

UN ENFOQUE SISTEMICO DEL DESARROLLO CIENTIFICO-TECNOLOGICO Y SUS CONSECUENCIAS EN LAS POLITICAS DE LA EDUCACION SUPERIOR

Raúl González de Paz
Departamento de Matemática

En los últimos decenios, la creciente complejidad de los problemas actuales ha impulsado la implementación y desarrollo de nuevas técnicas de análisis. Una de las más novedosas ha sido tal vez el llamado análisis de sistemas, que básicamente es un enfoque de tipo interdisciplinario que persigue la definición de un problema a partir de las interrelaciones entre los elementos que lo constituyen. El objetivo de esta exposición no es tratar el enfoque en sí, sino utilizarlo para describir el marco de referencia de la problemática del desarrollo científico-tecnológico y su relación con la educación superior. Si bien el análisis presentado es muy general, en mi opinión se pueden obtener de él algunas conclusiones útiles para el diseño de políticas de desarrollo académico.

Si una nación es considerada como un sistema, éste consta de subsistemas interactuantes entre sí, a los que clasificaremos en dos tipos. El primero corresponde a los sistemas regulantes: el político y el cultural; el segundo a los sistemas operantes: físico-ecológico, económico-productivo, científico-tecnológico, educacional y demográfico.

Dentro de este esquema, el sistema ciencia y tecnología toma bienes y servicios del subsistema económico, recurso humano calificado del sistema educacional y conocimiento de sí mismo como insumos, para generar a su vez más conocimiento.

El sistema educacional toma sus insumos de los sistemas económico, científico-tecnológico y poblacional en forma de bienes y servicios, conocimiento y recursos humanos, respectivamente. Su producto será recurso humano calificado, el cual, junto con recursos materiales del sistema físico ecológico, conocimientos del científico tecnológico y recurso humano del sistema educacional, serán insumos del sector

económico y transformados en bienes y servicios. El sistema económico comprende las actividades, organizaciones, individuos e instituciones dedicadas a la producción y distribución de bienes y servicios. El sistema ciencia y tecnología provee de conocimientos al sistema económico a fin de que éste sea más eficiente en su producción; éste a su vez, dota al primero de recursos materiales.

El sistema demográfico provee recurso humano como insumo al sistema educacional y asimismo genera la fuerza de consumo hacia la cual están dirigidas las salidas de los sistemas económico, educacional y científico-tecnológico. Su relación en el sistema ciencia-tecnología es a través del sistema educacional, si bien que el conocimiento generado en aquél puede influenciar en forma directa el sistema demográfico.

Por su parte, el sistema físico-ecológico consta del ambiente físico ecológico de la nación y provee los recursos naturales usados como insumos en la producción de bienes y servicios.

Hay que tomar en cuenta que el sistema nación no es un sistema cerrado: exporta e importa no solamente bienes y servicios, sino que además conocimientos, mano de obra y recursos naturales.

La regulación de los flujos dentro del sistema se efectúa, ya sea en forma explícita o implícita, por medio de los sistemas político y cultural, los cuales actúan como sistemas reguladores. Estos pueden ser considerados interconectados con todos los otros sistemas, de los cuales reciben flujos de información y a su vez se genera un flujo de políticas, planes y normas. Podríamos considerar las regulaciones explícitas como emanantes del sistema político, mientras que el sistema cultural actuará como un regulador implícito de los distintos flujos y actividades por medio

de normas culturales y valores.

El sistema político tiene como función generar metas, evaluar alternativas y definir prioridades. El sistema cultural por su parte tiene la función de mantener la estabilidad del sistema nación; actúa sobre los otros sistemas por medio de normas culturales y valores. Podríamos afirmar que el sistema cultural restaura el equilibrio del sistema nación cada vez que las fuerzas de cambio modifican su estabilidad.

Los sistemas operantes no son sólo afectados pasivamente por los sistemas reguladores. Ellos a su vez los modifican y afectan y pueden a su vez influenciar los tipos de regulación.

