

## EL PAPEL DE LA TECNOLOGIA Y DE LA EDUCACION EN EL DESARROLLO ECONOMICO

CARLOS L. CERDAN RIPOLL\*

¿Cuál ha sido el papel de la tecnología en el desarrollo económico nacional?

¿Cuáles han sido las relaciones entre la educación, la tecnología y el desarrollo económico nacional?

¿Cuál es la tecnología más adecuada para acelerar el desarrollo?

Estas preguntas son el resultado lógico de cualquier meditación sobre el tema que desarrollaremos, pero el contestar a ellas implica un análisis muy profundo, que no es exactamente conocer a fondo el proceso de la tecnología y de la educación, sino que es necesario conocer las características de otros elementos que influyen sobre éstos.

### EL PAPEL DE LA TECNOLOGIA

Consideremos preliminarmente a la tecnología como “La incorporación de conocimientos científicos dentro del campo productivo con el objeto de obtener nuevos insumos, nuevos productos, nuevos dispositivos, nuevos procedimientos, nuevos sistemas o mejorar sustancialmente a los ya existentes”.

De acuerdo con la definición antes mencionada, la tecnología opera dentro del campo productivo y es de figurarse que ésta ejerce alguna influencia en la producción y en la productividad.

Podemos considerar a la tecnología, tal y como lo menciona Glenn L. Johnson,<sup>1</sup> como un insumo no ordinario, que sin ser necesariamente un factor de la producción influye sobre ésta, encontrando una nueva combinación de los factores de producción o incluyendo un nuevo factor, dando como resultado un aumento en la producción, una disminución en costos o un nuevo producto antes desconocido.

Vamos a dar contestación a la primera pregunta: ¿cómo ha contribuido la tecnología al desarrollo nacional? Para encontrar la respuesta es necesario suponer que un adelanto tecnológico es una de las formas que permiten ahorrar en un insumo de la producción una parte proporcional significativa.

Una estimación del ahorro en un factor de la producción a causa de un adelanto tecnológico puede hacerse a través del “índice de productividad total de los factores”. Este índice ha sido utilizado por Enrique Hernández Laos<sup>2</sup> para el caso de México, y nos da una idea de la eficiencia con que han sido empleados los factores de la producción. Hernández Laos, efectúa un análisis en el período 1950-67, analizando las ganancias de productividad en términos de producto, dentro de la economía mexicana. El resultado de los estudios mencionados, indica que los sectores más dinámicos en la economía del país dentro del lapso considerado son: la industria extractiva, la industria manufacturera, la construcción y la electricidad, habiendo experimentado éstas a partir de 1960, ganancias en productividad del 37 % en conjunto con respecto al aumento del producto por ellos generado. Sin embargo, el sector agropecuario se movió erráticamente a través de todo el período de análisis; esto se explica por la presencia de dos tendencias que se neutralizan: por un lado la agricultura y la pesca han experimentado un índice de productividad decreciente a lo largo del período de estudio, mientras que la ganadería se ha movido en un sentido inverso registrando una elevación considerable de su eficiencia. Finalmente, el sector terciario vio reducir significativamente su productividad del 39.8 % en el período 1950-55, a 16.4 % en el período 1960-67; esto se debe a que aunque el sector servicios tuvo un desarrollo favorable durante todo el período de estudio, el sector comercial mantuvo una tendencia decreciente a lo largo de aquél.

