JOHANSEN, existe sustituibilidad ex-ante, pero esta desaparece ex-post.

$$\begin{aligned} X(t, \tau) &= f(K_t, A(t)L_t) & \forall t \leq \tau \\ X(t, \tau) &= bA(t)L_t & \forall t > \tau; \end{aligned}$$

donde τ es el período en el que se realiza la inversión y en que por tanto se habilita un equipo tal como K_τ . En este caso, la producción total se expresa por la integral de la producción sobre las máquinas en servicio:

$$Y_t = \int_{-\tau}^{\tau} X_\tau d\tau$$

expresión en la que T es el período de vida útil de las máquinas y donde cada X_τ está definida por las ecuaciones anteriores.

Es evidente que aquí se está tomando en cuenta únicamente la antigüedad de las máquinas y se está suponiendo productividad uniforme para las máquinas de la misma generación (vintage), restricciones que sería deseable superar en un estudio empírico. En todo caso, es decir, reconocien

do que cada equipo define requerimientos bastante precisos de factor trabajo, tendremos un empleo total como

$$L_t = \int_{-1}^1 L_{\tau} d\tau ;$$

donde L_{τ} corresponde a cada K_{τ} a través de una relación fija y para un nivel de producto igualmente fijo.

Se puede matizar este enfoque afirmando que la rigidez posterior a la inversión no es completa, pero es bastante evidente que si existen posibilidades de sustitución ex-post, éstas no son tan amplias ni tan numerosas como ex-ante.

Aparte de esta rigidez que afecta la dotación y la utilización de los factores, se puede percibir igualmente una suerte de rigidez en cuanto a la tecnología en uso y sus eventuales variaciones en una sucesión de períodos. En efecto, la tecnología en uso no se modifica en forma regular ni homogénea en el conjunto de una economía, y tampoco lo hace gradual o paulatinamente, sino que se opera por renovación del equipo o por acciones que compartan modificaciones sensibles de la fuerza de trabajo o del conjunto de las estructuras de producción. Hay pues un complejo proceso de incorporación de tecnología y de generalización de su uso, que están sujetos a condicionamientos tanto exteriores como de la propia estructura.

3. El Proceso de Incorporación

De lo dicho en el párrafo precedente, se desprende la conveniencia de examinar el proceso de incorporación de tecnología tanto en sus manifestaciones propias y efectos directos, como en sus interrelaciones con

el medio económico social en que se produce. Dentro del marco, necesariamente limitado, de este trabajo deseamos referirnos particularmente a dos aspectos de la problemática como son el vehículo de incorporación de tecnología y la relación de la tecnología nueva con la tecnología en uso.

a. El Vehículo de la Incorporación

En lo que concierne a la manera como una nueva técnica aparece en las estructuras de producción, es bien conocida la distinción entre el "progreso técnico autónomo" y el "progreso técnico incorporado". Este último puede venir incorporado en los factores o estar contenido en una experiencia y capacidad social de innovación, el "know-how", que está asociado sin embargo a un nivel de calificación de los trabajadores de todos los niveles y, en alguna forma, al tipo de equipamiento existente. Estas vías de incorporación que pueden ser consideradas como alternativas para fines analíticos, se dan de hecho en forma simultánea e interdependiente, aunque la importancia relativa de cada una sea diferente en cada proceso observado.

Ahora bien, las economías que no producen, en gran parte, los bienes de capital que necesitan y que no benefician de una importante experiencia social de producción y de innovación en numerosos campos, es evidente que deben recurrir a maquinaria y know-how extranjeros. En ese caso, deben utilizar, por tanto, un servicio productivo creado en un contexto económico-social diferente.

