

LINEAMIENTOS DE POLITICA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA

En seguida se presenta el primero de una serie de artículos sobre Lineamientos de Política Científica y Tecnológica para Colombia preparado por Pedro Amaya P. y Alberto Alvarado A. En él se hace una introducción sobre la importancia de la variable científico-tecnológica dentro del contexto del desarrollo económico y social. En los subsiguientes, se tratará en forma sucesiva, entre otros, los siguientes aspectos: La ubicación de la Política Científica y Tecnológica con relación a otro tipo de políticas; el ámbito de las actividades Científicas y Técnicas y el proceso de creación, difusión y utilización del conocimiento. Con base en la conceptualización dada por los anteriores artículos se continuará con las características generales de la situación de la ciencia y la tecnología en el país; las áreas prioritarias de acción para el desarrollo científico y tecnológico y por último, el esbozo de lo que podrían ser los lineamientos de una política científica y tecnológica a nivel nacional.

La Variable “Ciencia y Tecnología” en el Contexto del Desarrollo Económico, Social y Cultural

La revolución científica y tecnológica sobre el sistema económico y social, se ha reflejado en la evolución del contenido de las políticas gubernamentales de muchos países, al tratar de considerar las variables que inciden en el desarrollo (1). Entre éstas se destaca preponderantemente la variable “Ciencia y Tecnología” la cual, a su vez, de simple elemento cualitativo que afecta los factores esenciales del concepto tradicional de “desarrollo económico” (capital, trabajo y tierra), ha pasado a ser considerada como una de las variables determinantes, no sólo de la tasa de crecimiento de la economía, sino también, del tipo de sociedad que se va modelando.

Por consiguiente, el desarrollo científico y tecnológico ha de tomarse como uno de los componentes del desarrollo general porque está ligado directamente con la aplicación de los conocimientos a las actividades productivas, con la incorporación de nuevas técnicas y métodos, y en general, con la modernización de las instituciones sociales y de las formas de vida. Supone, además, los efectos que el progreso técnico produce, desde el punto de vista de la capacidad de acumulación, sobre la distribución del ingreso y la asignación de recursos.

Es necesario señalar que, muchos autores reducen esta variable al concepto de "progreso técnico", que comprende los conocimientos que se relacionan con la producción de bienes y servicios y con la gestión, administración, dirección de personal, etc. En el presente análisis, con el fin de apreciar todos los efectos de la variable Ciencia y Tecnología sobre la sociedad, se adoptará una visión más amplia de la misma.

Para ello se debe, en primer lugar, distinguir entre Ciencia y Tecnología y en segundo lugar, recalcar su complementariedad lo cual obliga a considerarlas como variable única.

La ciencia es creadora de conocimientos (relativos al universo, al hombre, a su ambiente y a su comportamiento individual y social). Es además, un conjunto de conocimientos basados en la experiencia individual y traspasados a un nivel colectivo y está formada por unos patrones aceptados por la sociedad y la cultura vigentes.

La tecnología por su parte aplica los conocimientos a nuevas formas de hacer cosas útiles para el hombre. Por consiguiente la tecnología se convierte en un insumo indispensable para la producción de bienes y servicios; en una u otra forma está incidiendo en los modos de producción. Este carácter la convierte en un objeto de comercio entre quienes la poseen y aquellos que la requieren y no disponen de ella... "La tecnología adquiere así un precio de venta y se convierte en mercancía".

De por sí, el acervo de conocimientos disponibles en un país es un elemento de poder, "con críticas repercusiones en las relaciones que ese país tiene con el resto del mundo". El poder tecnológico conlleva un alto contenido político y es un elemento decisivo en el ejercicio de esas relaciones (2).

Si bien es cierto que en Colombia la Ciencia y la Tecnología tienen aún sus mundos separados o escasamente integrados, es el caso de reconocer que el explosivo desarrollo tecnológico mundial de las últimas décadas se debe a la reciente unión de la Ciencia y la Tecnología, al encuentro y coordinación entre el "sabio" y el "ingeniero".

A partir del siglo XVIII, la técnica empieza a ser guiada por la ciencia, antes la técnica era empíricamente elaborada y la ciencia marchaba muy lejanamente, casi sin contacto con el progreso de la primera.

“Desde que se logró poner en marcha un reactor nuclear aplicando los conocimientos cuya generación remonta a los trabajos de los esposos Curie, la ciencia ha multiplicado su acción fecunda hacia el cambio técnico; el transistor es hijo de la teoría de los sólidos, la computadora surge de la informática y de las teorías matemáticas, etc. Y no tendríamos tecnología espacial ni macro-gestión industrial ni planificación nacional sin el transistor y la computadora. Así es como puede explicarse que el progreso tecnológico de la humanidad sea mayor en los últimos 30 años que en todos los milenios anteriores a la segunda guerra mundial” (3).