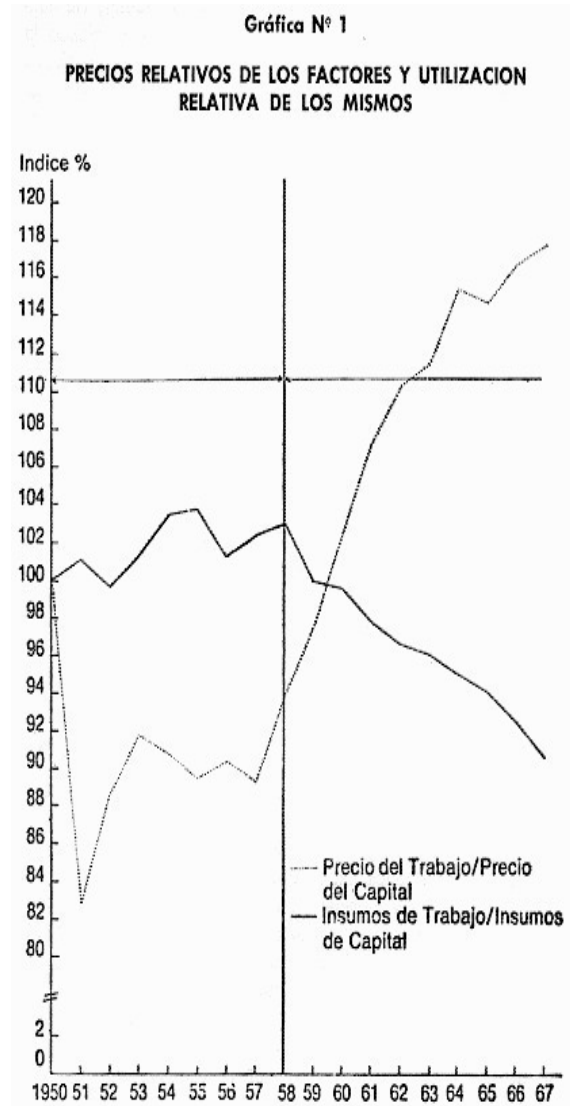
---

\* Investigador del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

<sup>1</sup> JOHNSON, GLENN L. “Una nota sobre insumos no usuales y funciones de producción usuales”. La agricultura en el desarrollo económico, Eicher Witt, 1968, p. 139.

<sup>2</sup> HERNANDEZ LAOS, ENRIQUE. “Evaluación de los factores de producción en México”, CENAPRO, 1973, p. 20.

Paralelamente al análisis que se acaba de presentar, Hernández Laos determina el avance tecnológico logrado, asociando la sustitución de factores productivos con la influencia que tienen los precios relativos de aquéllos, sobre la utilización de los mismos. En esta forma si los precios del capital crecen más que proporcionalmente que los precios de la mano de obra, la tecnología usada será ahorradora de capital. Para ilustrar lo anterior, se presenta en la gráfica 1 un índice relativo de precios de la mano de obra respecto al capital, y el índice de utilización de mano de obra por unidad de insumos de capital para el total de la economía.



En la gráfica 1 puede observarse que durante el período 1950- 58, los precios relativos del trabajo entre los precios del capital, experimentaron una tendencia hacia la baja; y la utilización del insumo trabajo por unidad de capital descende sistemáticamente. Sin embargo, durante el período 1958-67, los precios relativos del trabajo con respecto al capital ascienden mientras que la utilización del trabajo por unidad de capital sigue descendiendo.

Esto quiere decir que a partir de 1958, las tecnologías utilizadas en nuestro país han sido ahorradoras de mano de obra y han requerido el uso intensivo del capital.

Esto es resultado de la importación de tecnologías del extranjero, enfocadas a un uso intensivo del capital, que no ha tenido el efecto más favorable sobre la productividad de los factores.

## EL PAPEL DE LA EDUCACION

Conceptualicemos a la educación como “un sistema que comprende a todas las personas e instituciones que participan en la preparación y entrenamiento de recursos humanos para el país”.<sup>3</sup>

Concebida la educación en esta forma, puede presumirse que ésta juega un papel esencial en la preparación y entrenamiento del personal científico y técnico requerido para el cumplimiento de las metas de desarrollo económico nacional.

Conviene, a partir de este punto, resaltar algunas relaciones importantes entre la educación y la tecnología para analizar en qué forma influye una sobre otra, para posteriormente analizar la influencia que ambas ejercen sobre el desarrollo económico nacional.

Regresando a nuestra definición original de tecnología,<sup>\*</sup> ésta puede descomponerse en dos partes:

- a) El conocimiento científico, y
- b) la aplicación de éste en el campo productivo.

Esta segmentación de nuestra definición nos remite al foco de generación de conocimientos científicos: el sistema científico y tecnológico, y a la entidad en donde se lleva a cabo la producción: el sistema económico.

Para obtener mayor claridad es preciso profundizar un poco más en el concepto de sistema científico y sistema económico, delimitando así las vinculaciones existentes entre el sistema educativo y éstos.

El sistema científico y tecnológico (S C y T) está caracterizado por la presencia de una serie de procesos y actividades interrelacionadas que generan y transforman los conocimientos científicos y tecnológicos.<sup>4</sup>

El sistema económico comprende a todas las actividades, organizaciones, personas e instituciones dedicadas a la producción y distribución de bienes y servicios.<sup>5</sup>

El sistema educativo, definido al principio de este inciso,<sup>\*\*</sup> toma bienes y servicios del sistema económico, conocimientos científicos y tecnológicos del sistema científico, e insumos de otros sistemas que no los mencionamos aquí para simplificar el análisis,<sup>\*\*\*</sup> para generar recursos humanos capacitados y entrenados, los cuales los envía al sistema económico en la forma de ingenieros, técnicos especializados, mano de obra calificada, etc., y al sistema científico y tecnológico en la forma de personal científico y técnico.