Los problemas que plantea este hecho, no afectan únicamente la utilización de los factores locales, que es sumamente importante,

sino también a la posibilidad misma de utilización eficiente de una tecnología que corresponde a un nivel general de calificación de los trabajadores, a un nivel de conocimientos científicos y tecnológicos en la sociedad, así como a una modalidad generalizada de combinación de los factores para la producción. Bajo este punto de vista, el problema que aparece es el de una relativa incapacidad de incorporación de tecnologías avanzadas a las economías subdesarrolladas. Las razones para que exista esta dificultad se encuentran en el hecho de existir "componentes no transferibles" en las tecnologías modernas, de manera que la eventual utilización está sujeta a un aporte local capaz de suplantar esos componentes. La tarea es por una parte la de un esfuerzo de adaptación de tecnología y por otra parte, de creación de un contexto social que haga posible su empleo en el medio (1). En un sentido, se trataría de adecuar la tecnología al "aporte local" posible en un momento dado, en el otro se trataría de modificar este último; en todo caso, parece razonable considerar un carácter complementario de ambos esfuerzos y por consiguiente la exigencia de simultaneidad.

En todo caso, la condición que se plantea a la sociedad es la de tener una capacidad de manipulación de la tecnología en un nivel alto; es necesario que alguien realice la adaptación y/o que defina las condiciones, la pertinencia y la urgencia de la modificación del contexto social, que evalúe el aporte local para el uso de una determinada tecnología. Lo que parece

(1) Véase por ejemplo el trabajo de R. SOLO (1966), o el de R. NELSON y E. S. PHELPS (1966) que enfocan el problema desde puntos de vista complementarios.

obvio en una perspectiva dinámica, es la necesidad de una elevación de la mano de obra y del nivel de motivaciones, de manera que son dos tipos de requerimientos, uno dirigido a la comunidad científica y técnica del mayor nivel y otro sobre el conjunto de la sociedad como agente económico.

Una forma de enfrentar el problema es, ciertamente, asociando los esfuerzos de entrenamiento y calificación de mano de obra y en general de la educación con la capacidad de utilizar eficientemente una tecnología. En efecto, se puede considerar, en general, que un trabajador con un mayor grado de educación puede ofrecer un mayor o mejor servicio productivo, tanto por las capacidades o habilidades adquiridas, como por las motivaciones (Cfr. R. NELSON y E. PHELPS (1966)), pero cabría aún distinguir los efectos probables de cada tipo de educación.

Es así, que cuando consideramos todo el esfuerzo de educación formal de nuestras sociedades, percibimos que los contenidos educativos inciden en el orden de los conocimientos y en el de las motivaciones (no siempre en un sentido deseable), pero no en el de la adquisición de competencias específicas. Esta situación es particularmente grave en algunos países de América Latina como el Perú a causa de una concepción enciclopédica y elitista de la Educación en general y de la Educación Común en particular (1). Justamente en el Perú se inicia un proceso de Reforma Educativa cuya orientación definitiva no se conoce aún, pues no se ha promulgado

(1) La Educación Común comporta la Educación Primaria y Secundaria, equivalente de las Humanidades o el Bachillerato de otros países.

la Ley que debe normarlo, pero que a juzgar por el estudio de la comisión nombrada por el Gobierno (1), permitirá revisar sustancialmente métodos, contenidos y orientación: se puede razonablemente esperar que la educación no sea exclusivamente ilustrativa y sea en cambio más formativa y comporte la adquisición de competencias a diversos niveles. Del éxito de un tal proceso podría obtenerse por vía de consecuencia, una elevación de rendimientos y una mayor posibilidad de responder, a todo nivel, a los requerimientos de una tecnología compleja en una estructura de producción diversificada. Anotemos que la necesidad de un aporte de la población en diversos niveles exige que la Educación como el conjunto de reformas sociales valoricen, en términos de aprecio social y no solo de remuneración, los diferentes aportes de trabajo que son indispensables.

En el futuro se puede esperar pues, una incorporación proporcionalmente superior de la población y en mejores condiciones a la actividad productiva.