Así definidas, en breves términos, la Ciencia y la Tecnología y establecida la necesidad de considerarlas unidas en la variable “ciencia y tecnología”, aún subsisten diferentes maneras de considerar esta variable al entrar en el campo operativo; algunas formas interpretativas son las siguientes:

- El estado de los conocimientos científicos y técnicos, en un momento dado.
- El grado de asimilación de los conocimientos científicos y técnicos por parte del hombre, lo que puede medirse por la cantidad y la calidad de científicos e ingenieros.
- El conjunto de actividades dentro del ámbito de la Ciencia y la Tecnología, susceptible de medirse por el nivel de gastos en dichas actividades científicas y técnicas (investigación, desarrollo experimental, formación del personal científico y técnico, servicios de apoyo científicos y tecnológicos y difusión científica y técnica).

En la práctica, estas tres formas son complementarias y deben entrar todas en un concepto amplio de la variable, pues Ciencia y Tecnología son a la vez acumulación de conocimientos, formación y capacitación, capacidad intelectual para el uso de los conocimientos acumulados y capacidad operativa a través de las actividades en curso.

De lo anterior surge la necesidad de abandonar definitivamente algunas posiciones simplistas que se han venido planteando sobre este tema (4). Por un lado, algunos científicos consideran que lo esencial es desarrollar la infraestructura científica y técnica nacional y que la transferencia de tecnología no debe ser fomentada. Por el otro,

muchos economistas, preocupados por aumentar los niveles de insumo técnico del proceso de producción, junto con los empresarios que compran la tecnología sin preocuparse en un objetivo de desarrollo técnico nacional, ponen todo el énfasis en la importación de tecnología. Estas posiciones aparentemente opuestas no son alternativas excluyentes sino enfoques complementarios que deben emprenderse en forma paralela y reforzarse mutuamente. Si se los enfoca como una disyuntiva, se llega a la importación masiva e indiscriminada de tecnología que conduce al colonialismo técnico, a la dependencia creciente, al estrangulamiento técnico y, a largo plazo, también al económico. Por el otro extremo, un enfoque que apoya exclusivamente a la ciencia nacional, pensando que va a resolver los problemas del desarrollo, se basa en la ingenuidad de creer que el solo apoyo a la educación y a la investigación científica trae indefectiblemente como resultado, mejor tecnología y mayor crecimiento económico nacional. Esta posición encierra al peligro de crecer simplemente en capacidad científica de imitación, seguir los modelos de avance de la ciencia de los países desarrollados y sus "modas" temporarias, sin contribuciones directas a los problemas de desarrollo del país.

Así el desarrollo científico se encierra en sí mismo, sin cumplir su misión social, alienado de la realidad nacional, y desconectado de la problemática fundamental del desarrollo. En síntesis, un extremo lleva al colonialismo técnico y a la dependencia creciente, y el otro conduce al espléndido aislamiento de un cientcismo gratuito. Ni el pragmatismo de los empresarios, que compran invariablemente su tecnología en los países desarrollados, ni las aspiraciones de algunos científicos "puros" son respuesta adecuada para una política de desarrollo técnico. Tampoco puede serlo el deseo ilusorio de una autarquía técnica: los países técnicamente más avanzados tienen la mayor intensidad de importación e intercambio de sus tecnologías. Por otro lado, una posición de apertura total a las tecnologías foráneas en un mercado altamente imperfecto como es el mercado tecnológico internacional, plantea peligros muy reales. La solución se debe buscar en posiciones intermedias que combinen y complementen los planteamientos extremos.

Impacto de la Ciencia y la Tecnología en el desarrollo económico

La incorporación de la ciencia y la tecnología en los diferentes sectores productivos de bienes y servicios, constituye por sí mismo uno de los elementos básicos para el crecimiento de los países más "modernos". La economía actual se caracteriza por la influencia determinante que en las actividades productivas tiene las innovaciones científicas y tecnológicas y los perfeccionamientos tecnológicos que

aumentan tanto la productividad del trabajo como del capital. El efecto que en las actividades económicas produce el incremento de factores de producción como el capital y la mano de obra se vería restringido si no hubiese cambios cualitativos en los procesos y no se generasen nuevas aplicaciones o productos (5).

