

SAGAST
NO. 24

FRANCISCO
SAGASTI
TECNOLOGIA,
PLANIFICACION
Y DESARROLLO
AUTONOMO

INSTITUTO DE
ESTUDIOS PERUANOS



Francisco R. Sagasti

TECNOLOGIA, PLANIFICACION Y DESARROLLO AUTONOMO

ARCHIV.
SAGASTI
no. 24

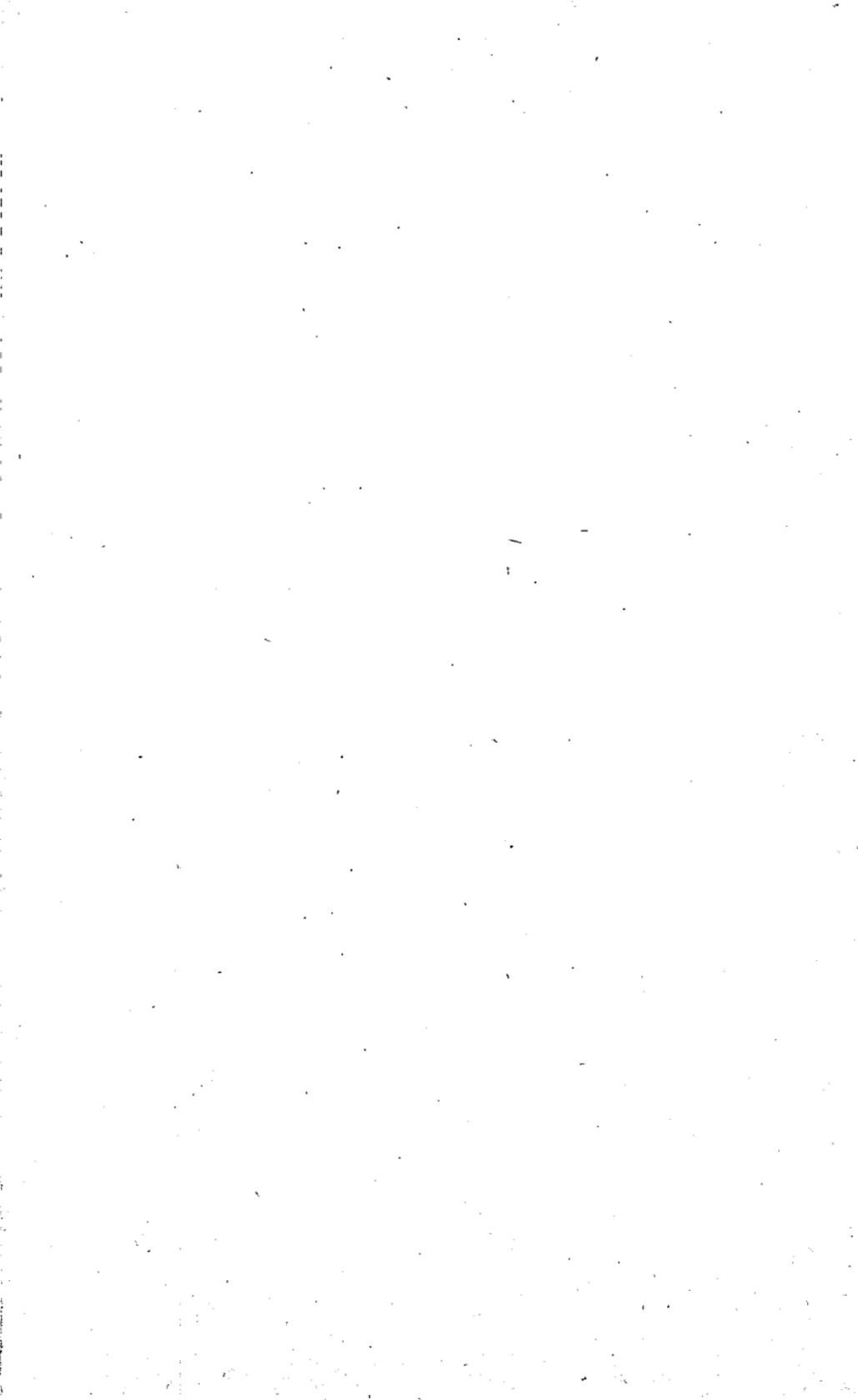


INSTITUTO DE ESTUDIOS PERUANOS

© IEP ediciones
Horacio Urteaga 694, Lima 11
Teléfs. 32-3070 / 24-4856

Impreso en el Perú
1ª edición, mayo 1977

para
Isaías Flit (*memento mori*), y
Geoff Oldham (*memento Guinness*)

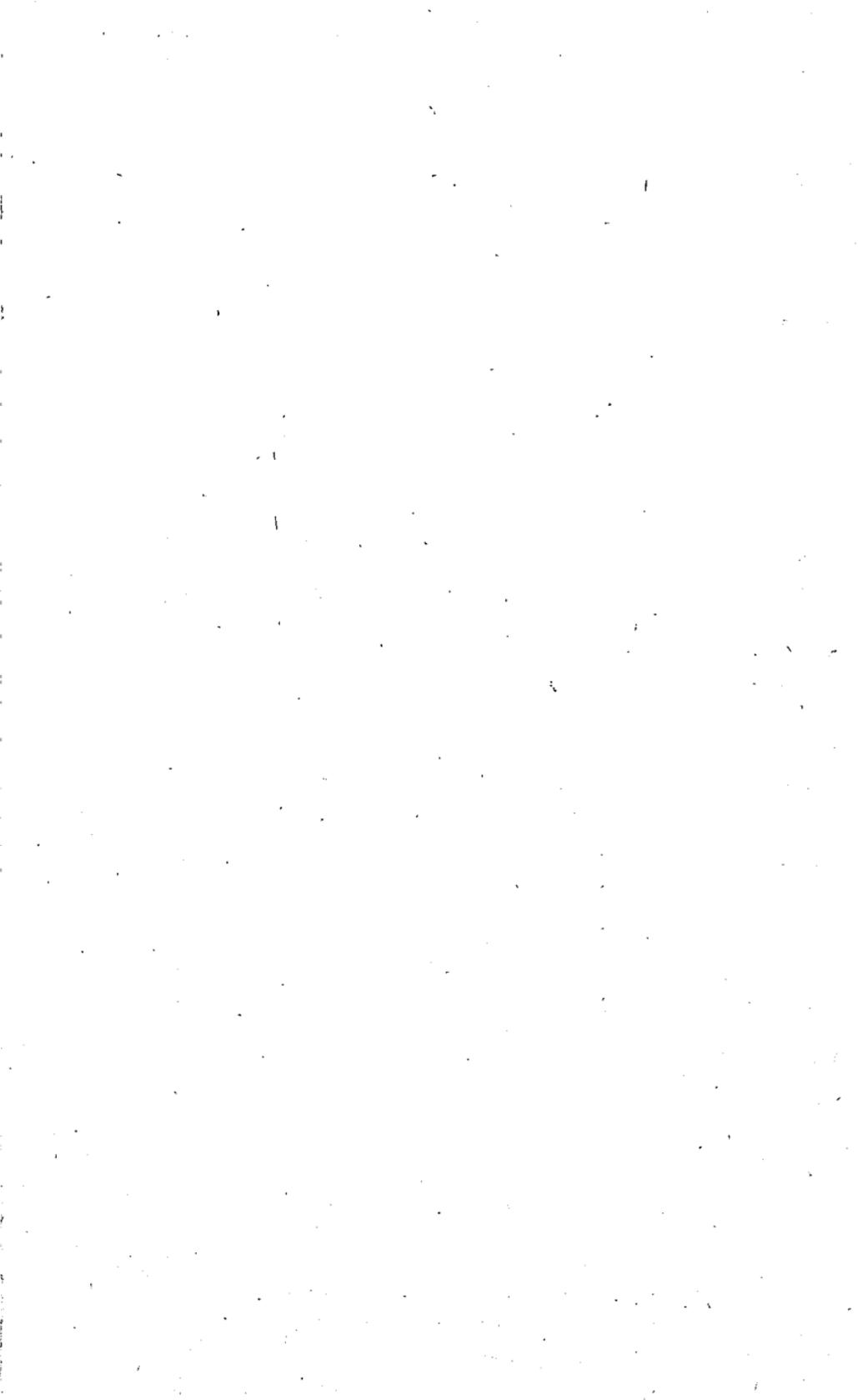


contenido

PRESENTACIÓN. <i>José Matos Mar</i>	13
INTRODUCCIÓN	15
1. SUBDESARROLLO, CIENCIA Y TECNOLOGÍA	19
<i>a.</i> Algunas características de la relación entre ciencia, tecnología y subdesarrollo	19
<i>b.</i> Condiciones para hacer efectiva la contribución potencial de la ciencia y la tecnología al desarrollo	27
2. PLANIFICACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN PAÍSES SUBDESARROLLADOS	35
<i>a.</i> El contexto de la planificación de la ciencia y tecnología	35
<i>b.</i> Planificación económica y planificación de ciencia y tecnología	37
<i>c.</i> Actitudes para con la planificación de ciencia y tecnología	39
<i>d.</i> El problema de la asignación de recursos	44

<i>e.</i>	El contenido de la planificación de ciencia y tecnología	45
<i>f.</i>	La organización del esfuerzo de planificación	47
<i>g.</i>	Los límites de los métodos de planificación de ciencia y tecnología	50
3.	HACIA UN NUEVO ENFOQUE PARA LA PLANIFICACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA	55
<i>a.</i>	Las categorías de decisiones involucradas en la planificación científica y tecnológica	55
<i>b.</i>	Planificación estilística	60
<i>c.</i>	Planificación contextual	65
<i>d.</i>	Planificación institucional	68
<i>e.</i>	Planificación de actividades	71
<i>f.</i>	Planificación de recursos	76
4.	LINEAMIENTOS PARA LA POLÍTICA TECNOLÓGICA INDUSTRIAL	81
<i>a.</i>	Diferencias entre política científica y política tecnológica	81
<i>b.</i>	Líneas de acción para la política tecnológica industrial	89
5.	BASES PARA UNA ESTRATEGIA DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO	101
<i>a.</i>	Elementos de la estrategia	101
<i>b.</i>	La política científica y tecnológica en la práctica	111
6.	LA UNIVERSIDAD Y EL DESARROLLO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	117
<i>a.</i>	Marco institucional para el desarrollo de ciencia y tecnología	117
<i>b.</i>	Instituciones dedicadas a la producción y modificación de conocimientos	119

c.	El papel de la universidad latinoamericana en la generación y modificación de conocimientos	129
7.	AUTODETERMINACIÓN TECNOLÓGICA Y COOPERACIÓN EN EL TERCER MUNDO	137
a.	Autodeterminación, desarrollo y tecnología	137
b.	Los cambios en el orden internacional y sus consecuencias en la autodeterminación tecnológica	142
c.	La distribución del esfuerzo científico y tecnológico y su efecto en la autodeterminación	147
d.	El posible contenido de los acuerdos de cooperación	150
e.	Un esquema posible de organización de la cooperación del Tercer Mundo para la autodeterminación tecnológica	154



presentación

La naturaleza permanentemente cambiante del esquema de relaciones económicas y políticas en las que se sustenta el sistema mundial de dominio y, dentro de él, la hegemonía de las grandes potencias demanda que las ciencias sociales orienten su atención hacia áreas cuyo estudio esclarezca las nuevas realidades. Sin duda, una de estas áreas es la de la ciencia y la tecnología. Para destacar su importancia basta mencionar que sólo un reducido grupo de científicos y técnicos, en pocos centros, manejan un inmenso como profundo cúmulo de conocimientos que el resto del mundo ignora. Tal acervo hace de las sociedades dominantes bastiones casi inexpugnables. Sus alcances son de tal naturaleza que les depara un poder inimaginable, al grado de influir cada vez más poderosamente en las decisiones de política mundial. El reto del presente es, pues, cómo utilizar ciencia y tecnología en provecho del bienestar y desarrollo.

Este estudio es un avance respecto al conocimiento de tan relevante cuestión, sobre todo en lo referente a la

planificación del desarrollo científico y tecnológico en espacios nacionales subdesarrollados, como son los latinoamericanos. Sus proposiciones no quieren significar sólo un enterado diagnóstico sino también un llamado a la acción y, en este sentido, comportan una opción. Que sea valedera o no, no empaña el hecho de que el amplio mosaico de temas aquí tratados constituya una verdadera invitación a la discusión creadora de los científicos y políticos.

En el caso peruano el estudio de estos temas, todavía en ciernes, requiere abordar por lo menos tres tareas que consideramos centrales. La primera es descubrir el alcance que tuvo ciencia y tecnología en el mundo andino, cuando durante más de 200 siglos tuvo un desarrollo autónomo que culminó en el Estado Inca. Ello implica analizar las características y logros de la tecnología andina a fin de conocer sus principios y evaluar en qué medida se mantiene vigente. La segunda atañe al problema de la dependencia, es decir a la necesidad de encarar la solución de los problemas tecnológicos desde una mira nacional, en función de nuestros recursos, capacidades y posibilidades. La última consiste en articular la herencia viva del pasado con la creatividad independiente para formular estudios en base a los cuales sea posible elaborar un auténtico proyecto nacional de desarrollo.

El estimulante trabajo de Sagasti, que nos suscita estas reflexiones, contribuye indudablemente a poner estos problemas en discusión y, por ende, a buscar respuestas alternativas a la ciencia y tecnología en los países subdesarrollados.

JOSÉ MATOS MAR

introducción

EL PRESENTE VOLUMEN reúne un conjunto de ensayos escritos entre 1971 y 1975 sobre los temas de ciencia, tecnología, planificación y subdesarrollo. La tesis fundamental que se halla detrás de ellos es que un determinado modo de producción y empleo de la ciencia y la tecnología estuvo íntimamente ligado al surgimiento del subdesarrollo en el siglo veinte, y que hasta cierto punto contribuye a mantenerlo. Para modificar esta situación se requieren cambios profundos en la organización de actividades científicas y tecnológicas en los países subdesarrollados, la plena incorporación de la ciencia y la tecnología al proceso de planificación del desarrollo, y modificaciones sustantivas en la estructura y orientación del esfuerzo científico y tecnológico mundial.

La planificación científica y tecnológica es absolutamente necesaria para el desarrollo autónomo. Las formas actuales de dependencia están siendo modificadas y pronto veremos emerger de manera nítida al factor tecnológico como el principal instrumento de dominación por parte de los países industrializados. La movilización para el desarrollo de una capacidad en cien-

cia y tecnología que contrarreste esta tendencia debe considerar como componente esencial la instauración de un proceso de planificación, adecuado a la naturaleza cambiante de la ciencia y tecnología modernas.

El volumen está dirigido a una audiencia heterogénea, que abarca desde funcionarios gubernamentales y empresarios hasta estudiantes de ingeniería y economía, que compartan un interés común por el desarrollo científico y tecnológico. Satisfacer a una gama tan amplia de lectores presenta serios problemas, ya que muchos encontrarán superficial lo que otros encuentran novedoso. Sin embargo, espero que el tratamiento breve de muchos temas permita al lector ocupado distraer unas horas de su tiempo, y que las referencias bibliográficas satisfagan el apetito del lector más interesado en profundizar sobre algún tema¹.

El capítulo inicial sitúa el problema de la ciencia y la tecnología en el contexto del subdesarrollo. El segundo trata sobre la planificación de la ciencia y la tecnología, destacando que, a pesar de haber recibido bastante atención en los últimos años, las realizaciones concretas aún son escasas. El tercer capítulo presenta un nuevo enfoque para la planificación científica y tecnológica, proponiendo una ampliación del concepto tradicional de planificación.

Luego de distinguir entre los conceptos de política científica y política tecnológica, el cuarto ensayo sugiere lineamientos para la política tecnológica industrial. De allí se pasa a esbozar, en el siguiente, los elementos de una posible estrategia para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. El papel de la universidad en

1. En forma adicional recomiendo las bibliografías preparadas por el centro de documentación (CENDOC) de la Escuela Superior de Administración de Negocios (ESAN) de Lima sobre *Tecnología para el desarrollo* y sobre *Planificación científica y tecnológica* (anotada), publicadas en 1975 y 1976, respectivamente.

el desarrollo científico y tecnológico —que ha sido tema de constante preocupación en América Latina— es materia del capítulo sexto, en el que se formulan planteamientos que por originales podrán parecer controvertibles. Por último, el capítulo final analiza el problema de la autodeterminación (self-reliance) tecnológica y el imperativo de la cooperación internacional entre países del Tercer Mundo.

Con excepción del relativo a la universidad todos los trabajos incluidos en el presente volumen fueron escritos originalmente en inglés. He aprovechado la oportunidad para revisar traducciones defectuosas que fueron publicadas sin corregir. En particular, el ensayo sobre el nuevo enfoque para la planificación apareció en español con muchos errores que lo hicieron difícil de comprender.

No consideré necesario incluir en el presente volumen un diagnóstico sobre la situación actual de la ciencia y la tecnología en América Latina. El tema ha sido tratado en un libro anterior, escrito con Mauricio Guerrero, y en otros trabajos² que, debido a la necesidad de mantener cierta unidad y evitar un volumen demasiado extenso, han sido dejados de lado.