Sin embargo, existe un considerable desperdicio en nuestras economías, debido a la proporción de personas que la sociedad prepara y que no se incorpora o abandona prematuramente la actividad productiva. Es el caso de la población femenina con formación técnica o universitaria, con un nivel de educación bastante alto y que una escala de valores masculinista confina a quehaceres domésticos. Pensamos que este potencial elevaría en forma sensible la capacidad colectiva de asimilación, de utilización y

(1) Comisión de Reforma de la Educación, "Reforma de la Educación Peruana, Informe General", Min. de Educación, Lima, 1970

de creación de tecnología, sin perjuicio, naturalmente de los saludables efectos que esa incorporación podría producir en el nivel de las motivaciones, como lo señala D. McCLELAND (1963): la generalización a nivel de la sociedad, del dinamismo de la realización personal.

En el orden de la educación, por consiguiente, junto con proyectos orientados hacia el futuro, son igualmente urgentes las medidas que hagan posible la normal utilización de las capacidades formadas y la recuperación de las que por no empleo de personal calificado se despilfarran.

Aparte de los efectos de la educación, nos parece que es importante tomar en cuenta aquellos que provienen de la experiencia adquirida por la participación en la producción, del aprendizaje por vía de la experiencia (learning by doing). En efecto, un equipo de trabajadores con una maquinaria dada podrán ofrecer mejores rendimientos en la medida que su participación continuada capitaliza una experiencia que representa un dominio creciente de los procesos y en la adquisición de una mayor habilidad. Estos fenómenos que fueron inicialmente estudiados por K. ARROW (1963) a propósito de la industria aeronáutica norteamericana, es evidente que pueden aparecer en otras industrias y en otros medios.

De esta manera, los problemas de falta de calificación de la mano de obra, de dificultad de adaptación de tecnología que hemos señalado anteriormente, podrían superarse, por lo menos parcialmente, por la instrumentación y el apoyo a un proceso de aprendizaje por vía de la experiencia. Nos parece que este sería comparativamente menos costoso y en todo

caso practicable, e incluso que debilitaría las razones que actualmente pueden excluir la incorporación de equipos o la programación de producciones para las cuales se piensa que la economía aun no está apta. Es posible que en los períodos iniciales, la operación no sea óptima, pero es de esperar una recuperación de eficiencia en un plazo relativamente corto.

Más allá de esta posibilidad y para evitar el engaño que puede resultar de una visión ingenua del futuro, es conveniente anotar que en alguna medida, importante hasta donde va nuestra información, los equipamientos existentes no están utilizados en la mejor forma. No nos referimos solamente a la proporción de capacidad utilizada, sino a la adecuación de la mano de obra y a la organización de la producción que están mostrando tanto las dificultades de un proceso de ganancias de productividad, como su ausencia inclusive.

En todo caso, partimos de una situación en la que existe una brecha entre la capacidad instalada y la capacidad utilizada, brecha que se debe tanto a decisiones de los productores frente a un porvenir aleatorio, como a causas eminentemente técnicas. Estas últimas, sobre todo, podrían ser reducidas por un proceso de aprendizaje, a condición que este sea favorablemente condicionado y aun inducido por la economía en su conjunto o por esfuerzos de la sociedad, como el indicado en el dominio educativo. El aprendizaje por la experiencia que es una posibilidad de explicación de las ganancias de productividad en cualquier economía, parece que puede ser, para las economías subdesarrolladas, un elemento importante de la política económica.

Un último tema que desearíamos discutir a propósito del vehículo de la incorporación de tecnología, es el de la utilización, por una economía, de bienes intermedios de fabricación extranjera; o bien la fabricación de bienes intermedios destinados a una producción final igualmente extranjera. En estas circunstancias, lo que ocurre es que un insumo importado puede imponer condiciones sobre el producto, mientras que la producción nacional de insumos está sujeta estrictamente a especificaciones del fabricante del producto final. Entre otras especificaciones está, explícita o implícitamente la tecnología a emplear.