Partiendo de la base que en una economía de mercado, la contribución de determinado insumo al producto puede medirse a través de la remuneración que recibe, algunos economistas determinaron la contribución de los incrementos de trabajo y de capital al incremento del producto. Comprobaron así que ambos factores reunidos no explican sino una fracción (en general no muy grande) del incremento del producto. El otro factor que lo hace crecer, al que no saben medir y al que identifican como se anotó anteriormente, con el "progreso técnico", lo llaman "factor residual".

Concebido en esta forma el "progreso técnico" es un factor residual de la función de producción que abarca todos los tipos de avance del conocimiento que promueven el desarrollo económico; es decir, tanto los avances en la productividad del capital como del trabajo. En otras palabras, incluye todas las determinaciones de la productividad global, como las innovaciones técnicas, los cambios estructurales en la producción, las economías de escala y el grado de utilización de la capacidad instalada.

Los estudios emprendidos sobre los factores del desarrollo y las funciones de producción, permiten concluir que el progreso técnico o factor residual es uno de los componentes de mayor impacto en el crecimiento económico de los países industrializados, con una contribución mucho mayor que la brindada por los factores clásicos de producción: el capital y el trabajo. Los resultados de estos estudios varían según los países analizados, los períodos de tiempo cubiertos y las metodologías utilizadas, pero todos confirman la importante contribución del progreso técnico al crecimiento económico. Acerca de la magnitud de esta contribución, los estudios de Fabricant y Dennison la sitúan en los Estados Unidos en un 33% entre 1889 y 1929, y en un 68% entre 1929 y 1957. Solow estima la contribución del progreso técnico para la producción per cápita de los Estados en un 87.5% 1929 y 1949 (6). En un análisis de la contribución del capital, el trabajo y el progreso técnico al desarrollo del producto interno bruto de nueve países europeos y Canadá entre 1949 y 1959, se demuestra que, a excepción de Canadá, con resultados más reducidos, la contribución del progreso técnico oscila entre el 50 y el 75% (7).

Según el análisis efectuado en el citado documento de trabajo de la Secretaría de la Comisión Económica Europea de las Naciones

Unidas, se puede expresar que la innovación técnica, entre todos los componentes del progreso técnico, puede ser considerada como el determinante directo y fundamental, todos los demás desempeñan un papel complementario. En este sentido, los estudios recientes de Denison han evidenciado que el avance del conocimiento y su aplicación representó en los Estados Unidos, para el período 1929-1957, una contribución aproximada de 36% al crecimiento del producto per cápita. De estas premisas pueden extraerse algunas conclusiones sobre el progreso técnico (8).

- a) Debe ser reconocido como factor independiente del crecimiento económico.
- b) Su contribución es sustancial y constituye el principal factor de crecimiento de los países industrializados.
- c) La política de mantener o incrementar el ritmo de crecimiento económico de un país, depende en gran medida de la dinámica de crecimiento de la productividad global de los insumos de capital y trabajo. Por consiguiente, una política de promoción del progreso técnico debe considerarse como el principal instrumento de estímulo al desarrollo económico.
- d) Tal política nacional debe implementarse mediante la formulación de un plan o estrategia para el progreso técnico, adaptados a las condiciones de cada país.

La conclusión a la cual se llega del conjunto de estudios hasta ahora realizados sobre este aspecto es: El mal llamado "factor residual", que incluye un gran número de factores, tales como el progreso tecnológico, el progreso en las técnicas de organización y de gestión, la mayor capacitación de la mano de obra, las facilidades de comunicación e información que facilitan la difusión a nivel mundial de los conocimientos, los efectos de demostración, etc., constituye un factor esencial del crecimiento económico (siempre que no existan graves restricciones en algunos de los factores tradicionales, trabajo o capital).

Esta conclusión tiene bases sólidas pues todas estas mediciones se han efectuado en una época de plena industrialización apoyada en el desarrollo científico-tecnológico. Se puede ir más lejos y asegurar que el indicador "Producto nacional bruto" que se utiliza para medir el desarrollo económico no es el más adecuado. Por esta razón, no se deben hacer solo simples análisis cuantitativos del desarrollo económico; aunque este tipo de medición de las economías "en desarrollo" sigue siendo el indicador más utilizado por los gobiernos. De manera que la conclusión relativa a la extraordinaria dependencia

del crecimiento económico frente al "progreso técnico" en su expresión más amplia, constituye un elemento suficiente para justificar la atención prioritaria que el gobierno debe dar al manejo esclarecido y autónomo de la variable "Ciencia y Tecnología".

François Perroux (9) sintetiza los diferentes aspectos a través de los cuales la ciencia incide en el desarrollo de las economías de mercado, así:

"La ciencia se ha transformado en un factor de producción, pues:

- Actúa sobre la magnitud y la estructura de la producción a través de innovaciones que reducen los precios de los productos existentes y de innovaciones que introducen productos nuevos.
- Actúa sobre el consumo y la demanda por intermedio del aumento del producto real y del gusto por la diversidad y la novedad.