Muchas son las personas a quienes debiera agradecer su contribución y ayuda en la elaboración de los trabajos que forman parte del presente volumen. La era de los investigadores que producen en forma individual pasó hace mucho tiempo, y quizás no llegó a existir nunca en un campo tan nuevo como el de la po-

2. Véase, por ejemplo, F. Sagasti y M. Guerrero *El desarrollo científico y tecnológico de América Latina*, BID/INTAL, Buenos Aires, 1974; F. Sagasti y M. Guerrero "Diagnóstico de la situación latinoamericana en ciencia y tecnología" *Estudios Internacionales*, N° 25 enero-marzo 1974; y F. Sagasti "Science and Technology Policy in the Andean Pact countries", contribución a la *International Encyclopaedia of Higher Education*, Chicago, 1977.

lítica científica y tecnológica. Con riesgo de dejar a muchos amigos de lado, quiero mencionar a M. Halty y A. Moya, quienes desde la OEA me brindaron toda la ayuda posible para iniciar mis investigaciones sobre el tema; a los profesores de la Universidad de Pennsylvania R. Ackoff, E. Trist y H. Ozbekhan y al profesor I. Sachs de la Universidad de París, proponentes de la "Escuela de Filadelfia" en planificación, de quienes aprendí mucho; a M. Guerrero y P. Díaz, compañeros de trabajo durante mi paso por la Junta del Acuerdo de Cartagena; y a I. Flit y G. Flores, con quienes he colaborado desde el inicio en la aventura de hacer del Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y Normas Técnicas (ITINTEC) del Perú una institución útil para el desarrollo tecnológico.

subdesarrollo, ciencia y tecnología

a. Algunas características de la relación entre ciencia, tecnología y subdesarrollo

En los últimos dos decenios la tecnología se ha vuelto un factor cada vez más importante en las relaciones entre los países desarrollados, así como en las relaciones existentes entre países desarrollados y subdesarrollados. El progreso tecnológico ha contribuido más que cualquier otro factor al crecimiento económico y hasta muy recientemente los recursos destinados a la investigación y al desarrollo en los países industrializados han aumentado a una tasa elevada. Además, el contenido tecnológico de los artículos manufacturados se ha vuelto una de las principales determinantes de los patrones comerciales existentes entre los países desarrollados y también entre los países desarrollados y subdesarrollados³.

Versión revisada de un trabajo publicado en *Comercio Exterior* (México), abril 1972, y en *Science Studies*, Vol. 3 (1973), pp. 47-59.

3. Véase los trabajos en el volumen editado por R. Vernon, *The Technology Factor in International Trade*, Columbia University Press, Nueva York, 1970; y Harry Johnson, *Technology and International Trade*, St. Martin's, London, 1975

La mayor parte de los países subdesarrollados han visto aumentar constantemente el contenido tecnológico de sus importaciones. Se han dado cuenta, al mismo tiempo, que se está volviendo cada vez más difícil manufacturar artículos de exportación para competir con empresas y países cuya capacidad científica y tecnológica es muy superior. Para los países subdesarrollados que han seguido el camino de la sustitución de importaciones para iniciar su industrialización (los países latinoamericanos, por ejemplo), cada nueva etapa de sustitución de importaciones generó una demanda de equipo cada vez más complejo y avanzado. En general este equipo se obtenía en el exterior, porque la incipiente infraestructura científica, tecnológica e industrial de los países subdesarrollados carecía de la capacidad requerida para su producción. Estas condiciones han llevado a una creciente dependencia de la tecnología extranjera, y en consecuencia a una mayor dominación tecnológica⁴.

Los intentos de iniciar la industrialización han conducido a una mayor dependencia tecnológica. Más aún, los rápidos avances científicos y tecnológicos en los países desarrollados están haciendo de la tecnología el principal vehículo de dominación en la segunda mitad del siglo veinte.

Un país que no desarrolle por sí mismo su capacidad científica y tecnológica sin duda se volverá dependiente tecnológicamente y será dominado por los países más avanzados. Bajo estas circunstancias, existe un

4. Véase los trabajos de A. Herreña, *Ciencia y política en América Latina*, Siglo XXI Editores, México, 1971; F. Sagasti, *Towards a Methodology for Planning Science and Technology in Underdeveloped Countries*, Tesis Doctoral, Universidad de Pennsylvania, Filadelfia, 1972; y A. Sánchez Crespo, *Esbozo del desarrollo industrial y sus principales implicaciones sobre el sistema científico y tecnológico*, Departamento de Asuntos Científicos, OEA, Washington, 1970.

riesgo enorme de que sus empresas y otras unidades productivas, obligadas a adquirir técnicas de fuentes extranjeras (a menudo en condiciones desfavorables), se vuelvan económicamente dependientes de estas fuentes y sean dominadas por ellas. Traspasado cierto límite, la independencia política y cultural del país se verá amenazada por estas formas de dependencia y dominación.

Casi toda la tecnología de que se dispone en el mundo actual se ha creado en los países desarrollados. El grupo Sussex⁵ ha estimado que el 98% del gasto mundial en investigación y desarrollo se hace por los países desarrollados. Por otra parte, el 2% que gastan los países subdesarrollados muchas veces se usa mal y se dedica a trabajos de investigación con menor productividad que el promedio de sus equivalentes en los países desarrollados.

La actividad de investigación y desarrollo en los países desarrollados se concentra en unas cuantas corporaciones grandes o en organizaciones apoyadas por el gobierno, como revelan los estudios de la OCDE⁶ y los escritos de Cooper y Chesnais⁷. Estas condiciones han conducido a la formación de oligopolios de investigación y desarrollo en casi todas las ramas de la actividad económica, y particularmente en aquellas de gran intensidad tecnológica.

Todo esto concentra el poder para ejercer un dominio tecnológico en un número bastante reducido de em-

5. Sussex Group, *Science, Technology and Underdevelopment: The Case for Reform*, Declaración introductoria para el Plan Mundial de Acción de Ciencia y Tecnología de las Naciones Unidas, Universidad de Sussex, Brighton, 1970.

6. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), *The Overall Level and Structure of R and D Efforts in OECD Member Countries*, Paris, 1967.

7. Charles Cooper y François Chesnais, "La ciencia y la tecnología en la integración europea", *Integración política y económica*, O. Sunkel (ed.), Ed. Universitaria, Santiago, 1970.

presas en los países avanzados. Estas empresas ejercen un monopolio virtual en el suministro de tecnología, especialmente en su relación con los países subdesarrollados. Más aún, la existencia de una tradición científica y tecnológica acumulativa en los países desarrollados hace muy difícil para un país subdesarrollado, o incluso para un grupo de ellos, alcanzar los niveles de éxito que obtienen los países industrializados en casi todas las áreas de la ciencia y la tecnología.

Como consecuencia, gran parte del conocimiento tecnológico y científico de que se dispone corresponde a las necesidades y se adapta a las condiciones que prevalecen en los países desarrollados, que poco tienen en común con las de los subdesarrollados; por ejemplo, tecnologías que requieren grandes cantidades de capital, producción en gran escala, y mano de obra altamente calificada. Sobra decir que estas condiciones difícilmente corresponden a las situaciones que prevalecen en los países del Tercer Mundo.

Por otra parte, como se destaca en el Libro Blanco sobre Ciencia y Tecnología de Japón⁸, el curso actual de la investigación científica y tecnológica intensificará esta divergencia. Entre las tendencias características en el desarrollo de la nueva tecnología se puede identificar cierto giro hacia instalaciones y equipos más automatizados que emplean mano de obra altamente calificada y en forma limitada, y hacia el aumento de la escala económica de las unidades productivas. Asimismo, hay una tendencia hacia el desarrollo de nuevos materiales sintéticos, que potencialmente tienen peligrosas implicaciones para los países subdesarrollados cuyos ingresos de divisas dependen en gran parte de la exportación de materias primas y otros productos primarios.

8. Gobierno del Japón, *Libro Blanco sobre Ciencia y Tecnología*, traducción al español en *Comercio Exterior*, México, febrero, 1971.

Los países subdesarrollados se enfrentan así a una falta de opciones tecnológicas adecuadas. Frecuentemente se encuentran ante la alternativa de escoger entre la producción industrial usando técnicas modernas, generalmente intensivas en capital, o privarse de las oportunidades de aumentar su producción si esto significa mantener niveles relativamente altos de empleo por medio de técnicas arcaicas y obsoletas. La falta de opciones tecnológicas viables y eficientes junto con la baja capacidad científica y tecnológica de los países subdesarrollados, imponen un desafío difícil, especialmente si se contemplan las condiciones explosivas de crecimiento demográfico, desempleo y subempleo. En algunos casos la falta de posibilidades viables y la ignorancia del comprador de tecnología en los países subdesarrollados ha llevado al derroche de recursos escasos, particularmente de capital.

La capacidad de crear tecnología, e incluso de absorber tecnología importada, no existe en la mayoría de los países subdesarrollados. Como consecuencia del carácter pasivo de su crecimiento económico, sus demandas de tecnología generalmente se han satisfecho desde el exterior, a través de la importación de equipo y de asistencia técnica proporcionada por técnicos extranjeros. Como la tecnología extranjera se adquiría fácilmente, se ejerció poca presión sobre la comunidad científica local para generar alternativas tecnológicas, especialmente en la industria manufacturera. Las políticas de industrialización han propiciado la dependencia tecnológica, acentuando la brecha entre la comunidad científica local y las necesidades científicas del país. En consecuencia, los países subdesarrollados son incapaces de crear y satisfacer sus necesidades tecnológicas e incluso incapaces de seleccionar y absorber la tecnología importada menos inadecuada dentro del limitado campo disponible. Más aún, como se desprende de los estudios

realizados en el Pacto Andino⁹, las tecnologías extranjeras se adquieren con frecuencia en condiciones muy desfavorables, que incluyen altos costos implícitos y explícitos y restricciones en su uso.

Debido a que los sectores productivos ejercen poca presión de demanda, los científicos, profesionales y técnicos se orientan hacia la comunidad científica internacional, y eligen tópicos de investigación de moda, tratando con ello de contribuir al avance de la ciencia como empresa internacional, y descuidando las necesidades de investigación de sus respectivos países. Mientras las comunidades científicas locales ignoren estas necesidades, sólo podrán mantener su identidad orientándose hacia el exterior. Por ello las comunidades científicas de muchos países subdesarrollados nos parecen alejadas de su propio contorno, y al defender tan celosamente la libertad de investigación y los valores de la ciencia universal, actúan en detrimento de su potencial contribución al desarrollo de sus países. El conocido fenómeno de la "fuga de cerebros" es una de las manifestaciones extremas de este tipo de enajenación.

La comunidad científica internacional, por error de omisión más que deliberadamente, ha contribuido a aumentar esa enajenación. Los científicos no han puesto suficiente atención a los problemas científicos y tecnológicos propios de los países subdesarrollados. Sachs¹⁰ postula que el carácter europocéntrico de la ciencia occidental ha tenido un efecto retardatario en los empeños científicos de los países subdesarrollados. De acuerdo a los estimados del grupo de Sussex¹¹, menos del 1% de

9. Véase C. Vaitsos, *Comercialización de tecnología en el Pacto Andino*, Instituto de Estudios Peruanos, Lima, 1973; y G. Oxman y F. Sagasti, *La transferencia de tecnología hacia los países del Grupo Andino*, OEA, Washington D. C., 1972.

10. Ignacy Sachs, *La découverte du Tiers Monde*, Flammarion Paris, 1971.

11. Sussex Group, *op. cit.*

toda la investigación de los países desarrollados, con los que está relacionada en principio la comunidad científica, tiene que ver directamente con los problemas del subdesarrollo, aunque la cantidad puede ser del mismo orden de magnitud que la gastada por los propios países subdesarrollados. Se confiere prestigio a los investigadores que trabajan sobre tópicos avanzados y exóticos cuya elección a veces es dictada por la moda científica o la novedad. Casi ninguno de ellos tiene algo que ver con los problemas técnicos y científicos que enfrentan los países subdesarrollados.

La insistencia en el carácter internacional y universal de la empresa científica, el rechazo a todo tipo de guía en la selección de tópicos y áreas de investigación, y la importancia que se da a la objetividad de la ciencia y a la búsqueda de la verdad, han sido propuestos como características de lo que Polanyi¹² llama la "República de las Ciencias". Estas características, que muchos consideran condiciones indispensables para hacer ciencia, han tenido también efecto en la conducta de la comunidad científica de los países subdesarrollados. Cualquier intento de reorientar los esfuerzos científicos locales, ajustándolos a las necesidades del país, es combatido por los científicos, quienes piensan que se pone en peligro la integridad de su misión al inmiscuirse en la libertad de investigación.

Los defensores de la libertad científica irrestricta han puesto poca atención a la guía implícita de la actividad científica en los países desarrollados por medio de la manipulación de los recursos disponibles para la investigación. No se toma en cuenta el hecho de que las inversiones en la investigación se hayan incrementado después de la Segunda Guerra Mundial, principal-

12. M. Polanyi, "The Republic of Science", *Criteria for Scientific Development*, Public Policy and National Goals, E. Shis (Ed.), The MIT Press, Cambridge, 1969.

mente en defensa, en energía atómica y en la investigación espacial. Los científicos, los profesionales y los técnicos, preocupados por la libertad de elegir sus temas de investigación individual, por lo general no prestan atención al hecho de que la orientación global del progreso científico y técnico ha sido determinada principalmente por consideraciones de tipo político, militar y económico.

Debe subrayarse que los científicos en los países subdesarrollados han actuado de una manera "racional" en este proceso de enajenación. Dada la falta de demanda efectiva de sus servicios en sus países y la estructura de la comunidad científica internacional, no les era posible —si querían permanecer como científicos— sino elegir temas de investigación sancionados por la comunidad científica mundial para los cuales se podría conseguir recursos más libremente. Esta no es sino otra instancia del divorcio que existe entre la racionalidad individual y la colectiva en los países subdesarrollados.

Los párrafos anteriores se han explayado en los aspectos de la organización actual de las actividades científicas y tecnológicas que no parecen contribuir al desarrollo económico en los países subdesarrollados. Esto se hizo porque en la literatura sobre este tema se ha destacado las contribuciones positivas de la ciencia y la tecnología al desarrollo. Este punto de vista optimista debe templarse por el hecho indiscutible de que la ciencia y la tecnología de las naciones desarrolladas no son, en esencia, la clase de ciencia y tecnología que necesitan los países subdesarrollados, la parte que puede ser de utilidad por lo general no se puede obtener en condiciones favorables y, si se obtiene, con frecuencia falta capacidad para hacer uso de ella.

Esto no niega que la ciencia y la tecnología puedan contribuir y contribuirán al desarrollo. Sólo los "ludistas" de nuevo cuño se negarían a reconocer su contribu-

ción potencial. Durante la Segunda Guerra Mundial, Inglaterra y otros países aliados, que se consideraban en estado de emergencia, y reclutaron la ayuda de la mayoría de sus científicos, hicieron un esfuerzo sin precedentes para utilizar la ciencia y la tecnología. Así se demostró lo que es posible lograr en poco tiempo si se realiza un esfuerzo conjunto y decidido¹³. No hay razón para que una movilización similar que ataque los problemas del subdesarrollo no produzca también resultados espectaculares.

En resumen, la ciencia y la tecnología tienen el potencial para contribuir, tal vez más que otro factor, a superar las condiciones de subdesarrollo. No obstante, las estructuras actuales de las actividades científicas y tecnológicas tanto en los países desarrollados como en los subdesarrollados son tales que su potencial no se ha realizado del todo. Al contrario, parecen reforzar, por lo menos parcialmente, las condiciones del subdesarrollo.

b. Condiciones para hacer efectiva la contribución potencial de la ciencia y la tecnología al desarrollo

Del análisis anterior se deduce que si la ciencia y la tecnología han de contribuir al desarrollo del Tercer Mundo, es necesaria una gran transformación en las estructuras del esfuerzo científico y tecnológico mundial. Los cambios necesarios, que requieren del compromiso firme de los países desarrollados y subdesarrollados, se pueden clasificar en tres categorías:

- a. modificaciones de la división internacional del trabajo y de la orientación de las actividades científicas y tecnológicas a nivel mundial;
- b. generación de una capacidad científica y tecnológica en los países subdesarrollados;

13. Véase J.P. Baxter, *Scientists against time*, MIT Press, Cambridge, 1968.

c. plena incorporación de la ciencia y la tecnología a la planificación del desarrollo.

El primer grupo de cambios incluiría medidas para asegurar que una porción mayor de los gastos mundiales, en investigación y desarrollo se dedique a problemas relacionados con el subdesarrollo. El grupo Sussex¹⁴ y las Naciones Unidas¹⁵ han propuesto objetivos para el porcentaje de gastos en investigación y desarrollo de los países desarrollados que debería dedicarse a los problemas de los países subdesarrollados (se han mencionado cifras del 3 al 5 por ciento), y para el porcentaje total de ayuda de los países desarrollados a los subdesarrollados que debe orientarse hacia el establecimiento de una capacidad científica y tecnológica en estos últimos¹⁶.

Otra propuesta trata de establecer fondos de investigación y desarrollo multilaterales a nivel mundial y regional. Estos fondos operarían con sus propias fuentes financieras independientes y estables, que podrían suministrarse por medio de impuestos especiales u obligaciones sobre actividades que se realicen a nivel mundial (por ejemplo, Sachs [comunicación personal] ha sugerido que los programas para controlar la contaminación del mar sean financiados con impuestos recaudados de los barcos que operan en aguas internacionales). Las contribuciones voluntarias hechas por los países subdesarrollados e igualadas por los desarrollados podrían proveer fondos adicionales, pero no reemplazar una fuente independiente y estable de dinero. Sin embargo, la disponibilidad de fondos en sí no constituye una

14. Sussex Group, *op. cit.*

15. United Nations, *Science and Technology for Development*, Nueva York, 1971.

16. Canadá, a través de su Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, está dando pasos para hacer que la ciencia y la tecnología sean componentes significativos de sus programas de ayuda. Suecia ha tomado una iniciativa similar.

garantía de que la ciencia y la tecnología financiadas con ellos tengan un impacto en el desarrollo del Tercer Mundo. Si estos fondos se administraran por científicos de los países subdesarrollados alejados de su propio ambiente o por científicos de países desarrollados que desconocen las complejas interrelaciones entre ciencia, tecnología y subdesarrollo, es muy probable que se refuercen las distorsiones que actualmente existen en el mundo científico y tecnológico.