Anotemos que esta forma, o mejor, este vehículo de incorporación de tecnología no aparece en las funciones de producción, puesto que las que habitualmente utilizamos, son funciones de valor agregado, de manera que, aparte la eventual consideración de funciones de valor bruto, es indispensable tomar en cuenta la ubicación de cada industria dentro de la estructura de producción (producción de bienes intermedios y su destino o procedencia). Este viene a ser uno de los elementos que al imponer una tecnología o por lo menos condicionarla, determina el paso de una estructura de producción flexible a otra que es rígida, además de influir sobre la dotación exigida para los factores.

b. Tecnología Nueva y Tecnología en Uso

Es evidente que existe el riesgo de simplificar el análisis de la incorporación de tecnología haciendo abstracción de la técnica en uso y de los equipos instalados en un momento dado. Esta simplificación puede llevar a una grave distorsión, en el sentido de ignorar que hay una realidad

pre-existente a la incorporación de tecnología, realidad que condiciona fuertemente todo el proceso.

Es pues muy importante tomar en cuenta la capacidad instalada y las técnicas en uso, y de inmediato reconocer que no hay homogeneidad entre estas. Existe una distancia entre las mejores técnicas en uso (best practices) y la técnica promedio, de manera que el progreso tecnológico no puede ser medido sólo por la aparición de las primeras, sino más bien por la reducción de la brecha: en la medida que las mejores técnicas no se alejan demasiado del promedio, el progreso tecnológico no es una realidad exótica en determinadas actividades, sino que beneficia al conjunto de la economía.

Naturalmente, si estamos considerando la existencia de equipamientos en el momento de incorporar nueva tecnología, es imprescindible tomar en cuenta el período de vida útil de esos equipos y el hecho de que la aceleración del progreso tiende a reducirlo.

En este orden de preocupación, debemos anotar que el stock de capital existente cuyo período de vida útil aún no está vencido, es decir que son equipos técnicamente (físicamente) eficientes, debe ser aún sometido a un examen de eficiencia económica. En otras palabras, se trata de que los equipos no sólo se encuentren en condiciones de funcionar normalmente, sino que por consideraciones de costos, de rendimientos y de competitividad, puedan ser considerados económicamente eficientes.

La necesidad de reemplazar, por razones económicas, un conjunto de máquinas aun en funcionamiento aparece en la medida que se dig

ponga de nuevas máquinas que ofrezcan mejores rendimientos y/o menores costos. Ahora bien, si una economía no es productora de máquinas y en todo caso de máquinas mejores, no puede ni debe seguir el mismo ritmo de reemplazo que otras economías que si las producen. En efecto, la evaluación que se impone a propósito del stock de capital existente, es de carácter interno para el país en cuestión, pues las máquinas que han caído en obsolescencia en economías en las que la brecha entre las mejores técnicas y el promedio es menor, no son necesariamente obsoletas en otras. Son pues consideraciones de costos alternativos y de eslabonamientos que determinan la oportunidad y el ritmo de reemplazo de equipos considerados en estado de servir eficientemente. Habría por consiguiente, un posible conflicto entre la aceleración del progreso tecnológico y la mejor utilización de los recursos internos.

Enfocando desde otro punto de vista la política de reemplazo, como mantenimiento de la capacidad productiva, desearíamos llamar la atención sobre un riesgo opuesto al que acabamos de señalar. Nos referimos a que lejos de un reemplazo prematuro de las máquinas, se produzca una prolongación, más o menos importante, de la vida útil a través de un sistema de reparaciones, de cambio de piezas importantes o de dedicación de la máquina a otro tipo de trabajos.

Se trata de un fenómeno bastante común en los países no productores de bienes de capital y lo es concretamente en América Latina. Para el caso del Perú, tenemos algunas evidencias sobre las industrias de pequeña dimensión, tanto por la "edad" de la maquinaria utilizada, como

por el tipo de repuestos que se adquieren (1). Observamos que gracias a un ingenio, notable a veces, se mantiene un funcionamiento material en principio inservible, pero es al precio de estancar o reducir la capacidad productiva, o bien de incurrir en costos de producción muy altos, con la consiguiente pérdida de competitividad.