Además de estas acciones clásicas, la ciencia renueva incesantemente a un ritmo que acelera, la totalidad de la economía nacional, hombres y cosas".

Impacto de la ciencia y la tecnología en el tipo de sociedad que genera o puede generar

En la práctica, el desarrollo científico y tecnológico mundial se encuentra específicamente orientado en función de los intereses de los países industriales, puesto que en éstos se encuentra la casi totalidad del potencial científico y tecnológico de la humanidad. En teoría la ciencia es libre e independiente expresión de la necesidad del hombre por comprender y dominar su medio, sin embargo los intereses militares de defensa, disuasión o conquista, la búsqueda de la energía termo-nuclear, la carrera espacial, o simplemente los intereses de las grandes corporaciones industriales, son los principales orientadores de las actividades científicas y tecnológicas. Este fenómeno se verifica fundamentalmente en los países altamente industrializados, donde "no solo se dedica la mayoría de la investigación a temas que son ajenos a los países en desarrollo, sino que parte de ella va dirigida contra sus actividades económicas vitales" (10).

"Por otro lado, parte de la tecnología moderna es inadaptable a las condiciones de los países en desarrollo, porque pone en acción métodos de producción adecuados a los países ricos en capital y pobres en mano de obra no especializada, haciendo hincapié en eco-

nomías de escala y diseño de productos que se ajustan a los mercados de los países industrializados, a lo cual se podría añadir la dificultad de acceso a la tecnología y la ciencia mundiales y los efectos nocivos de la pérdida tanto externa como interna de personas capacitadas" (11).

Si el país capta o recibe sin espíritu crítico la última moda de la ciencia y la tecnología, incorporada en equipos modernos, maquinarias, herramientas, productos nuevos, técnicas de organización nuevas, estilos urbanos nuevos... e incluso temas de moda en investigación, está involuntariamente o implícitamente aceptando el modelo socio-económico de los países industrializados. Esta posición de dependencia, de aceptación de una marcha en retaguardia, conlleva importantes costos sociales, además del mal uso y mal aprovechamiento de recursos naturales y humanos.

Esta situación refuerza al sector más avanzado de la economía que generalmente está "extrovertido", orientado hacia los países centrales: servido por éstos y sirviendo a éstos. Pero si bien, las dificultades de estos países repercuten en los nuestros, su prosperidad no arrastra a nuestros países". Paralelamente, subsiste un importante sector tradicional, aislado de la tecnología moderna, incapaz de entenderla, comprarla y menos asimilarla, abandonado por los recursos de inversión, permanentemente desangrado en cuanto a sus mejores recursos humanos, los que frecuentemente pasan al sector moderno; en resumen, un sector mayoritario en franco proceso de recesión en el límite de la subsistencia.

"Es necesario observar, comenta Ignacy Sachs, en el fondo de la transferencia de tecnología la dependencia de consumos importados, como resultado del efecto de demostración ejercido sobre una parte considerable del sector moderno, es decir, aproximadamente de una quinta a una sexta parte de la población que representa más de la mitad del producto nacional" (12).

Por otra parte, observa el mismo autor que "el control de las fuentes de tecnología moderna confiere poderío considerable respecto de las industrias que tienen que depender de las transferencias de dicha tecnología, aún cuando sean propiedad de capital nacional público o privado. Esto suele conducir a situaciones monopólicas **de facto** y podría representar una pérdida considerable de divisas".

Siguiendo la recomendación de François Perroux, "El Plan (de un país como Colombia) debe tener como propósito el de **introvertir** al sector moderno, de ligarlo a la economía nacional y de ponerlo al servicio de las mayorías. Esta transformación implica una política de integración por la infraestructura, por la inversión localizada y por la

inversión en hombres, pero que no se deduce en lo más mínimo de un cálculo simple a partir de una tasa de crecimiento del producto" (13).

Esta visión crítica del rol indirecto del "cambio técnico, que se importa desde los países centrales, no debe oscurecer la visión de tres aspectos fundamentales de la ciencia y la tecnología como herramienta del desarrollo integrado" (14).