Los cambios que se operen en el nivel internacional deberán incluir también una cooperación cada vez mayor entre los países subdesarrollados en asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología. En último análisis, una colaboración más intensa allanará el camino para una eficaz integración científica y tecnológica. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que los acuerdos de cooperación son relativamente fáciles de conseguir cuando se trata de asuntos de naturaleza puramente científica, pero cuando los programas de cooperación e integración implican actividades de investigación que puedan tener aplicación económica directa —y que beneficiarían a un país o incluso a una empresa particular— el acuerdo es mucho más difícil de conseguir. En consecuencia, la integración científica y tecnológica en los países subdesarrollados sólo puede conseguirse en paralelo con su integración económica y política.

También existe la necesidad de establecer un grupo de presión que actúe sobre la comunidad científica mundial y que motive a los científicos para que intervengan en proyectos de beneficio potencial o directo para los países subdesarrollados. En vista del creciente diálogo entre el Este y el Oeste (incluyendo tal vez el acuerdo sobre cuestiones nucleares) esto podría ser tarea del movimiento Pugwash. Una nueva generación de activistas científicos que tomara la bandera de

la ciencia y la tecnología para el desarrollo del Tercer Mundo podría dar mayor sentido al movimiento Pugwash. Si esto fallara, será necesario organizar un nuevo grupo de presión, tal vez dentro del marco de instituciones como el Grupo de los 77 de la UNCTAD, y la organización de países No-Alineados para exponer estos temas ante la comunidad científica internacional.

La lista de posibles medidas en el nivel internacional podría ampliarse para incluir la introducción de una "dimensión tecnológica" en la evaluación de proyectos financiados por los bancos o agencias de desarrollo internacionales, el establecimiento de mecanismos para premiar a los científicos que trabajen sobre problemas relacionados con el desarrollo (una vez se sugirió el establecimiento de un Premio Nóbel a este efecto), y la introducción de un criterio de "mérito de desarrollo" para evaluar los proyectos de investigación que se propongan.

El segundo grupo de cambios requiere una acción en el nivel nacional. En consecuencia, estos cambios deben adaptarse a las particularidades de una situación nacional determinada. Los países subdesarrollados no son un todo homogéneo y las proposiciones concretas para mejorar sus capacidades científicas y tecnológicas deben tomar en cuenta las diferencias de tamaño, recursos, niveles de modernización, patrones culturales y muchos otros factores de naturaleza semejante. Sin embargo, pueden definirse algunas acciones necesarias para el desarrollo de una capacidad local para propiciar el avance de la ciencia y la tecnología.

Primero, es necesario que se formulen claramente objetivos a largo plazo, que se defina el "estilo" de la ciencia y la tecnología que el país trata de desarrollar, y cómo se relaciona dicho estilo con toda la estrategia de desarrollo económico y social.

Segundo, deben considerarse las interacciones entre la ciencia y la tecnología y el medio económico, educa-

tivo, político y cultural del país. El medio afecta tanto la demanda de los conocimientos producidos por las actividades científicas y tecnológicas, como las posibilidades de generarlo en el nivel local. En particular, las características del sistema económico y de muchas políticas económicas contienen un conjunto de políticas científicas implícitas —que son tal vez más importantes que las políticas explícitas— y que frecuentemente contradicen los objetivos del desarrollo científico y tecnológico.

El desarrollo de una infraestructura local institucional para la ciencia y la tecnología constituye un tercer aspecto que también debe tomarse en cuenta. Las instituciones son los medios a través de los cuales se canalizan los recursos hacia las actividades científicas y tecnológicas. Un conjunto amplio y bien organizado de instituciones es una condición necesaria para obtener un nivel aceptable de desarrollo científico y tecnológico.

No se puede esperar que los países subdesarrollados sobresalgan en todos los campos de la ciencia y la tecnología. Por ello, el cuarto aspecto que hay que considerar es la necesidad de una estrategia de especialización que debe seguirse al generar una capacidad interna en ciencia y tecnología. Esto implica elegir los dominios en los que el país subdesarrollado se convertirá en un centro de investigación de avanzada, a los que se destinarán recursos con prioridad. En otros campos o dominios se importaría tecnología, aunque sería necesario controlar las importaciones para evitar los efectos negativos que a menudo las acompañan. Sin embargo, esta estrategia no implica abandonar el apoyo que la actividad de investigación fundamental requiere para proporcionar, entre otras cosas, una base de actividad científica y de personal calificado en el campo de la ciencia y la tecnología. Debe llegarse a un balance entre la concentración de recursos en algunos campos y el apoyo que debe recibir la investigación fundamental.

El último aspecto que hay que considerar se refiere a la disponibilidad de recursos para la ciencia y la tecnología. Los recursos humanos, financieros y físicos, deben ser proporcionados por encima de la masa crítica mínima, particularmente en los dominios de especialización escogidos. La base de recursos humanos para la ciencia y la tecnología en los países subdesarrollados es bastante limitada, y su escasez tal vez constituya el principal obstáculo para el desarrollo científico y tecnológico. Para superar esta deficiencia es necesario poner en práctica medidas que tengan resultados a corto plazo, como los programas para repatriar personal calificado que trabaja en el extranjero; a mediano plazo, tales como programas que acerquen a los científicos y a los profesionales a los avances de la ciencia y la técnica modernas; y, también a largo plazo, tales como cambios en el sistema educativo. Deben asimismo aumentarse los recursos financieros y físicos, aunque parece haber mayor necesidad de un uso más racional de los fondos y de las instalaciones existentes.

El tercer grupo de cambios está orientado a hacer de la ciencia y la tecnología parte integrante de la planificación. La primera tarea consistiría en hacer que los planificadores y los políticos tomen conciencia del papel que juegan la ciencia y la tecnología en el proceso de desarrollo, destacando que la dominación tecnológica agrava el subdesarrollo. Es necesario señalar que los planes y las políticas de desarrollo frecuentemente contienen medidas negativas implícitas en lo que se refiere a ciencia y tecnología, y que socavan los esfuerzos por salir del subdesarrollo.

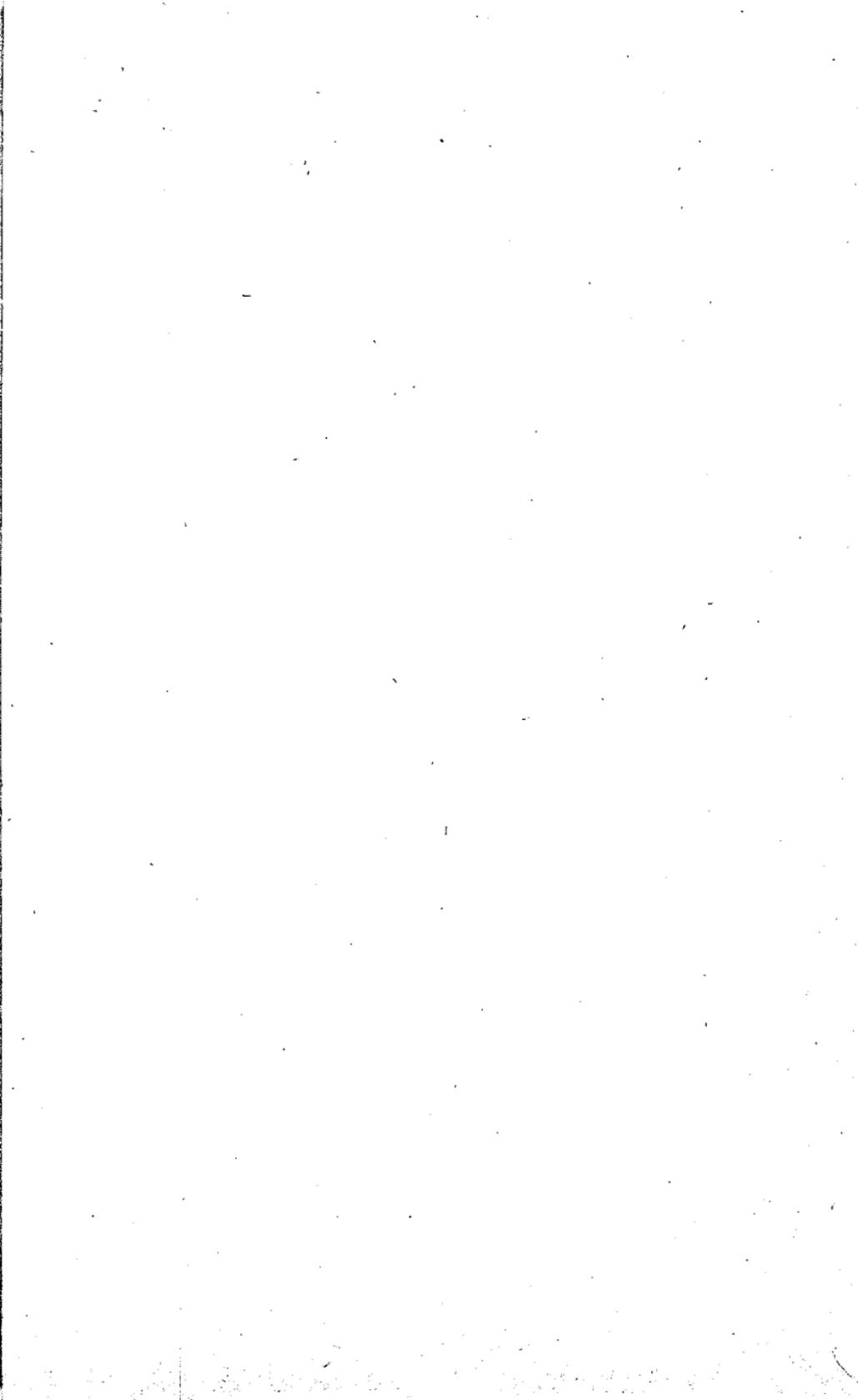
La preocupación por fijar políticas y hacer planes en materia de ciencia y tecnología es de origen relativamente reciente. Prueba de ello es que aún no existen métodos comprobados y aceptados ni criterios que pudieran recomendarse y aplicarse con absoluta seguri-

dad. De ahí que otra tarea de primer orden consista en el desarrollo de procedimientos y su experimentación para diseñar y fijar políticas relativas a la ciencia y la tecnología. El método científico deberá utilizarse al planificar el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

El hecho de que los planificadores y los políticos estén conscientes de la importancia que para el desarrollo tienen la ciencia y la tecnología, y la disponibilidad de métodos adecuados para la planificación científica y tecnológica, podrían combinarse con el fin de legitimar la incorporación de la ciencia y la tecnología al campo de la planificación del desarrollo en su sentido más amplio.

Los tres grupos de cambios descritos obligan a una transformación radical del esfuerzo científico y tecnológico mundial. Considerando los antecedentes históricos, es muy poco probable que tales cambios se produzcan en forma automática. Si se llegan a realizar, serán el resultado de la acción decidida de quienes luchan por ellos. Por lo tanto esta transformación debe ser exigida e iniciada por los países subdesarrollados.

Sin embargo, es muy difícil que el esfuerzo individual de un país por modificar la división internacional del trabajo en ciencia y tecnología y por cambiar las normas que regulan la conducta de la comunidad científica mundial dé frutos a corto o mediano plazo. En consecuencia, los países subdesarrollados deberán empezar por organizar su propia capacidad científica y tecnológica —aún en escala limitada— aumentando sus esfuerzos en este campo y buscando unir fuerzas con otros países del Tercer Mundo para iniciar la transformación. En último análisis, ésta será la única manera de que el futuro de los países subdesarrollados quede en sus propias manos.



planificación científica y tecnológica en países subdesarrollados

a. El contexto de la planificación de la ciencia y tecnología

La planificación científica y tecnológica¹⁷ puede definirse como el proceso de toma de decisiones anticipadas respecto al desarrollo científico y tecnológico, así como su incorporación al proceso de desarrollo socioeconómico. Los criterios para tomar tales decisiones se derivan de las políticas científicas y tecnológicas, las que a su vez reflejan, explícita o implícitamente, la voluntad política del gobierno y de los grupos en el poder.

La creciente atención que la planificación de la ciencia y tecnología ha recibido durante los últimos años ha distorsionado en alguna medida la perspectiva desde la cual debe considerársela. La planificación de la cien-

Este capítulo se basa en una presentación hecha en la reunión técnica sobre planificación científica y tecnológica del Proyecto STPI que tuvo lugar en Villa de Leyva, Colombia, en mayo de 1975.

17. Para una explicación más detallada, véase F. Sagasti, "A conceptual systems framework for the study of planning theory", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 5 (1973), pp. 379-393.

cia y la tecnología se ha convertido en una especie de espejismo que desaparece tan pronto se encaran las duras realidades políticas y presupuestarias. Por supuesto que hay excepciones a ésta regla, y en algunos casos los planificadores de la ciencia y la tecnología han podido hacer que por lo menos parte de sus visiones se conviertan en realidades, pero usualmente de una manera limitada y después de duros contactos con otros actores del proceso político.

Cuando el gobierno no le atribuye en general gran importancia a la planificación del desarrollo, es obvio que la planificación de la ciencia y la tecnología recibirá muy poca atención. Esto puede deberse ya sea a que la planificación es marginal a la vida socioeconómica del país o porque los planificadores de corte tradicional—cuando reciben atención y tienen autoridad—quizás no estén dispuestos a considerar a la ciencia y la tecnología como componentes significativos de la planificación del desarrollo. Pero aun cuando la ciencia y la tecnología se consideran importantes, usualmente no se les atribuye la misma prioridad que a otras actividades sociales y económicas. Esto podría llevar a una marginación de la ciencia y la tecnología cuando se asignan recursos presupuestarios, particularmente en épocas de crisis económica.

La planificación de la ciencia y la tecnología requiere de la participación activa de la comunidad científica y tecnológica, la que usualmente se manifiesta bajo el estímulo de vagos compromisos políticos a los niveles máximos de gobierno. Sin embargo, cuando otros asuntos urgentes toman precedencia sobre la ciencia y la tecnología, la comunidad científica y tecnológica se desilusiona con los planificadores considerando que han dejado de cumplir sus promesas. Esto podría poner en riesgo las posibilidades de entablar en el futuro un verdadero proceso de planificación de la ciencia y la tecno-

logía. Más aún, con frecuencia existe una brecha entre los científicos ya establecidos, quienes obtienen recursos y fondos a través de su influencia sobre algún ministerio, agencia gubernamental, fundación u organización extranjera, y quienes se oponen a los esfuerzos de planificación, y los jóvenes científicos e ingenieros, quienes consideran la planificación como una manera de redistribuir recursos y desarrollar el sistema de ciencia y tecnología de una forma más orgánica y ligada a los objetivos del desarrollo. Así, los planificadores de la ciencia y tecnología deben crear y mantener una base de apoyo heterogénea frente a un conjunto de condiciones ambientales adversas.

Estas observaciones tienen como fin el colocar la planificación de la ciencia y la tecnología dentro de las limitaciones en las que operan en la mayoría de los países subdesarrollados, de manera que la discusión que sigue no se interprete como que atribuye a la planificación de la ciencia y la tecnología más importancia de la que en realidad tiene. En última instancia, sólo la voluntad política del gobierno, siempre y cuando pueda influenciar el comportamiento del sistema socioeconómico, legitimará la planificación científica y tecnológica. La prueba estará en si ante limitaciones de recursos y presiones adversas se les da a los planificadores suficiente apoyo político y recursos para dirigir el desarrollo científico y tecnológico.

b. Planificación económica y planificación de ciencia y tecnología

Inicialmente es necesario establecer una diferencia entre la planificación de actividades científicas y tecnológicas y la integración de las consideraciones tecnológicas a los planes de desarrollo económico. Existe un conjunto de lo que podrían llamarse "actividades científicas y tecnológicas" que incluyen investigación básica,

investigación adaptativa, desarrollo, diseño de ingeniería, actividades de apoyo tales como sistemas de información y cursos especiales de capacitación, etc. A éstos son los que se dirigen las decisiones por anticipado relativas a la planificación de ciencia y tecnología. Hablando en términos amplios, se refieren a la generación, importación y absorción de conocimientos.

La planificación económica está dirigida a orientar y regular las actividades del sistema productivo y los servicios relacionados a éste. En base a una estructura particular de actividades productivas postuladas por los planificadores económicos, es posible derivar sus implicaciones tecnológicas y, a su vez, en base a éstas, examinar los tipos de actividades científicas y tecnológicas requeridas. La inclusión de consideraciones tecnológicas en la planificación del desarrollo económico involucra tanto la introducción explícita de los aspectos referentes a tecnología en todas las fases del proceso de planificación, como la identificación de políticas tecnológicas implícitas derivadas de los planes económicos. Estos aspectos explícitos e implícitos de la tecnología en la planificación del desarrollo, en la medida en que se ejecuten los planes, condicionan los patrones de demanda de tecnología.

Asumiendo que el gobierno tome en serio la planificación, no será suficiente dedicar atención sólo a la de las actividades científicas y tecnológicas; de hacerse ésto se perdería el componente esencial del patrón de demanda para dichas actividades. Sea que la planificación económica esté dirigida a definir los tipos de actividades en los que participará el Estado (a través de la financiación directa, asignación de créditos, actividades de empresas estatales, etc.) o a la regulación de las actividades de los sectores no gubernamentales (principalmente, la industria privada), el efecto resultante sería la adopción de una estrategia económica que con-

dicione una estrategia tecnológica y defina las necesidades de conocimientos técnicos.

La primera tarea es explicitar las implicaciones tecnológicas del plan, señalando los tipos de tecnología que se requerirían (por ejemplo, para satisfacer las metas de crecimiento y empleo), las limitaciones impuestas por los proyectos escogidos, las tecnologías requeridas para explotar recursos naturales, las demandas tecnológicas impuestas por las metas de exportación, y así sucesivamente. Una segunda etapa estaría dirigida a la introducción explícita de la tecnología como una variable estratégica (al igual que otras variables multidimensionales tales como el empleo y el financiamiento) en la formulación y ejecución de planes económicos¹⁸.