Percibimos en este fenómeno, un problema de mentalidad que esperaría un carácter definitivo de cada inversión (no se forma capital de reemplazo en muchos casos) y hay además el problema de la falta de estímulos en una economía compartimentada y con severas restricciones a la competencia (tendencias monopólicas, oligopólicas; sistemas de apropiación y distribución de beneficios, entre otras).

La prolongación de la vida útil del equipamiento finalmente, tiene el efecto de ampliar la brecha entre las mejores técnicas y el promedio. En realidad lo que ocurre es que equipos más o menos anticuados o mantenidos en servicio por cambio o injerto de piezas van retrogradando en términos de productividad y de costos, de manera que constituyen un elemento que tiende a rebajar el promedio (la average practice para la economía), y naturalmente las consecuencias serán graves en la medida que la práctica de prolongación de vida útil sea generalizada. Por otra parte, es evidente que tanto en materia de inversiones de reemplazo como en inversiones nuevas, no están excluidas las que implican incorporación de técnicas muy nuevas o en todo caso superiores al promedio, de ma-

(1) M. VEGA_CENTENO, I. RIVERA y M. CABIESES, "La Pequeña Industria en Lima Metropolitana", por publicarse, CISEPA, 1971

nera que la aparición de técnicas que eleven el nivel de la "best practice" es en cierta forma autónoma y desplaza el punto de referencia.

Los problemas que se plantean vendrán a ser por tanto, los de un ritmo lento de progreso tecnológico para el conjunto de la economía y de dificultades y aun imposibilidad de difusión de mejores técnicas incorporadas en algunos sectores o actividades al resto de la economía.

4. Difusión de Conocimientos y Adopción de Tecnología

La adopción de una tecnología por parte de una unidad de producción, tal como lo hemos recordado anteriormente, es el resultado de una elección. Ahora bien, en todo problema de elección es indispensable tener información sobre las opciones materia de la elección y, por otra parte, asegurar alguna capacidad de juicio por parte de quienes deben elegir. En el caso concreto que nos ocupa, se trata de información sobre las tecnologías alternativas, sus características y exigencias por una parte, y por otra de un conjunto de conocimientos, de experiencia y de perspectiva tanto técnica como económica en manos de los responsables.

Los requerimientos que estamos planteando hacen referencia bastante directa al conocimiento científico y tecnológico, en forma que éste se diseña inmediatamente como factor condicionante en todo el proceso de selección e incorporación de tecnología a una actividad productiva determinada. Sin embargo, el hecho de reconocer el rol y la importancia del conocimiento científico y tecnológico en la elección, no debe llevar a minimizar otros elementos o a sobrevaluar su importancia.

Nos parece que es muy importante distinguir los fenómenos que se operan en el plano del conocimiento de los que se operan en el plano de la acción, con fines analíticos, y luego enmarcar los fenómenos reales en la esfera en que preferentemente (no exclusivamente) se ubican. Es así que todo lo que, a los distintos niveles, se puede identificar como conocimiento científico y tecnológico tendrá necesariamente una connotación intelectual, mientras que las decisiones de empresa son típicamente fenómenos de acción, es decir conformados por algún tipo de conocimiento o de racionalización, por motivaciones (motivaciones o valores), por las posibilidades concretas y por la voluntad de realizar. Entre estas decisiones, la selección y empleo de tecnología es un fenómeno resultante de juicios y acciones formulados y emprendidas en un mundo de condicionamientos e interacciones; en todo momento jugarán un papel las motivaciones propias del agente y las restricciones que le impone el mundo exterior.