Por otro lado, las normas y valores culturales influyen los planes y directrices del sistema político y los cuales a su vez pueden dirigirse hacia cambios en las normas y valores culturales. Estos delimitan la esfera de influencia del sistema ciencia-tecnología en el sistema nación, lo que es particularmente cierto para las sociedades donde no se tiene una tradición científica: la organización social, valores culturales y esquemas de conducta tienen una participación directa en la disponibilidad de una sociedad para adaptar y absorber tecnología. En nuestras sociedades, por lo general, los centros de investigación no se encuentran integrados al sistema nación. La propensión a la innovación y al riesgo y la fe en el método científico son ingredientes básicos en la actitud de una sociedad hacia la transformación tecnológica, pero nuestras normas y valores no las favorecen. Nuestro sistema cultural, en la actualidad, no es favorable al desarrollo de la ciencia, en buena medida debido a nuestra herencia colonial.

En suma, todas aquellas actividades que mejoren el prestigio y la aceptación en las sociedades en países en vías de desarrollo podrían tomarse como intentos de modificar el sistema cultural para que las normas y valores que emanan de éste sean más positivas hacia la ciencia y tecnología.

Por otra parte, el sistema científico-tecnológico afecta las normas culturales y los valores. Las hipótesis de que se pueden introducir innovaciones científico-tecnológicas en los países en vías de desarrollo sin que las normas culturales y los valores sufran cambios es ingenua y poco realista.

El sistema político tiene la función de regular en forma explícita el sistema nación.

Se incluyen actividades políticas y ejecutivas concernientes al establecimiento de reglas y regulaciones, así como su refuerzo y control. Una de sus principales funciones es el establecimiento de prioridades y metas, de manera que su interacción con el sistema científico-tecnológico se efectúa a través de la definición de políticas científico-tecnológicas que guíen las actividades del sistema mencionado en su interacción con los otros subsistemas.

Otra línea de interacción sería de parte del sistema científico como proveedor de conocimiento en forma de asesoría al sistema político. Con la creciente complejidad de la sociedad moderna, este papel cobra cada vez más importancia, sobre todo en los países con mayor grado de desarrollo. Sin embargo, éste no es el caso en países como el nuestro.

El sistema educacional, que comprende todas las instituciones, organizaciones e individuos que se encuentran en la preparación y entrenamiento de recurso humano para el sistema nación, está ampliamente relacionado con el sector ciencia-tecnología; éste recibe recurso humano calificado de aquél y, además, le sirve de vehículo de difusión de conocimiento a través de todo el sistema nación.

Es esencial hacer un análisis de la relación de las instituciones de educación superior del medio con la ciencia y tecnología. Nuestras universidades, si bien han producido dirigentes y profesionales, no han sabido producir científicos; como veremos más adelante, se hace urgente implementar políticas educativas a largo plazo, a fin de obtener recurso humano con capacidad de investigación y adaptación.

Al hacer un análisis más detallado del sistema ciencia-tecnología, éste puede ser considerado como el conjunto de instituciones, equipos, operaciones y actividades que interrelacionadas entre sí generan y transforman el bien conocimiento. Esta actividad se denomina en términos generales investigación y desarrollo, y puede ser de dos tipos: de mejoramiento o adaptación de productos o de generación de nuevos productos, procesos, métodos o sistemas. Esta se desarrolla en tres etapas, empezando por la investigación básica y aplicada, la cual es utilizada para el desarrollo y adaptación de prototipos

y procesos que a su vez pasan a una tercera etapa de producción y mercadeo en el sector económico. Para este proceso se necesita personal preparado en cada etapa, a saber:

1. personal de investigación en ciencias básicas;
2. personal especializado para desarrollo de aplicaciones;
3. personal profesional y técnico de apoyo.

Nuestras instituciones educativas preparan por lo general, recurso humano del tercer tipo y existen pocos esfuerzos coordinados para la formación y aprovechamiento del recurso de las otras categorías. Debido a que se descuida el aspecto de la ciencia como un sistema integral de teorías, datos y técnicas en el cual las relaciones interdisciplinarias son cada vez más importantes, esto redundará en una tremenda escasez de personal formado en áreas básicas. Consecuentemente se limita en gran forma nuestra capacidad de absorción de tecnología avanzada, así como la capacidad de adaptación y transformación de ésta. Una nación necesita al menos una unidad en cada disciplina científica a fin de poder difundirla y conducir investigación elemental en la materia y desarrollar capacidad de absorción de información.