Como un ejemplo ilustrativo, el cuadro I enumera los tipos de consideraciones tecnológicas que podrían introducirse, tomando las categorías comunes de planificación a largo, mediano y corto plazo, así como el nivel de los planes (global, sectorial, proyecto). Otra dimensión que podría introducirse sería la regional, la que añadiría consideraciones espaciales a los temas en discusión. El enlace entre la planificación de la ciencia y la tecnología y la incorporación de la tecnología a la planificación económica ocurre a través de varios mecanismos. Cada una de las celdas puede asociarse a un grupo de actividades científicas y tecnológicas y, por lo tanto, vincularse con el proceso de planificación científica y tecnológica.

c. Actitudes para con la planificación de ciencia y tecnología

Las diferentes actitudes de los científicos, ingenieros, planificadores y políticos respecto a la planifica-

18. Véase I. Sachs y K. Vinaver *Integration of Technology in Development Planning*, informe presentado a la Oficina del Coordinador de Campo, Proyecto STPI, Lima, enero de 1976.

Cuadro 1

IMPLICANCIAS TECNOLOGICAS DERIVADAS DE LOS PLANES DE DESARROLLO ECONOMICO

Nivel	P L A Z O		
	L a r g o	M e d i a n o	C o r t o
GENERAL	Formulación de estilos científicos y tecnológicos estrechamente relacionados a estilos de desarrollo y patrones de consumo.	Diseño de la estrategia general, definición de prioridades, y formulación de metas generales para la asignación de recursos.	Definición del presupuesto total para ciencia y tecnología y la cartera de proyectos.
SECTORIAL	Identificación de los requerimientos para incrementar la capacidad científica y técnica nacional en sectores prioritarios.	Definición de estrategias sectoriales e identificación de programas.	Definición de proyectos, actividades y presupuestos relacionados con las estrategias sectoriales.
PROYECTO (Inversión)	Evaluación del impacto de los proyectos de inversión e identificación de las limitaciones tecnológicas introducidas (particularmente para grandes proyectos).	Desagregación del paquete tecnológico e identificación de los componentes a proporcionarse localmente.	Identificación de las firmas e instituciones para realizar actividades relacionadas al proyecto (diseño de ingeniería, adaptación, construcción).

NOTA: La dimensión regional introduciría variaciones debidas a condiciones ambientales específicas.

ción científica y tecnológica pueden caracterizarse en función de tres arquetipos. Raramente se les encuentra en su forma pura en un individuo o institución pero ayudan a definir los tipos de conflictos que resultan en el proceso de planificación¹⁹.

La primera actitud es la de los *científicos liberales*, cuyo principal interés es el crecimiento de la ciencia en aras de la ciencia misma (la tecnología seguirá automáticamente). Se oponen a cualquier intervención en el manejo de los asuntos científicos como una violación del derecho de investigar libremente. Desconfían de la planificación y prefieren ver la evolución de la ciencia en su país ligada al sistema mundial para la generación de conocimientos. "La ciencia no tiene fronteras" y "las prioridades deben resultar de la evolución de la ciencia misma", son dos de sus lemas favoritos. Los científicos liberales pueden adoptar una posición radical, rechazando cualquier forma de intervención en la orientación de la actividad científica o una posición moderada, aceptando que debe haber algún tipo de intervención gubernamental al expresar preferencias para los tipos de actividades que ellos realicen. Los científicos liberales radicales están desapareciendo, aunque se les puede encontrar todavía entre los científicos de mayor edad y renombre, quienes no tienen dificultades para obtener fondos de investigación. Los científicos liberales moderados usualmente asumen posiciones de liderazgo en la comunidad científica y su opinión es que el gobierno debe apoyar a la ciencia, a cambio de lo cual aceptarían orientaciones generales, pero que la planificación no es necesaria y que con el tiempo el crecimiento de la actividad científica llevará al desarrollo de una tecnología local avanzada.

19. Esta sección elabora algunas ideas propuestas por R. Seidel en *Towards an Andean Common Market for Science and Technology*, Ithaca, Cornell University, 1974.

Los *tecnoeconomistas* consideran la ciencia, y especialmente a la tecnología, como un medio para acelerar el desarrollo socioeconómico. Consideran la intervención gubernamental como necesaria para promover el crecimiento de las actividades científicas y tecnológicas y enfatizan la importancia de los objetivos nacionales en la orientación del desarrollo de la ciencia y la tecnología (rechazando el punto de vista internacionalista de la ciencia). Los tecnoeconomistas pueden ser "puros" en cuyo caso restan importancia a las actividades científicas y favorecen solamente las actividades tecnológicas, o pueden considerar tanto a la ciencia cuanto a la tecnología como necesarias, aunque atribuyendo mayor énfasis a la tecnología y aceptando a la ciencia en la medida en que constituye un insumo necesario para la tecnología. Los tecnoeconomistas se dan con mayor frecuencia entre los jóvenes tecnócratas, políticos y científicos que se encuentran involucrados en la planificación de la ciencia y la tecnología.

El tercer arquetipo es el de los *proponentes del crecimiento*. Mientras que los científicos liberales justifican la continuación de la ciencia por sí misma y los tecnoeconomistas se preocupan por la integración de la ciencia y la tecnología al desarrollo socioeconómico, los proponentes del crecimiento no les atribuyen ningún papel propio en el proceso de desarrollo. Consideran a la tecnología como un mero insumo del proceso de crecimiento económico y no les importa en absoluto su origen. A diferencia de los tecnoeconomistas, no están dispuestos a aceptar postergación alguna en el logro de las metas de crecimiento con fines de desarrollar la capacidad tecnológica local. Ya sea mediante una abierta hostilidad o un benigno descuido, los proponentes del crecimiento se oponen a la idea de que la generación de una capacidad propia en ciencia y tecnología es un componente integral del proceso de desarrollo.

Estos diferentes puntos de vista e intereses inevitablemente llevan a conflictos en el proceso de la planificación de la ciencia y la tecnología, determinando, en gran medida, el impacto del ejercicio de la planificación. Por ejemplo, los proponentes del crecimiento y los científicos liberales con frecuencia forman coaliciones contra los tecnoeconomistas, las que resultan en el abandono de las consideraciones tecnológicas en la planificación del desarrollo. Lo más que se hace en este caso es asignar una cierta cantidad de fondos a través de canales gubernamentales establecidos, usualmente a disposición de los científicos liberales. En este caso, los tecnoeconomistas se ven descartados del proceso de planificación y el plan de ciencia y tecnología se convierte en una suma de proyectos de investigación.

En algunos casos pueden prevalecer los tecnoeconomistas, pero usualmente a expensas de alienar a los científicos liberales e irritar a los proponentes del crecimiento. Inicialmente, los científicos liberales podrán ver alguna ventaja en seguir el punto de vista de los tecnoeconomistas, particularmente porque esto podría llevar a fuentes adicionales de recursos, pero en una etapa subsiguiente se opondrían al grado de control que los tecnoeconomistas consideran necesario para vincular las actividades científicas y tecnológicas a los objetivos del desarrollo.

Usualmente es más difícil encontrar una comunidad de intereses entre tecnoeconomistas y proponentes del crecimiento. Esta podría ser la razón por la que las consideraciones tecnológicas no se han convertido en parte integral de la planificación económica. En la medida en que la planificación de ciencia y tecnología se considere como un ejercicio aparte, los planificadores proponentes del crecimiento no tienen objeción alguna. En realidad, podrían ver con buenos ojos un volumen adicional en el plan referente a la ciencia y tecnología, a la manera de los científicos liberales. Sin embargo,

cuando la tecnología afecta el crecimiento, como debe hacerlo cuando se le integra en el plan económico, la rechazan totalmente.

Un ejemplo muy conocido de esta controversia es el que resulta cuando se considera la autodeterminación tecnológica como un objetivo legítimo de desarrollo. El logro de un grado moderado de autodeterminación tecnológica requiere de un proceso de aprendizaje a través de la realización de actividades de ingeniería e investigación que podrían demorar la terminación de un proyecto. Esto es anatema para los proponentes del crecimiento, quienes preferirían la importación total de la tecnología a tener que encarar una demora.

d. El problema de la asignación de recursos

El margen de maniobra de los planificadores está determinado por su capacidad para dirigir la asignación de recursos para ciencia y tecnología. Un enfoque para adquirir esta capacidad consiste en consolidar en un presupuesto de ciencia y tecnología los fondos asignados por varias agencias gubernamentales. Esta consolidación de fondos podría significar simplemente la enumeración conjunta en el mismo volumen del plan de desarrollo (o del presupuesto) de las asignaciones efectuadas por las diferentes agencias y ministerios, mostrando su relación a los objetivos más amplios del desarrollo. En este caso, los planificadores de la ciencia y la tecnología desempeñan sólo un papel de coordinación, sin autoridad para interferir en las asignaciones efectuadas por las agencias: sugieren e inducen pero no deciden ni ejecutan.

Una segunda manera de influenciar la asignación de recursos es establecer un fondo especial alimentado por asignaciones gubernamentales y administrado por los planificadores de ciencia y tecnología. Este fondo constituiría una fuente adicional de financiación que comple-

mentaría las asignaciones hechas por otras agencias. Los planificadores adquirirían entonces una capacidad administrativa, aunque su impacto estaría condicionado al monto relativo del fondo especial. En momentos de crisis económica, el fondo especial tendería también a reducirse.

Una variación de este enfoque consistiría en un fondo especial financiado por asignaciones directas que no dependieran de negociaciones presupuestarias. Los recursos podrían obtenerse estableciendo un impuesto o carga sobre las importaciones; créditos, ingresos netos de las empresas, ventas, etc. Cuando los recursos se obtienen mediante contribuciones de las empresas, aquellos podrían manejarse centralizadamente o dándoles alguna voz respecto a los programas a ser apoyados. Este enfoque daría a los planificadores de ciencia y tecnología más campo de maniobra y ampliaría su base de apoyo²⁰.

La solución adoptada para influenciar la asignación de recursos podría involucrar los dos enfoques mencionados arriba. Ciertamente que el papel de coordinación es importante, pero podría resultar estéril de no estar reforzado por la capacidad para intervenir directamente a través de la creación de uno o más fondos especiales.

c. El contenido de la planificación de la ciencia y tecnología

La planificación de la ciencia y la tecnología con frecuencia se confunde con la planificación de la investigación. Sin embargo, particularmente en los países

20. Este es el esquema seguido por el gobierno peruano a través de una red de fondos sectoriales e institutos de investigación. Como ejemplo, véase "The ITINTEC System for Industrial Technology Policy in Peru", *World Development*, Vol. 3 (1975), pp. 867-876, y las diversas publicaciones del ITINTEC

subdesarrollados, la investigación quizás no sea el componente más importante del plan de ciencia y tecnología. Suponiendo que el proceso de planificación llevara a las actividades científicas y tecnológicas a recibir apoyo prioritario, es posible identificar actividades relativas a la importación y absorción de tecnología (identificación y evaluación de alternativas tecnológicas, regulación del proceso de importación de tecnología, ingeniería de diseño, adaptación tecnológica, experimentación en planta, etc.) y a la promoción de la demanda de tecnología local (uso de incentivos, créditos industriales, etc.) a los que debería atribuirse una importancia igual o mayor que a la investigación.

Hay muchas formas de definir y clasificar las actividades científicas y tecnológicas²¹. Una que parece ser fructífera porque abarca tanto la planificación de ciencia y tecnología como la incorporación de la tecnología dentro de la planificación del desarrollo, es la de dividir las actividades relacionadas con la promoción de la demanda de tecnología local, con la absorción de tecnología, con la regulación de la importación de tecnología, con la producción de tecnología, y con los servicios de apoyo (principalmente información y capacitación). Dado que estas cinco categorías, están relacionadas principalmente a la tecnología, deberá sumarse una sexta categoría que involucre la investigación básica orientada por la curiosidad científica. Dentro de cada categoría, se podrán introducir otras subdivisiones (por área-problema, disciplina, sector, tipo de actividad, etc.) dando origen al espectro general de actividades científicas

21. Para una definición de las actividades científicas y tecnológicas adaptadas a las necesidades de los países menos desarrollados, véase: *Resumen de estudios sobre política tecnológica*, Junta del Acuerdo de Cartagena, Lima, 1973; F. Sagasti, *A systems approach to science and technology policy making and planning*, Dpto. de Asuntos Científicos, OEA, 1972; y F. Sagasti y M. Guerrero, *El desarrollo científico y tecnológico de América Latina*, BID-INTAL, Buenos Aires, 1974.

ficas y tecnológicas a considerarse en el proceso de planificación.

Las decisiones anticipatorias contenidas en los planes de ciencia y tecnología usualmente se han referido a la definición de actividades científicas y tecnológicas y a la asignación de recursos. En la mayoría de los ejercicios de planificación ha prevalecido el concepto de que un plan es una colección de proyectos, lo que ha llevado al descuido de otros puntos involucrados en relacionar la ciencia y la tecnología a los objetivos del desarrollo. Los más importantes entre éstos son las decisiones anticipatorias respecto a la estructura institucional para la realización de actividades científicas y tecnológicas, los patrones de interacción con los sistemas económicos y educativos y la definición de una imagen o estilo deseado para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. El contenido de la planificación de ciencia y tecnología debería ampliarse para incorporar consideraciones de este tipo.

f. La organización del esfuerzo de planificación

El proceso para llegar a las decisiones por anticipado que constituyen la planificación científica y tecnológica impone ciertos requisitos organizativos. Debido a su naturaleza participatoria, la mayoría de estos ejercicios han adoptado la misma estructura, que consiste en un grupo de coordinación con una secretaría ejecutiva, asesorado por un número de comités técnicos. Estos comités usualmente están integrados por investigadores, miembros del personal de la agencia de planificación de ciencia y tecnología, y, en algunos casos, por ingenieros y usuarios de los resultados de las actividades científicas y tecnológicas. Podrán ser "verticales" si tratan sobre un sector, área de problema o disciplina en particular, u "horizontales" si cruzan es-

tas divisiones y tratan sobre puntos tales como recursos humanos, información, e instrumentos de política ²².

Las variaciones encontradas entre diferentes ejercicios de planificación resultan de la autoridad y mandato del grupo coordinador central; el número, tipo y composición de los comités; el mandato dado a los comités por el grupo central; y el grado de intervención del grupo central y de los comités en la ejecución del plan.

La relación entre el grupo coordinador y la agencia central de planificación puede ser de subordinación, en la que los planificadores de ciencia y tecnología serían parte de la agencia central de planificación y responsables ante ella. Más frecuente es el caso en el que al grupo de planificación de ciencia y tecnología se le da, al menos formalmente, una condición igual a la de los planificadores económicos, suponiéndose así que el plan de ciencia y tecnología será coordinado con el plan económico. Sin embargo, aún cuando se le atribuye igual rango a los planificadores de ciencia y tecnología la disparidad de recursos, el acceso político y el poder los relegan a una posición secundaria.

El número de comités establecido por el grupo de coordinación usualmente excede el número de ministerios del gobierno. Dejando de lado los ministerios de defensa (normalmente, la planificación de ciencia y tecnología no cubre aspectos militares), un cierto número de comités sectoriales corresponde a grandes rasgos a la estructura de la administración pública.

Esto se complementa con comités que tratan sobre áreas-problema especiales (energía, recursos hidráulicos).

22. Este enfoque ha sido seguido en la práctica por países tan distintos como Brasil, India, México, Egipto, Corea del Sur, Colombia y Venezuela. Véase el volumen en preparación por la Oficina del Coordinador de Campo del Proyecto STPI, que será publicado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá.

cos, etc.), sobre ciencias básicas (usualmente subdivididas por disciplinas), y sobre temas horizontales, tales como recursos humanos o medidas para mejorar la productividad de las organizaciones de investigación. La estructura podría incluir varios cientos de participantes.

Las diferencias entre ejercicios de planificación surgen en gran medida de la composición de los comités técnicos. La comunidad científica podría prevalecer en cuanto al número de miembros; la mayoría de los miembros del comité podrían pertenecer a departamentos del gobierno, o podría haber una representación equilibrada de planificadores y administradores, de científicos e ingenieros, y de usuarios de los resultados de la ciencia y la tecnología. La ejecución del plan depende de dicho equilibrio, debido a que las actividades científicas y tecnológicas no pueden llevarse a cabo mediante la imposición, ni se puede obligar al uso de sus resultados. Esto requiere que aquellos que están a cargo de efectuar la transición de decisiones anticipatorias a decisiones reales, estén involucrados en todas las fases del proceso de planificación.

A los comités se les podrá dar autonomía para definir estrategias, prioridades, asignación de recursos, y aún proyectos específicos, desde el principio, limitándose el papel del grupo central al de recopilar las propuestas. Cuando se les da un mandato tan amplio a los comités es casi seguro que el plan derivará en una colección de proyectos definidos después de duras negociaciones entre sus miembros. Otro enfoque daría a los comités, bajo una fuerte orientación centralizada, la tarea de definir primeramente una estrategia para el sector; área de problema, o disciplina de su competencia, bosquejándose áreas de concentración y prioridades generales. Luego de una primera revisión e integración de los programas propuestos, el grupo coordinador pediría a los comités que revisen sus programas dentro de un marco de niveles máximos y mínimos de recur-

tos disponibles. En esta etapa, se formularían proyectos específicos de investigación o se podrá invitar a la comunidad científica y tecnológica a que presente proyectos dentro del marco de los programas generales²³.