Consecuentemente, el conocimiento científico y tecnológico no recubre completamente ni agota lo que puede ser el dominio y la posibilidad de uso de una tecnología, la decisión de incorporarla o de reemplazarla. Los problemas reales de selección de tecnología se plantean en las estructuras de producción y no en círculos fundamentalmente académicos o científicos, y es allí, en las empresas y/o en los organismos de Planificación que se resuelve recurriendo a fundamentos o razones de tipo científico, pero también y quizá principalmente respondiendo a motivaciones económicas y comprometiendo capacidades humanas y sociales que no son estrictamente intelectuales: gusto o aversión por el riesgo, intuición sobre el horizonte económico, expectativas, valores y otras.

La decisión de utilizar una tecnología responde pues, a un complejo proceso que exige conocimientos además de otros apoyos. El conocimiento científico y tecnológico viene a ser una condición necesaria pero no suficiente para la incorporación o la eliminación de una tecnología.

En esta línea de razonamiento, hay que distinguir igualmente lo que son los mecanismos de difusión del conocimiento científico y tecnológico y los mecanismos de incorporación o adopción de tecnología. La sola difusión del conocimiento ampliaría el cumplimiento de la condición necesaria, haría posible pero de ninguna manera aseguraría la capacidad de incorporación de la economía.

Por otra parte, si pensamos que los dirigentes, ejecutivos y en general, los responsables de las decisiones en las empresas, no son necesariamente personas con una formación científico-técnica muy elevada, deberíamos concluir en que pueden fácilmente quedar excluidos de los sistemas de difusión del conocimiento, sobre todo si estos son mecanismos formales o convencionales. Recordemos a propósito, que en términos generales, la difusión del conocimiento científico y tecnológico se opera a través de los canales habituales de transmisión y difusión de todo conocimiento y plantea por tanto, los requerimientos igualmente habituales. En otras palabras, se trata de algunas restricciones para los receptores como puede ser el haber adquirido previamente una capacitación que permita funcionar como interlocutor valedero de quien comunica el conocimiento.

En todo caso, un énfasis exagerado sobre esta condición necesaria, no llevaría a otra cosa que a una intelectualización estéril de un

problema que no lo es. Al contrario, la toma en cuenta de otros elementos puede aportar, junto con una mejor visión de las cosas, la condición de suficiencia que hace falta.

En lo que toca a los mecanismos de incorporación de tecnología, vemos que están asociados o en correspondencia con la modalidad de creación (producción) de tecnología y de apropiación del derecho de uso de la misma. Se trata pues de mecanismos esencialmente comerciales, de relación económica entre un agente productor y un usuario que no produce el servicio que necesita.

En efecto, tenemos de un lado un productor de tecnología que está protegido no sólo por su producción, sino además por el no-conocimiento del resto y por un sistema de patentes y regalías. Por el otro lado tenemos un usuario eventual con una información o conocimiento impreciso de la tecnología, pero con una relativa urgencia de acceder a su empleo. Resulta pues evidente que para ello deberá adquirir el derecho de uso.

Nos situamos pues ante un mercado en el que se concretan las transacciones de compra-venta de un servicio que es la tecnología. Este mercado, por lo demás, es fuertemente imperfecto, pues además de la carencia que lo origina (1), existen consideraciones de costos marginales, de poder de negociación y de estructura institucional, como lo ha mos

(1) Se trata de la paradoja que se manifiesta a propósito de la demanda de información: si se tiene información (condición de buen funcionamiento del mercado) no se la busca. (Cfr. K. ARROW (1962)).

trado fehacientemente C. VAITSOS (1970), a propósito de Colombia, pero cuyas conclusiones guardan todo su valor para países de similar estructura interna y de relación con el exterior.