De este breve análisis de vinculaciones surge el tipo de personal que ha de preparar y entrenar el sistema educativo para que se pueda influir en la mejora de la tecnología.

---

<sup>3</sup>SAGASTI, FRANCISCO R. A systems approach to science and technology policy making and planning. Department of scientific affairs, General Secretariat of the OAS, 1972, p. 8.

<sup>\*</sup>Ver pág. 27.

<sup>4</sup>SAGASTI, op. cit., p. 13.

<sup>5</sup>SAGASTI, op. cit., p. 8.

<sup>\*\*</sup>Ver pág. 29.

<sup>\*\*\*</sup>Si se desea ampliar el análisis, véase “Un triple enfoque para planificar la educación”, por CARLOS CERDAN RIPOLL, que publicará el Centro de Estudios Educativos.

El tipo de personal es:

1. Personal científico y tecnólogo calificado para generar nuevos conocimientos científicos que pueden tener o no un campo de aplicación potencial.
2. Ingenieros y técnicos para transformar los nuevos conocimientos científicos en conocimientos listos para usarse en una área de aplicación determinada, o para identificar y seleccionar tecnología del exterior, o para adaptar tecnología del exterior.
3. Técnicos especializados y mano de obra calificada para poner en práctica a nivel de producción cualquiera de las tecnologías del punto 2.

Es importante prestar particular atención al tipo de personal mencionado, porque en los últimos 10 años el índice de cambio tecnológico en México -tal y como lo menciona Jorge Efrén Domínguez<sup>6</sup>- ha sido decreciente, debido entre otras razones, algunas mencionadas en el primer inciso, a una carencia de recursos humanos debidamente capacitados y entrenados para manejar la tecnología de una manera eficiente.

### **UBICACION DE LA TECNOLOGIA Y DE LA EDUCACION DENTRO DEL PROGRAMA DE DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL DE MEXICO**

Para poder completar el enfoque de este estudio, es necesario ubicar a la tecnología y a la educación dentro de un contexto en el cual éstas pueden ser relacionadas con los objetivos de desarrollo nacional.\*

Estando orientada la política del actual gobierno a incrementar los niveles de empleo y distribuir mejor el producto nacional,<sup>7</sup> es necesario relacionar a la tecnología y a la educación con estos objetivos.

El diagrama 2 muestra los dos objetivos de desarrollo mencionados, dando una gran importancia al problema del desempleo, que es uno de los más graves en nuestro país.