El grado de intervención del grupo central y de los comités en la ejecución del plan dependerá del poder relativo de los planificadores de ciencia y tecnología y de los recursos que tengan a disposición, particularmente en relación con las formas tradicionales de canalizar fondos a actividades científicas y tecnológicas a través de las agencias gubernamentales. Siempre y cuando el plan se ponga en práctica, a los comités se les podrá encargar la tarea de supervisar su progreso en el campo de su competencia. Cuando no se ha reservado papel alguno para los comités luego de la formulación del plan, éstos podrán disolverse, en cuyo caso la supervisión se convierte en función del grupo coordinador central. Para algunas áreas-problema o asuntos importantes que requieren una atención prolongada, se podrán establecer comités permanentes bajo la égida de los planificadores de ciencia y tecnología y las correspondientes oficinas gubernamentales.

g. Los límites de los métodos de planificación de ciencia y tecnología

Existe un número relativamente grande de métodos y procedimientos formales diseñados para ayudar a los planificadores de ciencia y tecnología en la definición de prioridades y la asignación de recursos, particularmente para actividades de investigación. La mayoría de ellos se han utilizado en ejercicios demostrativos y

23. Un ejercicio altamente imaginativo y exitoso de este tipo se describe en un trabajo de James Brian Quinn y Robert Major: "Norway: a small country plans civil science and technology" *Science*, Vol. 83 (1974), pp. 172, 179.

solamente unos pocos se han aplicado a situaciones reales²⁴.

La impresión general que deja un cuidadoso estudio de los métodos disponibles es que la formalización y la teoría están mucho más adelantadas que la práctica en la planificación de la ciencia y la tecnología. La mayoría de los métodos cuantitativos requiere un gran volumen de información que introduce muchos supuestos que simplifican los problemas hasta llevarlos al punto de la trivialidad. Existe la necesidad manifiesta de elaborar un marco sistemático para analizar dichos métodos y el valor que puedan tener para la planificación de ciencia y tecnología.

Además de los defectos inherentes en los métodos de planificación, los planificadores de ciencia y tecnología con frecuencia agravan el problema al esperar demasiado de las metodologías. Esto da origen a un sueño tecnocrático en el que los planificadores podrían alimentar datos a un modelo que definiría prioridades, asignación de recursos, y proyectos en forma mecánica. Esto nunca ocurre en la práctica.

En lo que respecta a la identificación de prioridades, existen unas pocas reglas heurísticas que podrían dar alguna orientación. La primera es diversificar lo más posible las fuentes de prioridades, examinando las iniciativas de la comunidad científica y tecnológica, las áreas-problema presentadas por los usuarios, las políti-

24. Véase M. Cetron y J. Goldhar, (Eds.) *The science of managing organized technology*, Gordon and Breach, Nueva York, 1970; F. Sagasti, *A systems approach to science and technology planning*, Dept. de Asuntos Científicos, OEA, Washington, 1972; y C. Maestre y K. Pavitt, *Analytical methods in Government science policy*, OECD, Paris, 1971. W. Mostert ha preparado una bibliografía anotada sobre el tema, publicada por la Escuela Superior de Administración de Negocios (ESAN) de Lima, Perú en 1976.

cas gubernamentales contenidas en el plan de desarrollo económico, los problemas invariantes que seguirán siendo importantes por largos períodos, las áreas resultantes de los problemas sociales y económicos de corto plazo, etc. Las prioridades para las actividades científicas y tecnológicas se determinarían entonces a través del juego de varias fuerzas en lugar de a través de la expresión de las opiniones y prejuicios de los planificadores.

La segunda regla heurística es evitar tratar el plan de desarrollo económico como la fuente primaria de prioridades para ciencia y tecnología. No existe relación automática entre las prioridades del desarrollo económico y las prioridades de ciencia y tecnología. Sus horizontes de tiempo son distintos y el atribuir demasiada importancia al plan de desarrollo podría llevar a ignorar posibles contribuciones de la ciencia y la tecnología. En efecto, hay probablemente muchos proyectos que no se incluyen en el plan de desarrollo precisamente debido a que no se dispone del conocimiento científico y técnico para ejecutarlos. Si las prioridades para la ciencia y la tecnología se toman sólo del plan, entonces quizás nunca se desarrollen los conocimientos necesarios para tales proyectos.

La determinación del nivel adecuado de asignación de recursos para un sector, área-problema o disciplina ha sido un problema permanente para los planificadores. Las asignaciones reales en el caso de actividades existentes están limitadas en el nivel superior por la capacidad de absorción del sistema científico y tecnológico y, en el inferior, por el mínimo necesario para continuar los programas. En el caso de nuevas actividades, es difícil establecer los límites, aunque puede relacionárseles a la posibilidad de reunir a un equipo de científicos y profesionales que podrían absorber los recursos sin despilfarros.

Los esfuerzos de planificación de ciencia y tecnología en los países subdesarrollados recién se están iniciando. Todavía no han sido plenamente legitimados y encaran la doble oposición de los científicos liberales y de los proponentes del crecimiento. Por lo tanto, los planificadores de la ciencia y la tecnología encaran una difícil lucha en el proceso de introducir consideraciones tecnológicas en el proceso de planificación del desarrollo y en orientar la realización de actividades científicas y tecnológicas. Para llevar a cabo adecuadamente estas tareas, es necesario prestar atención a la organización del ejercicio de planificación y diseñar nuevos enfoques y procedimientos operativos que tornen más realista a la multiplicidad de metodologías sofisticadas que han sido propuestas.



hacia un nuevo enfoque para la planificación científica y tecnológica

a. Las categorías de decisiones involucradas en la planificación científica y tecnológica

Considerando que las decisiones por anticipado son las componentes básicas de la planificación, los métodos de planificación deben tomar en cuenta explícitamente los diferentes tipos de decisiones, ya que éstos requieren distintos métodos y procedimientos. En un proceso de planificación en general, y en la planificación del desarrollo científico y tecnológico en particular, se pueden identificar cinco categorías generales de decisiones:

- la definición de ideales a largo plazo y de una imagen del futuro deseado para el sistema;
- las decisiones que se refieren a los patrones de interacción con sistemas relacionados y sus áreas de decisión;

Este capítulo se basa en un trabajo del mismo título publicado en la serie de estudios sobre el desarrollo científico y tecnológico de la OEA (Nº 13) y en la revista *Social Sciences Information*, vol. 12 (1973), Nº 2, pp. 67-95.

- las decisiones respecto a la infraestructura institucional del sistema;
- las decisiones sobre el alcance y naturaleza de las actividades a llevar a cabo por el sistema;
- las decisiones respecto a la asignación de todo tipo de recursos.

Estas cinco categorías de decisiones por anticipado representan respectivamente los campos de planificación *Estilística*, *Contextual*, *Institucional*, de *Actividades*, y de *Recursos*. La interacción entre estas categorías se puede resumir diciendo *que se asignan recursos a actividades por intermedio de instituciones, tomando en consideración el contexto, a fin de alcanzar un futuro del estilo deseado.*

Si bien es posible hacer una separación conceptual de estos cinco tipos de decisiones de planificación, hay que recalcar que éstos no son independientes y no pueden ser tratados en forma separada e individual. Lo ideal sería disponer de una metodología de planificación que establezca simultáneamente la combinación de actividades, la estructura institucional y la asignación de recursos que optimice el rendimiento del sistema, acercándolo a su ideal. Sin embargo, es poco probable que en un futuro cercano se pueda desarrollar tal metodología y la alternativa más viable consiste en diseñar procedimientos iterativos de planificación, mediante los cuales se tomaría cada categoría de decisión, definiendo para cada una de ellas un plan provisional que se revisaría una vez tomadas las decisiones por anticipado en las otras áreas.

Las cinco categorías propuestas pueden considerarse como un marco de referencia que permite ordenar las tareas de planificación para el desarrollo científico y tecnológico. Los métodos actuales de planificación se refieren solamente a las categorías de planificación de actividades y de recursos; no existen métodos diseña-

dos específicamente para tomar decisiones por anticipado en las otras categorías.

Las distintas características de las categorías decisionales indicadas hacen necesario desarrollar diferentes puntos de vista, formas de pensar, métodos y modelos que se adecúen en cada una de ellas. No puede esperarse que los conceptos, procedimientos y métodos de una categoría resulten igualmente aplicables para los demás, que difieren en casi todos los aspectos. Por ejemplo, no es posible aplicar en forma eficaz los procedimientos y perspectiva de planificación de recursos a la planificación institucional, contextual o estilística, ya que los problemas de distribución y asignación de recursos poco tienen en común con los problemas de creación de instituciones, de coordinación de políticas e interacciones, y de diseño del ideal deseado.

Estas observaciones se pueden sintetizar en la siguiente forma: en la planificación para el desarrollo científico y tecnológico deben tenerse en cuenta las diferentes categorías de decisión y desarrollarse métodos adecuados para cada una.

Las diferencias existentes entre los cinco tipos de decisiones por anticipado indican que deben ubicarse en el ámbito de distintos organismos de planificación. Suponiendo que existe una entidad central de planificación científica y tecnológica, ésta debería encargarse de la planificación estilística en consulta con los grupos de interés que resulten afectados. La planificación contextual sería realizada por la entidad de planificación en conjunto con entidades planificadoras de otros sistemas relacionados. La planificación institucional, la de actividades y la de recursos serían llevados a cabo por el organismo central de planificación y las instituciones que actúan en el ámbito del sistema científico y tecnológico.

C U A D R O 2

CARACTERISTICAS DE LA CATEGORIA DE PLANIFICACION

	Estilística	Contextual	Institucional	De actividades	De recursos
FACTORES CONDICIONANTES	Sistema de valores y preferencias (limitaciones estilísticas)	Limitaciones de contexto Interdependencia con otros sistemas	Limitaciones institucionales Ecología organizacional	Capacidad existente y potencial del sistema Dinámica del proceso de desarrollo del sistema	Disponibilidad de recursos Posibilidad de dirigir las asignaciones
AREAS DE IMPOR- TANCIA	Futuras alternativas Imagen deseada Clarificación de valores	Convergencia de las políticas y planes	La estructura organizacional apropiada (canales y agrupamientos)	Áreas de concentración de actividades Evaluación del rendimiento pasado	Asignación de recursos
TIPO DE PROCESO	Exploratorio Consultativo De iteración múltiple	De coordinación De negociación	De estructuración (establecimiento de la trama organizacional)	De diagnóstico De fijación de metas De balanceamiento De aprendizaje	De asignación y distribución Experimental

**PROCEDI-
MIENTOS
INVOLU-
CRADOS**

Establecer nor-
mas ideales
Proponer direc-
ciones generales
Establecer diálo-
go con grupos de
interés

Explicitar políti-
cas implícitas
pertinentes
Resolver contra-
dicciones
Utilizar instru-
mentos indirectos
para implemen-
tar planes y po-
líticas

Construir y reno-
var instituciones
Definir patrones
de rendimiento
Establecer reglas
de comporta-
miento

Establecer obje-
tivos
Definir orienta-
ción
Fijar procedi-
mientos opera-
cionales

Adquirir y distri-
buir recursos
Establecer priori-
dades para la asig-
nación de recur-
sos
Definir objetivos
y metas específi-
cas
Generar una base
de información

**ORGANI-
ZACION
RESPON-
SABLE**

Entidad planifi-
cadora y grupos
interesados

Entidad planifica-
dora y entidades
de otros sistemas

Entidad planifica-
dora y otras or-
ganizaciones del
sistema

Entidad planifica-
dora y otras orga-
nizaciones del sis-
tema

Entidad planifica-
dora y otras orga-
nizaciones del sis-
tema

**HORIZON-
TE TEMPO-
RAL DOMI-
NANTE**

Largo plazo

Mediano plazo

Mediano plazo

Mediano plazo

Corto plazo

La planificación estilística es esencialmente una actividad a largo plazo; la planificación contextual, institucional y de actividades se refiere principalmente al mediano plazo, mientras que la planificación de recursos involucra las tres dimensiones, aunque pone énfasis en el corto plazo. Dicho en otra forma, el corto plazo es la dimensión dominante en la planificación de recursos, el mediano plazo en la planificación de actividades, en la institucional y en la contextual, y el largo plazo en la planificación estilística.

El Cuadro 2 muestra las principales características de los cinco tipos de actividades de planificación. Para cada uno de ellos se especifican los factores condicionantes, las áreas de importancia, el tipo de proceso, los procedimientos involucrados, la organización responsable por su ejecución y el horizontal temporal dominante.

b. Planificación estilística

Los objetivos generales de la planificación estilística son proyectar una imagen deseada futura para el sistema científico y tecnológico, y comprometer la participación de los grupos de interés afectados, esclareciendo en el proceso sus valores y preferencias. El plan estilístico se convierte así en un instrumento para promover el diálogo y la participación, cuya meta es lograr una visión común del futuro y una perspectiva compartida por los interesados que participen.

Al comentar el análisis que hace Crozier de la planificación económica francesa, Trist²⁵ destaca que el proceso de aprendizaje que tiene lugar en el curso de la preparación de un plan reviste importancia mucho

25. Eric Trist, *The Relation of Welfare and Development in the Transition to Post-Industrialism*, Los Angeles, Western Management Science Institute, University of California, 1968.

mayor que el plan en sí. Carroll²⁶ sugiere que este proceso de aprendizaje generado por la planificación participativa, sobre todo en cuestiones tecnológicas, no debe estar necesariamente limitado a los científicos y a funcionarios del gobierno, sino que debe abarcar a todos los ciudadanos. Por lo tanto, la tarea principal radica en establecer mecanismos de participación y diálogo para iniciar el proceso de aprendizaje que lleve a identificar el estilo deseado para el sistema.

La planificación estilística es un proceso exploratorio, condicionado principalmente por estructuras de valores y preferencias. Esto es lo que Ackoff²⁷ designa como "limitaciones estilísticas". El proceso se concentra en la especificación de futuros alternativos y en la definición de la imagen deseada, o "futuro volitivo" como lo denomina Ozbekhan²⁸.

El ideal futuro del sistema diseñado a través de la planificación estilística debe incluir postulados sobre los patrones de interdependencia con los demás sistemas. Por ejemplo, debe especificar la posible contribución de la ciencia y la tecnología al desarrollo económico, a la educación y al aprovechamiento de los recursos naturales. Debe contener además una descripción de la infraestructura institucional ideal del sistema, de la estructura de actividades a realizar y de los medios ideales de adquisición y asignación de los recursos.

El ideal se presenta en la forma de un conjunto de escenarios o instantáneas que consisten en postulados cualitativos sobre el sistema y sus interrelaciones con el medio ambiente en el futuro. Los escenarios se com-

26. James D. Carroll, "Participatory Technology", en *Science*, Vol. 171, (febrero 1971), págs. 647-653.

27. R. L. Ackoff, *A Concept of Corporate Planning*, New York, John Wiley and Sons, Inc., 1970.

28. Hasan Ozbekhan, "Toward a General Theory of Planning", en Jantsch (ed.) *Perspectives of Planning*, OECD, Paris, 1969.

plementan luego con propuestas de estrategia general para alcanzar el estado ideal descrito. Los postulados no deben ser necesariamente cuantitativos o hallarse respaldados por proyecciones detalladas. En un comienzo deben ser descripciones impresionistas del sistema para una fecha determinada. A medida que se progresa en las iteraciones que requiere el proceso continuo, se van refinando estas instantáneas, enfocándolas más claramente, con lo que se logran evidenciar los desarrollos posibles y las limitaciones externas.

El horizonte de la planificación estilística es el largo plazo, suficientemente extenso como para que la situación actual y su dinámica no condicionen significativamente la situación futura. No obstante, esto no implica dejar de lado lo referente a posibilidad y factibilidad.

La preocupación por el diseño de sistemas ideales no es reciente. Además del pensamiento utópico tradicional, se ha propugnado el diseño de sistemas ideales sobre la base de su contribución a la toma de decisiones actuales en un nivel práctico. Una de las primeras descripciones coherentes de la posible utilización de esquemas ideales como base para la acción, fue hecha por Kropotkin en 1873²⁹, que pone el énfasis en los beneficios de liberar la imaginación de las cuestiones de factibilidad, a fin de descubrir estructuras latentes de valores y preferencias. En otro sentido, tanto Ackoff³⁰ como Ozbekhan³¹ coinciden con Kropotkin en estos beneficios del pensamiento utópico. Ackoff propone la construcción de escenarios sin más limitaciones que las estilísticas, y Ozbekhan sugiere el diseño de un futuro "volitivo" que incorpore solamente con-

29 P. A. Kropotkin *Selected Writings of Anarchism and Revolution*, Cambridge, Mass. MIT Press, 1970.

30. R. L. Ackoff, *Op. cit.*

31. H. Ozbekhan, *Op. cit.*

sideraciones de preferencias y valores. Sin embargo, considero que las imágenes ideales, para que sean de verdadera utilidad en la planificación estilística, deben estar acotadas de alguna manera por el concepto de lo que es posible alcanzar.

La visión *estilística* del futuro adopta una posición de deseo o propósito; trata de diseñar un esquema futuro que concrete aspiraciones ideales y luego derivar una estrategia para alcanzarlo, a partir de las condiciones actuales. En contraste, la visión *extrapolada* del futuro implica admitir una continuación de las tendencias actuales y postular una imagen que es el resultado de no tomar acción correctiva alguna. Por último, la visión *más probable* se diseña considerando las tendencias actuales y las probables reacciones a ellas para llegar al futuro esperado.

La planificación estilística debe evitar al inicio los aspectos de factibilidad y posibilidad, según lo sugerido por Kropotkin, para no interferir con la visión del futuro que puede aportar nuevas ideas e incorporar preferencias y valores; pero luego es necesario introducir dichos aspectos para modificar la imagen deseada y diseñar la estrategia para lograrla. En las etapas posteriores tanto el futuro extrapolado como el más probable deben jugar el papel de proyecciones de referencia, para confrontar a los planificadores con la "brecha de planificación" que surge de la diferencia entre el futuro proyectado y el deseado.

Las consideraciones sobre factibilidad y posibilidades reales constituyen un factor de equilibrio para el pensamiento utópico asociado con el diseño del futuro deseado. En la planificación estilística de la ciencia y la tecnología dichas consideraciones se introducen de dos maneras: a través del diagnóstico de la situación existente, su dinámica y posibilidades de desarrollo, y mediante los pronósticos tecnológicos que indican la fac-

tibilidad de alcanzar determinados aspectos del futuro deseado.