Para la etapa intermedia de desarrollo y adaptación se hace necesaria la formación de institutos de investigación tecnológica a doble vocación; por un lado, con capacidad de adaptar tecnologías existentes, generar nuevas, y proveer de asesoría y soporte a unidades de producción; por el otro, estas instituciones colaborarían en la formación de personal especializado a nivel de postgrado e ingenieros con amplia formación en ciencias básicas y capacidad de investigación.

Si bien estos institutos colaborarían con las universidades por un lado y con el sector productivo por el otro, deberían gozar de una cierta autonomía y su implementación debe ser el fruto de la colaboración entre el sector público, el sector productivo y las universidades.

A fin de identificar el esquema de necesidades, se necesita primero establecer un balance de la situación actual: esto significa formar un banco de datos de personal capacitado en cada renglón, así como lo relativo a la infraestructura material, es decir instalaciones, laboratorios, bibliotecas disponibles en universidades, institutos de investigación,

entidades del sector público y privado, etc. Este banco de datos debería permitir la elaboración de perfiles de los recursos educativos y humanos disponibles.

El desarrollo futuro debe ser definido por políticas de desarrollo y trascendencia científico-tecnológica, las cuales deben favorecer la creación de sistemas científicos nacionales; éstos deben incluir todas las ciencias, fomentar la participación del recurso humano en la investigación de las áreas nuevas o descuidadas y, simultáneamente, evitar dirigismos que entorpezcan la actividad específica del investigador. Esta política debe ir ligada a una política educativa a largo plazo, no sólo para generar el recurso humano necesario, sino también para que por medio del sistema cultural se llegue a una integración del sistema ciencia-tecnología en el sistema nacional. Se hace necesario, además, una actualización continua para los profesores en servicio, una dinamización en la formación y adaptación de currícula y mayor énfasis en la formación interdisciplinaria. El cambio de actitud hacia el sistema ciencia-tecnología debe comenzar en la educación superior, la cual ha sido hasta ahora tan solo basada en esquemas que enfatizan una u otra área y no toman en cuenta la interrelación entre ciencias básicas y tecnología.

En resumen, para asegurar una capacidad mínima de apoyo a la investigación, las unidades de ciencia básica deben ser reforzadas; no solo son unidades de enseñanza sino también deben ser ampliadas como unidades de captación de conocimiento e investigación. La transferencia tecnológica y su subsiguiente aplicación es función de la formación académica del medio, ya que de ésta depende la capacidad de absorción de tecnología.

Para mejorar la interacción entre el sistema educacional y el sistema ciencia-tecnología es necesario crear mecanismos de formación de ingenieros investigadores con amplia formación en ciencias básicas. Esta se llevaría a cabo en institutos tecnológicos de investigación, instituciones auspiciadas por el sector público, el sector productivo y el universitario. Las áreas a tomar en cuenta deberían ser estipuladas en el marco de un plan de desarrollo del sistema científico-tecnológico nacional. Estos institutos deberían ser los principales receptores del recurso

humano calificado que retorna del extranjero, el cual muchas veces no encuentra una oportunidad de transmitir o aplicar conocimientos adquiridos. A largo plazo, serían los centros motores del sistema ciencia-tecnología y dinamizarían la interacción de éste con los otros sistemas.

BIBLIOGRAFIA

Sagasti, F. 1972. A systems approach to science and technology policy-making and planning. Studies on scientific and technological development. (OAS) Washington, No. 7.

Kamenetzky, M., R. Magbury and C. Waiss. 1984. A program of studies and training on the scientific and technological dimension of development. World Bank Bull. Sci. Tech. USA. 4:101-217.

Bunge, M. 1984. Ciencia y desarrollo. Ediciones Siglo XX, Buenos Aires.

Kourganoff, V. 1959. La investigación científica. EUDEBA, Argentina.

Sagasti F. y A. Arauz. 1975. Estudio de los instrumentos de política científica y tecnológica en países de menor desarrollo. Estudios sobre el Desarrollo Científico y Tecnológico No. 27. Departamento Asuntos Científicos OEA. Pautas Metodológicas. Lima.