Este enfoque excluye, por una parte, la consideración de la comunicación de tecnología a través de un mecanismo simple consistente en un emisor u oferente de tecnología en relación con un usuario acogedor; es decir, dos movimientos complementarios estrictamente: una oferta pura y una demanda pura. Por otra parte, está excluida, o por lo menos fundamentalmente cuestionada la identificación del proceso como una "transferencia", pues si bien hay cambio de usuario, ese cambio es a título oneroso y es por tanto una compra y si lo es al extranjero, una importación. Esta idea de transferencia (sin prestar atención a la noción correcta) que ha tenido gran éxito y se encuentra muy generalizada, está íntimamente ligada a la primera idea, es decir la de complementaridad; ambas se desvanecen al enfocar el problema en términos más realistas.

Lo que existe y funciona es un mercado en el cual se encuentran ofertas y demandas recíprocas, agentes de oferta y de demanda que concurren con motivaciones y expectativas propias y, lo que es más, con capacidad de negociación y con apoyos institucionales diferentes. Estas diferencias que no son independientes de la ubicación internacional de oferentes (productores) y demandantes (usuarios) conforma las características monopólicas del mercado.

Es evidente que un mercado imperfecto restringe ya bastante la posibilidad de elegir por parte del comprador, pero hay además

otros elementos que nos parece importante señalar. En efecto, las relaciones económicas no se reducen al comercio de tecnología, sino que éste está estrechamente relacionado con la producción de bienes y servicios en general. En esa medida aparecen algunas modalidades de definición de la tecnología a usar que viene a ser otras tantas formas restrictivas o de im-

posición.

Tenemos en primer lugar, la solicitud de productos por contrato que generalmente comporta especificaciones tan precisas sobre el producto en forma que prácticamente está definida la tecnología, si es que no lo está explícitamente. Luego, el establecimiento de subsidiarias de empresas importantes, que no benefician gratuitamente de la tecnología, pero que deben emplear aquella que usa la matriz en algunos casos, y al parecer en los más, las que esa matriz abandona. Finalmente, tenemos el caso del comercio con bienes intermedios al que ya hicimos referencia anteriormente. Las características técnicas de estos productos (sin desconocer los eslabonamientos que origina su comercio) llegan igualmente a definir las técnicas a emplear.

A través de estas formas restrictivas de la elección que a veces llegan a anularla al especificar aun implícitamente la tecnología a emplear, los mecanismos de comunicación se van simplificando y adquiriendo una fuerte rigidez. Mientras las opciones se reducen para los compradores o usuarios, las ventajas se mantienen y acrecientan para los productores. Estamos frente a un tipo de relación anormal en la que las condiciones de negociación son excesivamente diferentes y en que entran en juego

medios de presión o de imposición por parte de uno de los interlocutores.

Esta relación no es otra cosa que una relación de dominación, puesto que comporta influencia determinante de uno de los interlocutores sobre las decisiones del otro, sin que la recíproca se cumpla. Lo que interesa en consecuencia es la recuperación de las posibilidades de una relación en que se de reciprocidad.

Es por esto que, situándonos frente a un flujo de tecnología que es materia de comercio internacional, y aceptando al mismo tiempo las limitaciones de producción (creación) de tecnologías propias y aún excluyendo la necesidad de trabajar exclusivamente con tecnologías propias (1), nos parece que lo importante es recuperar o crear, a nivel nacional, la capacidad de negociación. Esta vendría a ser la condición suficiente.

La capacidad de negociación abriría la posibilidad de una relación normal y el nivel de conocimientos permitiría orientar los objetivos de la relación.

Ahora bien, esa capacidad no se podrá adquirir a nivel de empresas aisladas, sino que es a la colectividad a la que por razones de eficacia y de conveniencia, le corresponde la iniciativa. En otras palabras, además de las consideraciones de economicidad (y las posibilidades de eficacia) de firma, están las que corresponden a la asignación de recursos a nivel de la sociedad, lo cual define un cuadro de conveniencias nacionales. Por todas

(1) Esta afirmación no pone en tela de juicio la creatividad de una sociedad, sino un cierto indigenismo científico y técnico.

estas razones, nos parece que es el Estado la entidad nacional que puede ser el interlocutor más calificado y en todo caso menos débil para negociar la importación de tecnología.