La introducción de una dosis de realismo en el proceso de planificación estilística está destinada a evitar la tentación de aceptar los postulados contenidos en una imagen deseada, elaborarlos y luego dar por sentado que esa imagen es un hecho logrado. Esta tendencia se ha denominado "proyectismo" ó "voluntarismo" y Gross³² muestra que se trata de una característica común en la planificación de muchos países subdesarrollados "en los cuales es fácil soñar, pero para lograr algo deben superarse obstáculos tremendos". Según Gross:

... el proyectismo se basa en compromisos utópicos sobre situaciones deseadas, que son lisa y llanamente imposibles de alcanzar. En última instancia, la elaboración de presuntos métodos para alcanzar lo inalcanzable puede servir para hacer que el plan sea más plausible, aunque no más factible. A pesar de todo, el hecho de que un plan sea utópico no le impide llegar a la etapa de decisión central y compromiso. Los líderes políticos hacen frecuentes promesas "celestiales" para distraer la atención de los verdaderos problemas. (p. 195).

El diagnóstico de la capacidad existente y potencial en ciencia y tecnología y el pronóstico tecnológico en la planificación estilística contribuirían a impedir que se piense en términos "proyectistas".

El otorgar prioridad a la planificación estilística puede justificarse con diversas razones, particularmente en ciencia y tecnología. En primer lugar se trata de una actividad relativamente independiente y al ser un ejercicio a largo plazo, tendría un efecto condicionante sobre los otros tipos de planificación.

32. Bertram Gross "Planning the Improbable", en Gross (ed.) *Action under Planning*, New York, McGraw Hill, 1967.

En segundo lugar, es lógico suponer que los planificadores, los que establecen políticas y otros grupos de interés podrán ponerse de acuerdo más fácilmente sobre conceptualizaciones ideales a largo plazo, que sobre problemas de corto y mediano plazo, tales como asignación de recursos, definición de actividades, y desarrollo de instituciones. La planificación estilística ofrecería así una base de acuerdo que de otra manera sería difícil obtener.

c. Planificación contextual

Esta categoría de decisiones se refiere al patrón de interacciones entre el sistema científico y tecnológico y los sistemas con que se interrelaciona en el medio ambiente. La planificación contextual está dirigida a lograr una mayor coherencia entre estos sistemas, y a explorar la posibilidad de utilizar mecanismos indirectos para implementar las decisiones de planificación. Está condicionada por las limitaciones impuestas por el contexto y pone énfasis en la convergencia de las políticas y planes presentados por los diferentes sistemas, a través de procesos de coordinación y negociación. Los procedimientos a seguir consisten en explicitar las consecuencias de las políticas y planes de otros sistemas, resolver las contradicciones que puedan presentarse entre ellos, y analizar las formas posibles de implementación del plan de ciencia y tecnología mediante acciones tomadas en otros sistemas.

El medio ambiente se puede definir como el conjunto de sistemas y componentes que afecta el comportamiento y el rendimiento del sistema científico y tecnológico, y sobre el cual éste no puede ejercer control directo. Esto no implica que el sistema no tenga influencia alguna sobre el medio ambiente, ya que los procesos de negociación y coordinación afectan su com-

portamiento sin que se requiera un control directo sobre él.

Eric Trist, en su contribución a un informe de las Naciones Unidas sobre capacidad administrativa para el desarrollo³³, propone una diferenciación del medio ambiente de un sistema u organización en medio ambiente operativo y contextual:

Es necesario distinguir entre el medio ambiente inmediato, operacional y el medio ambiente más remoto, contextual. El medio ambiente operacional consiste de todas las organizaciones, grupos y personas con los cuales el sistema dado tiene relaciones específicas, tanto del lado de los insumos como de los productos, si bien puede no ser conciente de todos los aspectos. El medio ambiente contextual está constituido por las relaciones que las entidades del medio ambiente operacional tienen entre sí y con otros sistemas que no entran directamente en el mundo de las transacciones de la organización misma (p. 44).

Para que un sistema funcione en armonía con su medio ambiente, no basta con prestar atención al medio operacional, formado por las organizaciones, instituciones, grupos de interés y clientes que tienen conexión directa con el sistema; debe también evaluarse la influencia potencial del medio contextual, y prever los cambios que puedan afectar el comportamiento del sistema. Para el sistema científico y tecnológico, el medio ambiente contextual está constituido por las relaciones entre diferentes componentes del sistema económico y entre éste y los sistemas físico-ecológico, educativo, político, etc.

33. E. Trist, en *Appraising Administrative Capabilities for Development*, Naciones Unidas, New York, 1969.

Al planificar patrones de interacción puede darse el caso de que sea necesario convertir algunos aspectos y componentes del medio ambiente contextual en parte del medio ambiente operativo; en particular los aspectos que se introducen en el sistema y afectan su rendimiento. De esta forma se establecería un enlace directo que permitiría ampliar el alcance y la influencia de la toma de decisiones, tanto actuales como por anticipado, en el sistema científico y tecnológico.

Las características del medio ambiente y de las políticas establecidas por los sistemas que contiene, forman un conjunto de políticas implícitas para la ciencia y la tecnología. Las políticas gubernamentales, sobre todo en los aspectos económico y educacional, contienen una gama de consecuencias o políticas implícitas que regulan de manera indirecta el comportamiento del sistema científico y tecnológico. Para que la planificación del desarrollo científico y tecnológico sea eficaz, es necesario poner al descubierto a estas políticas implícitas. Es posible que en este proceso de explicitación se identifiquen contradicciones entre los objetivos y políticas declarados y aquellos que el medio ambiente impone al sistema. La forma en que se resuelvan estas contradicciones tendrá una influencia decisiva sobre el desarrollo futuro de la ciencia y la tecnología.

El proceso de descubrir políticas implícitas y exponer contradicciones puede llevar a situaciones conflictivas. Las políticas contradictorias no se tornan congruentes por el simple hecho de mostrar sus discrepancias. Estos conflictos de valores se deben resolver mediante procesos de coordinación o negociación. Una vez expuestas las contradicciones, quienes establecen las políticas y formulan los planes deberán elegir entre opciones alternativas en forma abierta y con plena conciencia de los conflictos de valores involucrados.

En resumen, la planificación contextual se ocupa de las interdependencias entre el sistema y su medio ambiente. Examina las políticas implícitas que son consecuencia de decisiones reales y anticipadas tomadas en otros sistemas, identifica posibles contradicciones, indica la forma de resolverlas, y considera además la posibilidad de utilizar instrumentos indirectos para la implementación de políticas científicas y tecnológicas. La planificación contextual es principalmente una actividad a mediano plazo. La situación imperante, en particular en lo que se refiere al medio ambiente operacional y al contextual, condiciona las decisiones a tomarse por anticipado, pero no las determina en forma preponderante.

d. Planificación institucional

Las decisiones por anticipado de la planificación institucional se refieren a la red de organizaciones por medio de la cual se han de llevar a cabo las actividades y la canalización de recursos, y a las normas y reglas que rigen el comportamiento de las diferentes unidades que conforman la infraestructura institucional. La planificación institucional está condicionada principalmente por limitaciones de carácter organizativo y por las posibilidades que existen para el desarrollo institucional; es decir, por la ecología organizacional del sistema científico y tecnológico. Pone énfasis en el establecimiento de canales y grupos de instituciones, por medio de un proceso de estructuración que define la trama organizacional del sistema. Este tipo de actividad de planificación comprende la creación y renovación de instituciones, el establecimiento de reglas de comportamiento, y la definición de los criterios para evaluar el rendimiento de las organizaciones que conforman el sistema científico y tecnológico.

La creación de una infraestructura institucional para el sistema científico y tecnológico es condición esen-

cial para su desarrollo. El ex-director general de la UNESCO, René Maheu³⁴, al dirigirse a los países asiáticos, señaló la importancia de la red de instituciones:

Las naciones científicamente más avanzadas tienen clara conciencia que los beneficios sociales y económicos de la investigación orientada o aplicada depende de la existencia y eficiencia de lo que se conoce como "red operacional" de instituciones de investigación científica y tecnológica del país. (p. 10).

Esta red de instituciones está por lo general bien organizada en los países de mayor desarrollo, razón por la cual éstos rara vez se han ocupado de ella en forma explícita: se da por sentado que la infraestructura institucional existe y se pasa a considerar los problemas de prioridades y asignación de recursos. La escasa preocupación por los problemas de orden institucional, tanto en el área de ciencia y tecnología como en otros campos, ha llevado a creer que los países subdesarrollados deberían seguir una estrategia de imitación al planificar su desarrollo institucional. Así lo destaca Whyte³⁵ al referirse al Perú:

En el Perú está muy difundida la tendencia a imitar la estructura institucional y las prácticas de las naciones industrializadas, y a aceptar las instituciones de otros países como patrón de medida de las instituciones peruanas. Se tiene conciencia de esta tendencia y se critica la influencia externa haciendo una vigorosa defensa de lo peruano.

34. René Maheu, *National Science Policies in Countries of South and Southeast Asia*, UNESCO, Paris, 1965, capítulo 3.

35 William F. Whyte, "Innovation or Imitation: Reflections on the Institutional Development of Peru", en *Administrative Science Quarterly*, Vol. 13, N° 3, 1968, págs. 370-385.

Pero aún aquellos que en público adoptan la posición más nacionalista, en privado y en conversaciones informales hablan de las deficiencias del país y de la necesidad de ajustar las instituciones según la imagen de las de otro país. (p. 371).

Una estrategia de imitación institucional tiende al fracaso y debe evitarse porque el contexto y el medio ambiente en que operan las instituciones de un país desarrollado son totalmente distintos de los que prevalecen en los subdesarrollados. En el ámbito de la ciencia y la tecnología existen muchos casos en los que hubiera sido preferible desarrollar una estructura institucional diferente de la que se tiene en la actualidad, copiada del exterior (por ejemplo, en el caso de los consejos nacionales de investigación). Más aún, las condiciones sociales e históricas particulares pueden ofrecer oportunidades para desarrollar nuevos patrones institucionales, más adecuados a las condiciones locales.

En los países subdesarrollados la evolución de las instituciones en el sistema científico y tecnológico ha sido muy lenta. Los institutos de investigación, universidades, consejos de investigación y organizaciones de servicio han carecido de recursos financieros y de personal calificado, y en muchos casos, particularmente en América Latina, no ha existido una demanda efectiva para los conocimientos y servicios que producen.

Organizar en corto tiempo una estructura institucional es tarea sumamente difícil. Por lo general existe un núcleo de instituciones, a veces muy deficientes, a partir del cual se podría diseñar una red organizacional efectiva. La planificación institucional toma como base la estructura existente, la examina en forma crítica y propone los ajustes necesarios. Una vez puestas en marcha las propuestas, debe dejarse que evolucionen sin modificaciones durante un período mínimo, ya que se requiere cierto tiempo para que lleguen a estabilizarse.

Frecuentes cambios radicales pueden retardar el desarrollo de la estructura institucional adecuada.

La planificación institucional debe cubrir la red de instituciones a diferentes niveles, desde unidades individuales de investigación, ingeniería y difusión, hasta el de organizaciones nacionales e internacionales. En la práctica, es necesario enfocarla en forma modular, concentrándose de manera secuencial en distintos aspectos de la compleja red de instituciones y organizaciones.

En general no existen criterios para identificar y generar diseños institucionales óptimos, menos aún para el sistema científico y tecnológico en países subdesarrollados. Una posible estrategia en este sentido consiste en establecer condiciones mínimas para una estructura institucional aceptable. Esta estrategia puede mejorarse agregándole un segundo conjunto de criterios, basados en la capacidad de adaptación del diseño en relación a los cambios que se producen en el sistema o en su medio ambiente. Esto llevaría a diseñar instituciones que satisfagan normas mínimas de aceptabilidad, y que cuenten con una capacidad adaptativa. Sin embargo, no siempre es posible definir los criterios de adaptividad y las normas mínimas que el diseño institucional debe satisfacer³⁶.

e. Planificación de actividades

La planificación de actividades trata sobre las decisiones referentes al alcance y naturaleza de las tareas a realizarse. Está condicionada por las capacidades existente y potencial del sistema y por la dinámica de sus procesos internos. En esta categoría de planificación se establecen prioridades para las áreas de acción y se evalúa el rendimiento en el pasado, como pauta comple-

36. Véase el capítulo 7 de F. Sagasti, *Towards a Methodology for Planning Science and Technology in Underdeveloped Countries*, Tesis Doctoral, Universidad de Pensilvania, 1972.

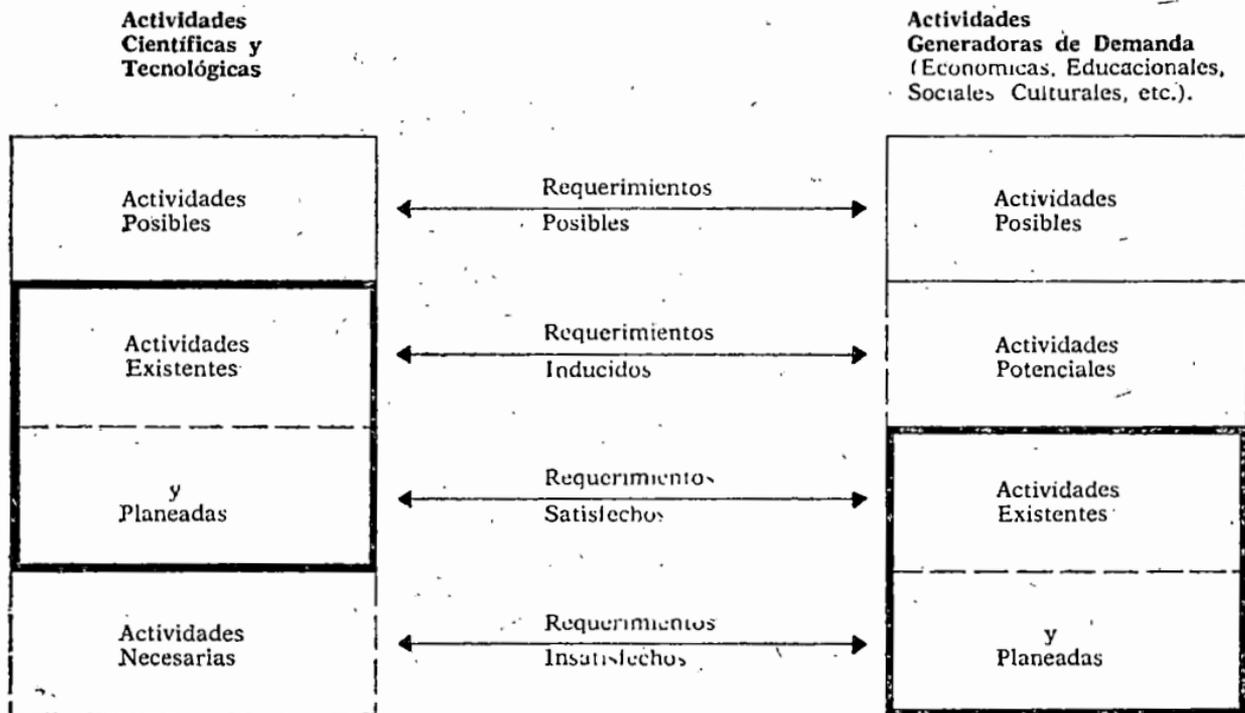
mentaria para definir dichas prioridades. Para esto se requiere diagnosticar la situación existente, fijar metas, y buscar el equilibrio entre ambas.

Los objetivos de la planificación de actividades son proporcionar prioridades y orientación general al sistema científico y tecnológico, así como proponer medidas para la regulación del flujo de conocimientos provenientes del exterior. La metodología debería especificar el tipo de actividades prioritarias y las áreas de concentración, tomando en cuenta su posible contribución al desarrollo económico y social. Por lo tanto, las tareas de la planificación de actividades se pueden dividir en tres grupos: determinar las actividades científicas y tecnológicas que debería realizar el país, especificar las áreas en las que será necesario adquirir conocimientos de fuentes extranjeras y definir las tareas complementarias que permitan fijar y absorber los conocimientos importados.

La planificación de actividades se basa en el principio de que la autarquía científica y tecnológica es prácticamente imposible en el mundo moderno. La estrategia que se propone para el desarrollo científico y tecnológico es lograr una *interdependencia selectiva* con otros países y sus respectivos sistemas científicos y tecnológicos. Esto implica que el país subdesarrollado tratará de concentrar sus esfuerzos en áreas en las que ya tiene cierta capacidad o puede adquirirla a corto plazo, en las que no se puede —o no es conveniente— importar conocimientos. La comunidad científica local se transformaría así en un centro de excelencia a nivel mundial en las áreas en las que ha decidido concentrar sus esfuerzos, tratando de compensar el flujo de conocimientos importados. La estrategia de interdependencia selectiva también implica la posibilidad de importar conocimientos, elaborarlos y luego volver a exportarlos. Por eso, es de crucial importancia hacer una selección de los ámbitos científico-tecnológicos que presentan ma-

Figura 1

DIFERENTES TIPOS DE REQUERIMIENTOS



yores ventajas en el país. El control eficaz de la importación de tecnología es también importante, a fin de asegurar que el país obtenga de sus proveedores las condiciones más favorables en aquellas áreas en las que depende de conocimientos extranjeros. La amarga experiencia de los países latinoamericanos en la adquisición de tecnología extranjera demuestra que es necesario ejercer un mejor control sobre el proceso de transferencia de tecnología a los países subdesarrollados.

Para determinar las áreas y prioridades en ciencia y tecnología se sigue generalmente el método de requerimientos y posibilidades³⁷, que consiste en comparar el potencial científico y tecnológico con los requerimientos del sistema económico, educacional, etc. En primer lugar se examina el funcionamiento de los sistemas generadores de demanda para identificar y explicitar sus necesidades. Se comparan luego estas necesidades o requerimientos con las posibilidades existentes a fin de acoplar la demanda a la oferta de conocimientos e identificar desequilibrios. Este proceso de comparación y balance reemplazaría a los mecanismos de mercado para los conocimientos científicos y tecnológicos.