- i. El proceso alcanzado por la economía, las mejoras en los servicios de salud, de transporte, de comunicación, etc., se deben en gran medida a la capacidad técnica desarrollada por los países centrales y a la cual se tiene acceso en condiciones más o menos onerosas, según los casos.
- ii. Nada obliga en teoría, a seguir la última moda en cuanto al progreso técnico: parte de los conocimientos desarrollados por la humanidad están a la disposición, más bien son los conocimientos recién obtenidos los únicos no gratuitos. Y además de la ciencia orientada por los intereses militares, de prestigio o de grandes corporaciones, existe un importante stock de ciencia libre, orientada únicamente por la vocación de los investigadores, por las necesidades de la humanidad que ellos sienten. El conjunto de estos conocimientos, existentes o en gestión, da un importantísimo margen para elegir el proyecto de civilización deseable para el país. La dependencia es pues un problema con un alto contenido de responsabilidad nacional.
- iii. El diseño del proyecto de sociedad para el futuro, la elección entre múltiples alternativas tecnológicas, lo cual requiere técnicas de planificación a largo plazo, es decir tecnología variable, no es una tarea solo al alcance de políticos y economistas; en ella debe participar también, en forma activa y decisiva la comunidad científica nacional. Es en ese aspecto determinante del futuro del país donde se hace más importante la necesidad de una capacidad propia en ciencia y tecnología, perfectamente informada, vinculada a la realidad nacional, dinámica y responsabilizada de su función crítica y constructiva en la sociedad.

Lo anterior se obtendrá solo a través de una política científica y tecnológica de gran amplitud y alcance, que corresponda a un marco prospectivo y a una estructura para el desarrollo. Así podrá el país reducir tanto la dependencia económica como la científico-tecnológica.

En síntesis, lo dicho hasta aquí implica la adopción de medidas tendientes a asegurar que la investigación científica y tecnológica disponga de los medios necesarios para su desarrollo y para

aumentar su eficacia; es así mismo indispensable que los resultados de la labor científica contribuyan al progreso del conocimiento y al servicio del bienestar económico y social de la población. Conseguir armonía en esta situación recíproca entre el fomento de la actividad científica y tecnológica y el progreso económico y social es la finalidad que debe buscarse.

NOTAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. El presente artículo está basado fundamentalmente en un escrito elaborado inicialmente para COLCIENCIAS por el doctor Marcelo Robert, dentro del marco del proyecto COL 72/040 "Impulso al desarrollo de la política científica y tecnológica". COLCIENCIAS-UNESCO. El término desarrollo empleado en el presente trabajo debe entenderse en su significado más amplio, o sea rebasando el concepto de "crecimiento de la economía" para incluir valores sociales, éticos y culturales. Una ampliación de esta consideración está en UNESCO/PER/R 74.209 ANEXO III *Conceptos generales acerca de la política científica y de sus bases institucionales*. París, 1974.
2. Acuerdo de Cartagena. Política Subregional de desarrollo tecnológico COM. XIII/dt2, octubre 26, 1973, Lima, Perú.
3. ROBERT, Marcelo. Criterios generales de orientación para una política científica y tecnológica, COLCIENCIAS-UNESCO, febrero 1974, Bogotá.
4. HALTY, Máximo. Producción, transferencia y adaptación de tecnología industrial. Estudios sobre el Desarrollo Científico y Tecnológico N° 28, Depto. de Asuntos Científicos, OEA, Washington, 1975.
5. Acuerdo de Cartagena. Op. cit.
6. FABRICANT, S.; DENNISON, E.; SOLOW, R. M.; citados en: Naciones Unidas, Policies and Means of Promoting Technical Progress, trabajo presentado en la V Reunión de "Senior Economic Advisers to ECE Governments". Nueva York, 1968. Citados en HALTY, Máximo. Op. cit.
7. SOLOW, R. M.; op. cit., p. 18. Los valores para diversos países son: Alemania Occidental 60%, Italia 69%, Yugoslavia 58%, Holanda 54%, Francia 75%, Suecia 73%, Reino Unido 51.6%, Bélgica 66.6%. Citado por HALTY, Máximo. Op. cit.

8. HALTY, Máximo. Op. cit.
9. PERROUX, F. "Le Plan Scientifique, son contenu et son Evaluation" en "Recherche et Activite economique", Editions Amand Colind ,París, 1969. COLCIENCIAS, Serie: Documentos de referencia N° 6, Bogotá, julio, 1972.
10. SACHS, Ignacy. Políticas tecnológicas para el desarrollo Latinoamericano. COLCIENCIAS, Serie: Documentos de referencia N° 6. Bogotá, julio, 1972.
11. SACHS, Ignacy. Op. cit.
12. SACHS, Ignacy. Op. cit.
13. PERROUX, F. "Les Techniques Quantitatives de la Planification". Les Presses Universitaires de France, París, 1965.
14. Consideraciones elaboradas inicialmente por Marcelo Robert. Ver Nota 1.