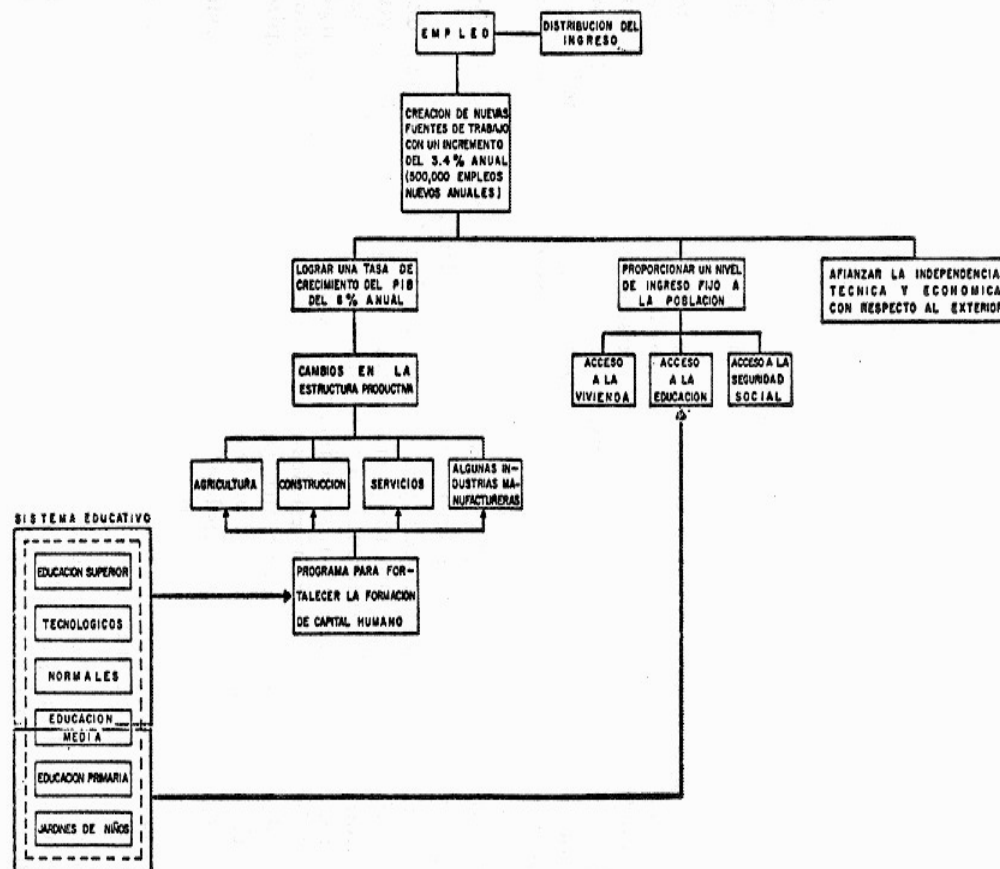
---

<sup>6</sup>DOMINGUEZ, JORGE E. "Educación, dependencia tecnológica y planificación", CEE, 1969, p. 78.

\*Véase SIMMONS, JOHN, "Technology and Education for Economic Development". Science and Technology in developing countries, Edited by Nader and Zahalan, Cambridge, 1969, p. 41.

<sup>7</sup>Lineamientos para el programa de desarrollo económico y social (1974-80). Secretaría de la Presidencia.

Gráfica N° 2



Fuente: Investigación directa a partir del "Programa de desarrollo económico y social" (1974-80), Secretaría de la Presidencia.

Para reducir, y en un futuro eliminar el desempleo y el subempleo existentes, el programa de desarrollo menciona que será necesario aumentar el número de empleos a razón de 500,000 plazas anuales; mediante este aumento, se alcanzarán tres propósitos:

- a) Una tasa de crecimiento del PNB del 8% anual.
- b) Un ingreso fijo a la población.
- c) La independencia técnica y económica con el exterior.

Para lograr el primer propósito será necesario realizar cambios en la estructura productiva, fundamentalmente en las ramas de la agricultura, construcción, servicios y algunas industrias manufactureras. Los factores para lograr estos cambios son diversos y aquí no los mencionaremos todos, excepto la tecnología y la educación.

Ya hemos mencionado anteriormente cómo el uso de una nueva tecnología propicia un cambio en la producción, ya sea aumentando ésta o disminuyendo sus costos; esto quiere decir que si se desea modificar la estructura productiva de los sectores antes mencionados, va a ser necesario usar nuevas tecnologías, pero con las siguientes características para evitar errores en los que se ha incurrido en años pasados:

- a) Deben ser tecnologías ahorradoras de capital; es decir, deben maximizar el uso de mano de obra.
- b) Deben ser tecnologías generadas en las instituciones del país. Este punto es muy importante y gradualmente ayudará a la independencia tecnológica con el exterior. Además, no estamos muy distantes de lograr ésta: Jorge Efrén Domínguez menciona que los países del Tercer Mundo generalmente no producen su tecnología propia, sino que la importan, pero siguen dos caminos:
  - I. Importan la tecnología y la aplican sin modificarla en alguna de sus partes.
  - II. Adaptan creativamente la tecnología del extranjero a las necesidades reales.

México se encuentra cerca del segundo caso.

La educación, por otro lado, tiene un doble papel muy importante; por un lado tiene que fortalecer los cuadros de personal que se encargarán de adaptar o crear la nueva tecnología, y por otro, tiene que influir en los nuevos empleos que se generan como producto del desarrollo del país a través de programas para fortalecer la formación de capital humano. En estos programas deben tener una alta prioridad los niveles educativos de educación superior, tecnológicos, normales y educación media.

La realización del segundo propósito implica un nivel de ingresos fijo en la población, el cual permitirá a ésta tener acceso a, la vivienda, a la educación y a la seguridad social.

En esta forma, para lograr relacionar a la educación y a la tecnología con el objetivo referente a aumentar el número de empleos en los próximos años, es necesario asignar tasas de crecimiento a cada tipo de ocupación, de acuerdo con la tecnología que se adopte, para encontrar la contraparte por el lado de la educación, que consiste en poder estimar en un período determinado el número de personas que es necesario preparar y entrenar, según los diferentes niveles educativos, para lograr satisfacer los requerimientos de personal mencionados en un período de tiempo,  $t + I$ .