Considerando cada uno de los grupos de actividades, el científico-tecnológico y el generador de demanda, es posible introducir una clasificación que sirva de punto de partida para la identificación de diferentes tipos de requerimientos (véase la figura 1).

Comenzando por las actividades generadoras de demanda (económicas, sociales, culturales, etc.), se tiene las actividades *existentes y planeadas* que generan una demanda de ciencia y tecnología, que puede ser *satisfecha* o *insatisfecha* según se lleven a cabo las actividades científicas y tecnológicas pertinentes. Los requere-

37. F. Sagasti, *Notes on the OECD and OAS Methodologies for Determining Requirements for Science and Technology*. Departamento de Asuntos Científicos, OEA Washington, D. C. 1970.

rimientos insatisfechos son aquellos que generan demanda de nuevas actividades, mientras que los satisfechos se refieren a actividades existentes que corresponden a la demanda. Los requerimientos o necesidades no satisfechas pueden presentarse a diferentes niveles. En el nivel global, se pueden establecer prioridades para ciencia y tecnología en áreas de problemas de importancia nacional o para sectores económicos. A nivel de unidades de producción y tecnologías específicas, se podrían identificar proyectos de investigación y asignárseles prioridades.

En el grupo de actividades científico-tecnológicas existen muchas que no encuentran contraparte en las actividades generadoras de demanda. Estas podrían *inducir o promover* actividades económicas, educacionales, sociales y culturales, que a su vez generarían necesidades de ciencia y tecnología. De esta manera, las actividades científicas y tecnológicas de esta categoría podrían crear su propia demanda, promoviendo sus correspondientes actividades económicas y sociales. Los requerimientos derivados de esta demanda se denominan *requerimientos inducidos*.

Muchos países subdesarrollados cuentan con una elevada capacidad en algunas áreas de investigación básica o aplicada que, en la práctica, ha tenido muy poco uso. Por ejemplo, no es raro encontrar un alto nivel de competencia en áreas como electrónica, física o química, para las cuales no existe demanda efectiva por el escaso desarrollo de los sectores económicos correspondientes. Esta capacidad para realizar trabajos científico-tecnológicos puede inducir la realización de actividades económicas, las cuales a su vez requerirían los servicios que el sistema científico y tecnológico puede suministrar. Tales *requerimientos inducidos* pueden tener un papel importante, no sólo en el desarrollo de actividades económicas y sociales, sino también en el progreso científico y tecnológico.

Para completar esta descripción, se puede definir otra categoría de requerimientos, para la cual no existen ni las actividades científicas y tecnológicas ni las que generan demanda. Estos *requerimientos posibles* surgirían de una estrategia de desarrollo distinta y de un examen crítico del papel que desempeñan la ciencia y la tecnología en un modelo de desarrollo diferente.

f. Planificación de recursos

Esta categoría de planificación se ocupa de las decisiones sobre adquisición y distribución de todo tipo de recursos y está condicionada por su disponibilidad y por la posibilidad de dirigir la forma en que se asignan. Los procedimientos para llevar a cabo este tipo de actividad deben generar una base de información que permita interpretar cada decisión desde un punto de vista experimental, como si se tratara de una muestra tomada del universo de decisiones posibles.

Las entidades de planificación rara vez controlan una alta proporción de los recursos asignados a ciencia y tecnología. Por lo tanto es necesario que en la planificación de recursos se incluya a otras instituciones, tales como organizaciones privadas de investigación, universidades y dependencias de gobierno. Esta categoría de planificación debe comprender tanto la asignación de los recursos a disposición de la entidad planificadora, como el ejercer influencia sobre la forma en que otras instituciones del sistema científico y tecnológico utilizan sus propios recursos.

En lo referente a recursos humanos, las entidades de planificación científica y tecnológica generalmente tienen poco control directo sobre la formación de personal altamente calificado. Estas son funciones de las universidades y de otras instituciones de educación su-

perior. Por lo general, la entidad de planificación propone políticas, coordina esfuerzos, e intenta establecer una relación entre los planes educacionales y los planes de desarrollo científico y tecnológico. Considerando las áreas de concentración definidas en la planificación de actividades, se puede indicar a los planificadores educativos la necesidad de contar con investigadores y personal técnico altamente calificado en ciertas áreas. Además, es posible organizar eventos, tales como reuniones y conferencias, con el objeto de fomentar el intercambio de experiencias en la comunidad científica y de prestigiar las actividades relacionadas directamente con el desarrollo socioeconómico.

Se pueden distinguir dos áreas en la planificación de recursos humanos sobre las cuales la entidad planificadora podría ejercer control directo. Se trata de la administración de becas y la preparación de personal calificado en planificación científica y tecnológica y en otras actividades de apoyo al sistema científico y tecnológico. Mediante la administración de becas, sobre todo para estudiar en el extranjero, la entidad planificadora influiría directamente sobre el volumen y la composición del personal altamente calificado. La preparación de personal para la planificación científica y tecnológica, y el adiestramiento de toda clase de personal auxiliar requerido para actividades de apoyo (por ejemplo, especialistas en documentación y bibliotecarios) son tareas adicionales que la entidad planificadora debe manejar en forma directa.

La signación de recursos financieros seguiría procedimientos diferentes de acuerdo a si los fondos son controlados directamente por la entidad planificadora o están bajo el control de otras instituciones. En el primer caso la agencia planificadora asignaría recursos a los campos definidos en la planificación de actividades. Si la entidad planificadora o alguna de sus dependencias

puede llevar a cabo directamente actividades de investigación y desarrollo, el problema es el de generar y seleccionar los proyectos pertinentes. Para los proyectos a ser ejecutados por otras organizaciones, la entidad planificadora solicitaría propuestas y el problema consistiría en seleccionar entre las propuestas de investigación presentadas.

Para los recursos financieros que no se encuentran bajo el control directo de la entidad planificadora, ésta deberá proponer a otras instituciones los métodos y criterios de asignación, los procedimientos de control que permitan las comparaciones interinstitucionales, y la preparación de un presupuesto global consolidado para ciencia y tecnología. La planificación de recursos también debe abarcar la preparación de información sobre su utilización. Esto último contribuiría a posibilitar la aplicación de modelos matemáticos de asignación y la interpretación de decisiones de asignación dentro de un marco experimental.

También se deben incluir medidas para racionalizar la utilización de los recursos físicos, que se refieren a los edificios, equipo de laboratorio, instrumentos computadoras, bibliotecas y centros de documentación. La entidad de planificación debe proponer políticas y planes que lleven a una utilización más eficiente de estos recursos.

En principio, las decisiones involucradas en la planificación de recursos son cuantificables, al menos en mayor grado que las de la planificación de actividades, institucional, contextual y estilística. Es por esto que puede resultar más útil en esta área el empleo de modelos matemáticos. Sin embargo, en la etapa de desarrollo científico y tecnológico en que se encuentran en la actualidad la mayor parte de los países subdesarrollados difícilmente puede llegarse a este nivel.

En otro trabajo³⁸ hemos explorado en mayor detalle las implicaciones metodológicas del marco conceptual propuesto, proporcionando algunos ejemplos de su aplicación.

La utilidad principal del esquema presentado se deriva de las ideas que pueda sugerir a quienes tienen bajo su responsabilidad las tareas de planificación científica y tecnológica. Considerando las características de la situación latinoamericana en ciencia y tecnología, la planificación científica y tecnológica debería incluir:

—Una descripción de la imagen deseada para el sistema científico y tecnológico en el futuro, especificando las actividades a desarrollar, los esquemas institucionales, las áreas de concentración para investigación y desarrollo, etc. Esta descripción debería complementarse con lineamientos generales sobre la estrategia a seguir para alcanzar el ideal, basados en un diagnóstico previo de la situación existente y sus posibilidades de desarrollo (planificación estilística).

—Propuestas de coordinación de políticas y planes en materia de ciencia y tecnología con otras políticas del país (económicas, educacionales, sociales, etc.), indicando cómo debería modificarse la estructura de interrelaciones para resolver las contradicciones resultantes de las políticas, estructuras y planes conflictivos (planificación contextual).

—Una especificación de la estructura institucional del sistema científico-tecnológico, de los criterios utilizados en su definición y de la estrategia que llevaría a desarrollarla. Esto incluye la organización de entidades encargadas de la planificación científica y tecnológica (planificación institucional).

38. F. Sagasti, *Towards a methodology for planning science and technology in underdeveloped countries*, Tesis Doctoral, Universidad de Pennsylvania, 1972.

—Propuestas sobre áreas de concentración de las actividades científicas y tecnológicas, particularmente las de investigación y desarrollo. Estas propuestas deben incluir sugerencias para corregir la orientación de aquellas actividades que parecen superfluas en vista de las necesidades de desarrollo del país (planificación de actividades),

—Propuestas sobre medidas de control de la importación de tecnología dirigidas a reducir los costos, las restricciones asociadas con dicha importación y la inadecuación de las tecnologías importadas a las condiciones locales (planificación de actividades).

—Definición de criterios y prioridades para la asignación de recursos humanos, financieros y físicos del sistema científico y tecnológico. Deben considerarse tanto los asignados y administrados directamente por la agencia de planificación científica y tecnológica, como los que controlan otras organizaciones gubernamentales y privadas (planificación de recursos).

lineamientos para la política tecnológica industrial

a. Diferencias entre política científica y política tecnológica

Si bien es posible hablar de "política científica y tecnológica" en conjunto de manera general, cuando se abordan aspectos de carácter operacional es necesario establecer una distinción entre *política científica* y *política tecnológica*. Uno de los errores más comunes en América Latina ha sido el confundir estos dos campos, de tal forma que los conceptos, ideas y criterios que se refieren a la política científica han sido extendidos para cubrir la política tecnológica y viceversa, aún cuando ambas —en la etapa actual de desarrollo en la mayoría de los países de América Latina— son de naturaleza distinta y requieren enfoques diferentes. El cuadro

El presente capítulo se basa en un trabajo presentado en el "Foro Interamericano sobre Desarrollo Tecnológico" realizado en la Universidad de Texas en Austin en febrero de 1975, y en un artículo conjunto con M. Guerrero publicado en *Comercio Exterior*, febrero, 1975, bajo el título "Lineamientos para elaborar políticas de ciencia y tecnología en Latinoamérica".

C U A D R O 3.

DIFERENCIAS ENTRE LA POLITICA CIENTIFICA Y LA POLITICA TECNOLOGICA A NIVEL NACIONAL.

	Política científica	Política tecnológica
1. OBJETIVOS	<p>a. Generar conocimiento científico (básico y potencialmente utilizable) que podrá eventualmente emplearse con fines sociales y económicos, y que permitirá una comprensión y un seguimiento de la evolución de la ciencia.</p> <p>b. Desarrollar una base de actividades científicas y recursos humanos relacionada al acervo mundial de conocimientos.</p>	<p>a. Adquirir la tecnología y la capacidad técnica para la producción de bienes y la provisión de servicios.</p> <p>b. Desarrollar la capacidad nacional para la toma de decisiones autónomas en asuntos de tecnología.</p>
2. TIPO PRINCIPAL DE ACTIVIDADES CUBIERTAS	Investigación básica y aplicada que genere conocimientos básicos así como conocimientos potencialmente utilizables.	Desarrollo, adaptación, ingeniería inversa, transferencia de tecnología, ingeniería de diseño, que generen conocimientos listos para utilizarse.
3. APROPIACION DE LOS RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES CUBIERTAS	Los resultados (en la forma de conocimiento básico y potencialmente utilizable) se apropian diseminándolos ampliamente. La publicación es la manera de asegurar la propiedad.	Los resultados (en la forma de conocimientos listos para utilizarse) permanecen principalmente en manos de los que generaron. Las patentes, el know-how confidencial y los conocimientos detentados por profesionales aseguran la apropiación de resultados.

- | | | |
|--|---|--|
| 4. CRITERIOS DE REFERENCIA PARA LA REALIZACION ACTIVIDADES | Principalmente internos a la comunidad científica. La evaluación de actividades se basa mayormente en los méritos científicos, y, en algunos casos, en sus posibles aplicaciones. | Principalmente externos a la comunidad técnica y de ingeniería. La evaluación de actividades se basa principalmente en su contribución a los objetivos sociales y económicos. |
| 5. ALCANCE DE LAS ACTIVIDADES | Universal, las actividades y resultados tienen validez general. | Localizado (firma, sucursal, sector o nivel nacional). Las actividades y resultados tienen validez en un contexto específico. |
| 6. POSIBILIDADES DE PLANIFICACION | Sólo se pueden programar amplias áreas y directivas. Los resultados dependen de la capacidad de los investigadores (equipos e individuos) para generar nuevas ideas. Hay gran incertidumbre asociada. | Las actividades y secuencias se pueden programar más estrictamente. Por lo general, se requiere muy poco conocimiento nuevo y lo que está involucrado es el uso sistemático de conocimientos existentes. Hay menor incertidumbre asociada. |
| 7. HORIZONTE DE TIEMPO DOMINANTE | Mediano y largo plazo. | Corto y mediano plazo. |

3 muestra cómo difieren en lo referente a objetivos, actividades cubiertas, apropiación de los resultados obtenidos, criterios de referencia para la evaluación y ejecución de actividades, posibilidad de planificar las actividades y horizonte temporal dominante.

Esta diferenciación es necesaria para la mayoría de los países de América Latina que cuentan con un mínimo de infraestructura en ciencia y tecnología. Para los países desarrollados, particularmente en las industrias de avanzada, ciencia y tecnología se encuentran prácticamente integradas y se requiere de una política que abarque ambas. En el otro extremo, para los países en los que la infraestructura no se ha desarrollado hasta el punto de permitir una diferenciación elemental entre las actividades técnicas (ingeniería), científicas (investigación), y de enseñanza superior (universidades), la diferenciación propuesta probablemente no podría aplicarse.

En el caso de la *política científica* se trata de actividades relacionadas principalmente con la investigación científica, las cuales producen conocimientos básicos y potencialmente utilizables que no pueden ser incorporados directamente a actividades productivas³⁹. Hay pocas posibilidades de apropiar inmediatamente con fines económicos los resultados de la investigación científica, y la propiedad es asegurada a través de la publicación y amplia difusión de los resultados. Los criterios de evaluación para las actividades a ser realizadas (proyectos de investigación) se derivan principalmente de la dinámica interna de la actividad científica y tienen poco que ver con las necesidades concretas del sis-

39. Sobre los diferentes tipos de conocimientos véase el trabajo de F. Sagasti *A System's approach to science and technology policy-making and planning*, Departamento de Asuntos Científicos, OEA, Washington, 1972, y el trabajo de F. Machlup, *The Production and distribution of knowledge in the United States* Princeton, Princeton University Press, 1962.

tema económico (reconociendo, sin embargo que es posible derivar de una necesidad socioeconómica específica las tareas de investigación básica que fundamentarían el desarrollo de tecnologías destinadas a satisfacerlas).

Las actividades cubiertas por el concepto de *política tecnológica* tienen como objetivo principal la generación y adquisición de tecnología a ser utilizada en procesos productivos y sociales, así como el desarrollo de una capacidad de decisión autónoma en materia de tecnología. Aquí se incluye el desarrollo experimental, la adaptación de tecnologías, la "ingeniería inversa" (desagregación tecnológica de bienes de capital), la transferencia de tecnología, la investigación de producción, y otras actividades que producen y aumenten el conocimiento disponible para ser incorporado directamente a actividades productivas. La apropiación de resultados para fines económicos es una característica de estas actividades, y existen varios mecanismos (tales como el sistema de patentes) para hacer posible tal apropiación. Además el uso económico de estos conocimientos está garantizado a través del secreto tecnológico por el hecho de que gran parte de este conocimiento es internalizado por los técnicos y profesionales, y que está sujeto a varios grados de apropiación monopolística por quienes lo desarrollan.

Existen también diferencias que se derivan de los tipos de instituciones que tratan con la política científica y con la política tecnológica. Se observa un marcado énfasis en instituciones educacionales en el primer caso, y una predominancia de agencias ministeriales en el segundo. Por otra parte, los requerimientos de recursos humanos (en términos de cantidad y tipo de entrenamiento), y los tipos de información que se utilizan hacen necesario distinguir entre las políticas científica y tecnológica, particularmente cuando se pasa del nivel conceptual al nivel operacional.

C U A D R O 4

AREAS DE ACCION DE LA POLITICA TECNOLOGICA INDUSTRIAL, OBJETIVOS,
INSTRUMENTOS Y ACTIVIDADES DE APOYO

Areas de acción	Objetivos	Principales instrumentos de política	Sistema de información	Programa de entrenamiento y capacitación
A. Fomento de la demanda de tecnología de origen local.	Aumentar la demanda de tecnología producida localmente (a nivel nacional, subregional y regional) canalizando hacia fuentes propias la demanda previamente orientada hacia el exterior y aumentando la demanda de actividades científicas y tecnológicas vinculadas a las necesidades socioeconómicas.	Dispositivos para motivar a las empresas a utilizar fuentes locales de tecnología (incentivos, normas legales, etc.). Uso de la capacidad financiera de organismos de fomento para influir en las empresas a fin de utilizar tecnología local.	Organización de sistemas de información que permitan orientar la demanda de tecnología hacia fuentes locales (identificación de oportunidades tecnológicas, conocimiento de opciones tecnológicas de origen local, etc.).	Capacitación de profesionales en organismos de gobierno, -agencias estatales y empresas para identificar y evaluar la posibilidad de utilizar tecnología de origen local.
B. Aumento de la capacidad de absorción de tecnología.	Desarrollar en las empresas la capacidad para absorber la tecnología que se incorpora a los procesos productivos, dominando sus principios y mejorando-	Establecimiento de fondos de capital de riesgo para el uso de tecnologías de origen local. Uso del poder de compra estatal para promover utilización de tecnología local. Desagregación de la tecnología	Organización de sistemas de información técnica y extensión industrial para las empresas, abarcando conocimientos tecnológicos disponibles a nivel nacional	Capacitación de profesionales en las empresas para realizar actividades científicas y tecnológicas y preparación de técnicos para asesorar a las empresas.

los en forma continua (tanto en el caso de la tecnología importada como en el de la local).

que incorporará en los procesos productivos la empresa. Disposiciones para asegurar que las empresas realicen actividades científicas y tecnológicas (incentivos, normas legales, financiamiento, etc.). Prestar apoyo e información sobre tecnología a los usuarios en las empresas. Desarrollo de la capacidad de ingeniería de diseño y consultoría.

en empresas consultoras, y vinculándolas con sistemas de información a nivel internacional.