Realizada esta etapa habría que afrontar aquella que corresponde a la difusión interna, lo cual plantea problemas en menor grado (1).

■ ■ ■

Concluimos entonces, señalando que las posibilidades de selección e incorporación de tecnología por las empresas está sujeta a opciones tomadas a nivel nacional, así como a posibilidades en la negociación con los productores extranjeros de tecnología. En toda circunstancia, el rol del Estado, de sus organismos de planificación o de las empresas públicas es de capital importancia.

El aporte científico irá más bien en la línea de ampliar la capacidad de juicio y de uso de nuevas técnicas, así como en la de posibilitar la creación, la participación como productores en el mercado de tecnología. Es evidente que esto último no considera alguna aspiración a una autarquía tecnológica, sino la conquista de una posición competitiva completa en materia de tecnología.

(1) En la exposición oral de este trabajo, recibimos algunos comentarios estimulantes del Profesor Miguel S. WIONCZEK, quien sobre este punto aludió a técnicas empleadas con éxito en Japón: la llamada "cross-prize" que es una negociación cruzada de un conjunto de firmas japonesas con un conjunto de firmas extranjeras; y, la llamada "champion firm" que viene a ser una única firma intermediaria con el extranjero y que goza del apoyo estatal, luego es esta firma la que difunde la tecnología en el país.

R E F E R E N C I A S

- ARROW, K. (1962) "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention" in "The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and social Factors", Bureau of Economic Research, Princeton University Press, 1962.
- ARROW, K (1963) "The Economic Implications of Learning by Doing", R. of Ec. Stud., Vol. XXIX, Jun. 1962.
- DENISON, E. F. (1962) "The sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives before Us", Committee for Economic Development, New York, 1962.
- HARROD, R. F. (1948) "Towards a Dynamic Economics" Londres, Macmillan, 1948.
- HICKS, J. R. (1932) "The Theory of Wages", Londres, Macmillan, 1932.
- JOHANSEN, L. (1959) "Substitution versus Fixed Proportion Coefficients in the Theory of Economic Growth: A Synthesis" Econometrica, april 1959.
- KALDOR, N. and MIRRLES, J. A. (1962) "A New Model of Economic Growth", R. of Ec. Stud., jun. 1962.
- MARX, K. (1867) "El Capital" (tomo I), Tr. F.C.E., México, 1946.
- McCLELLAND, D. (1963) "The Achievement Motive in Economic Growth" in HOZELITZ y MOORE, "Industrialization and Society" París, Mouton, 1963.
- NELSON, R. and PHELPS, E. S. (1966) "Investment in Humans, Technological Diffusion and Economic Growth", Am. Ec. R., may 1966.
- PHELPS, E. S. (1963) "Substitution, Fixed Proportions, Growth and Distribution", Int. Ec. R., Sept. 1963.
- ROBINSON, J. (1938) "The Classification of Inventions", R. of Ec. Stud., Feb. 1938.
- SALTER, W. E. G. (1960) "Productivity and Technical Change", Londres, Cambridge Univ. Press, 1960.
- SAY, J. B. (1803) "Traité d' Economie Politique", Paris, 1ra. ed. 1803, tr. Benavente, México, 1814.
- SCHUMPETER, J. A. (1911) "Teoría del Desarrollo Económico", tr. F. C. E., México, 1944.
- SOLO, R. (1966) "The Capacity to Assimilate an Advanced Technology", Am. Ec. R., may 1966.

SOLOW, R.M. (1957) "Technical Change and The Agregate Production Function", R. of Ec. and Stat., aug. 1957.

VAITSOS, C. (1970) "Opciones Estratégicas en la Comercialización de Tecnología: el Punto de Vista de los Países en Desarrollo", Comercio Exterior, México, Sept. 1971.