C. Regulación de la importación de tecnología.

Asegurar los máximos beneficios posibles del proceso de importación de tecnología, relacionándola con la producción de tecnología local, aumentando la capacidad de negociación y disminuyendo los efectos perjudiciales de la tecnología importada.

Organización de búsquedas internacionales de tecnología. Desagregación de la tecnología importada (romper el "paquete" tecnológico). Análisis y evaluación de la tecnología importada, particularmente aquella vinculada a los grandes proyectos de inversión. Intervención estatal en el proceso de compra de tecnología a través de contratos de licencia y otras formas. Regulación de la cooperación científica y técnica internacional.

Organización de sistemas de información sobre opciones tecnológicas existentes para determinados sectores, sobre tecnologías en uso a nivel nacional y regional, sobre condiciones en la importación de tecnología e inversión extranjera, sobre la capacidad local de ingeniería y diseño que pueda reemplazar servicios importados.

Formación de profesionales especializados en la desagregación de tecnología, en la evaluación y búsqueda de otras opciones tecnológicas y en la identificación de oportunidades para producir tecnología local que remplace la importada.

C U A D R O 4 (Continuación)

<p>D. Producción de tecnología.</p>	<p>Desarrollo de una capacidad propia para producir conocimientos tecnológicos en áreas prioritarias, relacionada con los objetivos del desarrollo socioeconómico (incluyendo la adaptación y modificación de la tecnología importada).</p>	<p>Organización de proyectos de investigación y desarrollo orientados hacia necesidades del desarrollo socioeconómico. Apoyo al desarrollo de una infraestructura científica y tecnológica (institutos de investigación tecnológica). Establecimiento de incentivos para la producción de tecnología. Establecimiento de fuentes de financiamiento para la investigación científica y tecnológica orientada hacia el desarrollo. Definición de prioridades para la producción de tecnología y organización de un sistema de planificación científica y tecnológica. Generalización de prácticas contractuales para realización de actividades científicas y tecnológicas.</p>	<p>Organización de sistemas de información sobre proyectos en marcha, de sistemas de documentación científica y tecnológica, de información sobre personal, equipo y recursos dedicados a la generación de tecnología, etc.</p>	<p>Preparación de científicos y profesionales para la generación y producción de tecnología, dándole preferencia sobre la preparación de personal para la actividad de investigación tradicional que no busca resolver problemas concretos.</p>
-------------------------------------	---	---	---	---

Sin embargo, en la medida que un país avance en el desarrollo de su ciencia y tecnología, y en la integración orgánica de ambas al sistema productivo, la necesidad de diferenciar entre política científica y política tecnológica tendería a desaparecer.

b. Líneas de acción para la política tecnológica industrial

Cuatro grandes líneas de acción pueden ser identificadas para la formulación y puesta en práctica de una política tecnológica: fomento de la demanda de tecnología local, aumento de la capacidad de absorción de tecnología, regulación del proceso de importación de tecnología y producción de tecnología.

Es necesario actuar en estos cuatro campos en forma simultánea, interrelacionando las etapas comprendidas en cada uno y buscando complementarlas. El cuadro 4 resume las características principales de cada una de estas líneas de acción.

Dado que uno de los principales problemas para el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica propia es la falta de una demanda de tecnología de origen local, la primera línea de acción tiene como objetivo *aumentar la demanda de tecnología local* en el ámbito nacional, subregional o regional, canalizando hacia fuentes propias la demanda previamente orientada hacia el exterior, y aumentando la demanda de actividades científicas y tecnológicas vinculadas con las necesidades socioeconómicas.

Entre los instrumentos que pueden utilizarse con este fin, merecen especial atención el poder de compra estatal y los sistemas de financiamiento. El Estado, a través de agencias gubernamentales, empresas estatales, ministerios, etc., es uno de los principales compradores de bienes y servicios en los países de América Latina. Esta capacidad de compra puede orientarse ha-

cia el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica mediante la adquisición directa de servicios de investigación y desarrollo para producir nuevas tecnologías, la compra de servicios de ingeniería y consultoría para la ejecución de proyectos, y a través de preferencias otorgadas en la compra de bienes —particularmente bienes de capital— que incorporen tecnología de origen local. De esta forma se puede crear una demanda efectiva que permitiría a los organismos involucrados en la producción de tecnología superar la masa crítica mínima necesaria para el ejercicio eficiente de sus funciones. El uso del poder de compra estatal podría ser racionalizado, además, a nivel subregional o regional por medio de acuerdos intergubernamentales bilaterales o multilaterales.

Otro instrumento de suma importancia se refiere al uso del poder financiero de las entidades de fomento y crédito industrial, minero, agropecuario, etc., tanto en el ámbito nacional como en el subregional y el regional. En efecto, el financiamiento de proyectos de inversión en las áreas mencionadas es quizá el mecanismo más eficaz para introducir la perspectiva del desarrollo tecnológico generando una demanda de conocimientos de origen local. El uso de este instrumento requiere en primer lugar la incorporación explícita de criterios referentes al desarrollo científico y tecnológico en la evaluación de solicitudes de financiamiento, así como la extensión y puesta en práctica de tales criterios al momento de ejecutar los proyectos. Además de incluir criterios de orden tecnológico en la evaluación de proyectos, la intervención de los organismos de financiamiento puede dirigirse hacia la provisión de capital de riesgo para el desarrollo y puesta a punto de nuevas tecnologías de origen local; el otorgamiento de créditos en condiciones preferenciales a los usuarios de tecnología local, incluyendo los servicios de ingeniería de diseño y consultoría; y la financiación de

unidades de investigación en las empresas, de institutos de investigación tecnológica, de programas de investigación específicos en entidades existentes, y otras medidas de apoyo financiero directo a la infraestructura científica y tecnológica.

Es posible complementar el uso de estos instrumentos con mecanismos de orden legal y administrativo, con incentivos y otras disposiciones similares de forma tal que se produzca un aumento sustancial en la demanda de tecnología local, condición necesaria para lograr un desarrollo científico y tecnológico autónomo.

La segunda línea de acción tiene como objetivo *aumentar la capacidad de absorción de tecnología en las empresas* dado que en última instancia la expresión de un avance tecnológico está constituida por la producción de bienes y servicios existentes de manera más eficiente, o la producción de nuevos bienes y servicios. El objetivo es dotar a las empresas de la capacidad necesaria para entender mejor los principios de la tecnología que utilizan, dominar su manejo en forma completa e introducir mejoras que la adecúen a sus condiciones específicas de operación.

Al absorber las empresas la tecnología en forma efectiva se generaría una presión sobre los proveedores de tecnología, tanto local como importada, que los forzaría a elevar continuamente su nivel técnico y la calidad de los servicios que prestan. Además, el que una empresa absorba y domine la tecnología que importa, implica que habría un proceso de aprendizaje y que no se volvería a importar en idéntica forma una vez que la expansión de sus actividades así lo exija. Por tanto, la empresa estará en condiciones de disminuir el costo de la tecnología, de elegir mejor las fuentes y de buscar proveedores locales para determinados componentes tecnológicos.

Los principales instrumentos de política en esta línea de acción son la desagregación del "paquete" tecnológico; las disposiciones legales y administrativas que aseguren que las empresas realicen actividades científicas y tecnológicas; el apoyo de información, asistencia técnica y extensión que se pueda dar a las empresas para mejorar su nivel técnico, así como el desarrollo de una capacidad de consultoría e ingeniería de diseño para absorber la tecnología a nivel nacional en los casos en que no sea posible o conveniente hacerlo en las empresas productoras.

La desagregación del paquete tecnológico, el cual encuentra su expresión típica a través de la importación de plantas "llave en mano", es fundamental para el desarrollo de la capacidad de absorción de tecnología, puesto que lleva a una mejor identificación de los componentes del conocimiento técnico y de su grado de complejidad, permitiendo que la empresa domine la tecnología que importa. La desagregación del paquete procede generalmente en dos fases: una primera fase de desagregación del proyecto de inversión en cada uno de sus módulos o componentes (edificios, instalaciones, licencias, asistencia técnica, maquinaria y equipo, etc.), y una segunda fase de desagregación tecnológica propiamente dicha, en la cual se examina cada uno de los componentes del paquete desde el punto de vista técnico y de ingeniería, distinguiendo entre los aspectos "medulares" y "periféricos". El componente medular de la tecnología es aquel inherente y específico al proceso bajo estudio, que lo distingue de otros procesos o productos similares y puede tomar la forma de equipos (reactor especial), materiales (catalizador), procedimientos (manuales de operación), diseños (especificación de un circuito), etc. El componente periférico por lo general es común a diferentes procesos o productos (instalaciones eléctricas, sistemas de flujo de líquidos, etc.) y se encuentra disponible en forma relativamente más libre

que el componente medular. Es de notar que las definiciones de tecnología medular y periférica tienen sentido sólo en función de un proyecto específico, y que lo que es medular en un proyecto puede convertirse en periférico en otro ⁴⁰.

Los dispositivos legales y administrativos para promover la realización de actividades científicas y tecnológicas en las empresas constituyen un segundo instrumento para aumentar la capacidad de absorción de tecnología. En efecto, sólo si existe la capacidad técnica adecuada será posible asegurar que la empresa pueda absorber la tecnología que incorpora a sus actividades productivas. En caso de que por razones de masa crítica mínima no sea posible realizar actividades científicas y tecnológicas dentro de la empresa, debe desarrollarse la capacidad de contratar con entidades especializadas (universidades, centros de investigación, firmas consultoras, etc.) la realización de tales actividades. Esto entraña que las empresas deberían estar en condiciones de definir términos de referencia, de seguir el avance del proyecto y de evaluar sus resultados. En el caso de empresas estatales es posible intervenir directamente para elevar la capacidad de absorción de tecnología. Para las empresas no vinculadas al Estado es posible establecer dispositivos tales como los señalados en la Ley General de Industrias del Perú ⁴¹, que obli-

40. Sobre el tema de desagregación véase Charles Cooper y F. Sercovich, *The channels and Mechanisms for the Transfer of Technology from developed to Developing countries*, UNCTAD, Ginebra, 1971; y *Desagregación del paquete tecnológico*, Grupo de Tecnología, Junta del Acuerdo de Cartagena, Lima 1974. Los límites que encuentra la posibilidad de desagregar el paquete tecnológico son señalados en el trabajo de C. Cooper y P. Maxwell, *Machinery Suppliers and the Transfer of Technology to Latin America*, Science Policy Research Unit, Universidad de Sussex, 1975.

41. Véase *Lineamientos de política para el Instituto de Investigaciones Tecnológicas Industriales (ITINTEC)*, Lima, Peru, 1974; y la *Ley General de Industrias*, D. L. 18350, 1970.

guen a dedicar cierto porcentaje de las utilidades brutas de las empresas para investigación tecnológica.

El desarrollo de una capacidad de ingeniería de diseño y consultoría es quizá el instrumento de política adecuado para fijar a nivel nacional, subregional o regional, aquellos conocimientos tecnológicos que por su naturaleza no son susceptibles de ser absorbidos directamente por las empresas, o cuya absorción sería muy costosa. Por ejemplo algunos conocimientos especializados de ingeniería eléctrica, química y civil tienen características que hacen más conveniente apoyar el desarrollo de empresas especializadas que presten servicios a las entidades productoras. Lo mismo se aplica a los estudios de factibilidad, de mercado, etc., que requieren de cierta especialización funcional que sería muy costoso desarrollar en cada empresa.

Por último, la organización de servicios de información y extensión técnica es otro mecanismo que permitiría aumentar la capacidad de absorción de tecnología, elevando el nivel técnico del personal de las empresas y poniendo a su alcance los últimos avances en su campo de interés específico.

La tercera línea de acción está dirigida a *regular el proceso de importación de tecnología* y tiene por objeto asegurar los máximos beneficios posibles de la tecnología importada, relacionándola con la producción de tecnología local, aumentando la capacidad de negociación de los compradores y disminuyendo los efectos perjudiciales del proceso de importación. Los principales instrumentos que han de utilizarse en este campo son la organización de búsquedas internacionales de tecnología, la desagregación del paquete tecnológico, el análisis y evaluación de la tecnología importada, la intervención estatal en el proceso de compra de tecnología y la regulación de la cooperación científica y técnica internacional.

La organización de búsquedas internacionales de tecnología tiene por objeto aumentar la información disponible sobre determinado proceso o producto de interés particular para una empresa o grupo de empresas a nivel nacional, subregional y aún regional. A través de la organización de búsquedas se supera la tradicional postura pasiva de esperar que los proveedores de tecnología presenten propuestas e información técnica a los compradores. Se pasaría a una posición en donde el comprador está al tanto de los últimos desarrollos mundiales en el campo de su especialidad, así como de los procesos y productos que se encuentran en la etapa de experimentación. De esta forma se podría ampliar el alcance de las opciones tecnológicas entre las cuales elegir y se aseguraría que la elección se hace tomando en cuenta la evolución posible de la tecnología en el futuro.

Un segundo instrumento para regular el proceso de importación de tecnología es la desagregación del paquete tecnológico a que se hiciera referencia anteriormente. El efecto principal del uso de este instrumento sobre la importación de tecnología sería aumentar la capacidad de negociación de los compradores en base a un mayor dominio de la tecnología importada y a un análisis detallado de sus componentes. El análisis y evaluación de la tecnología importada, particularmente aquella vinculada a los grandes proyectos de inversión, sería un tercer instrumento para esta línea de acción. La evaluación obligaría a estudiar en mayor profundidad el conjunto de posibilidades tecnológicas, a definir claramente los criterios en base a los cuales se efectúa la selección y a elegir una tecnología particular en función no sólo de su efecto sobre la rentabilidad del proyecto, sino además sobre el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica autónoma. La evaluación debería realizarse tanto por una entidad gubernamental, como por la empresa gestora del proyecto de inversión.

La intervención del Estado en la regulación de la compra de tecnología a través de contratos de licencia y la importación de maquinaria y equipo, es otro de los instrumentos idóneos en esta línea de acción. Se trata de evitar la proliferación de cláusulas restrictivas en los contratos de licencia, de reducir los pagos por regalías, de impedir que se condicione en forma excesiva la transferencia de tecnología y, en general, de reforzar el poder de compra de los usuarios de tecnología importada frente a los proveedores, por medio de un "Comité de Regalías u otra institución similar. En el caso de importación de bienes de capital se trata de examinar en forma crítica las solicitudes con el fin de identificar aquellos equipos, maquinarias o componentes que podrían producirse localmente. En gran medida el desarrollo de una capacidad de tecnología autónoma depende de la posibilidad de producir bienes de capital, puesto que ellos incorporan una mayor cantidad de conocimientos técnicos y exigen técnicas de producción avanzadas, lo que a su vez genera una demanda de actividades científicas y tecnológicas, particularmente aquellas vinculadas con la ingeniería de diseño.

Por último, la regulación de la cooperación técnica y científica internacional es otro instrumento que debe ser empleado en esta línea de acción. En efecto, a través de la asistencia técnica que proporcionan los organismos internacionales, particularmente las entidades financieras y los países industrializados a través de convenios bilaterales, se define frecuentemente el contenido técnico de un proyecto. La regulación de la cooperación científica y técnica internacional permitiría cubrir una de las principales formas de transferencia de conocimientos tecnológicos sobre todo en las etapas iniciales de la formulación de un proyecto de inversión, que es cuando se deciden muchos de los parámetros que afectarán la tecnología que habrá de emplearse. En base a la ayuda proporcionada por expertos de de-

terminado país podrían definirse especificaciones técnicas para un proyecto, de suerte que se reduzca drásticamente la gama de proveedores de tecnología que deben considerarse.

En cuarto lugar se tienen las acciones encaminadas a *eleva*r la capacidad de producción de tecnología en áreas prioritarias. Esta producción de conocimientos debe estar estrechamente vinculada con los planes de desarrollo, con las necesidades de la mayoría de la población y debe ser capaz de responder a las demandas que genere la producción de bienes y servicios.

Los principales instrumentos a utilizarse en esta línea de acción son: la organización de proyectos de investigación y desarrollo orientados hacia las necesidades socioeconómicas; el apoyo a la infraestructura institucional; el establecimiento de fuentes de financiamiento e incentivos para la investigación tecnológica; la generalización de las prácticas contractuales, y la puesta en marcha de un sistema de planificación de las actividades científicas y tecnológicas.

La organización de proyectos específicos vinculados a los problemas del sistema productivo y las necesidades de la población, llevarían a orientar la investigación tecnológica hacia fines de interés social, evitando el aislamiento tradicional de la comunidad científica. El proyecto de investigación, con objetivos definidos y con una estimación de su posible efecto sobre el área-problema en consideración, sería la unidad básica para organizar actividades de producción de tecnologías⁴². En igual sentido operarían la generalización de prácticas contractuales para canalizar el apoyo estatal a la investigación y el establecimiento de nuevas fuentes de finan-

42. Sobre este tema véase: J. Sábato, *Empresas y fábricas de tecnología*, Departamento de Asuntos Científicos, OEA, Washington, D. C., 1972; y *Manual para presentación de proyectos de investigación tecnológica*, Dirección de Tecnología, ITINTEC, Lima, 1974.

ciamiento. En todos estos casos el instrumento llevaría a una racionalización de las actividades científicas y tecnológicas relacionadas con la producción de tecnología local, proporcionando un marco de referencia y una estructura que aseguren su congruencia con los objetivos de desarrollo socioeconómico, las necesidades de la población y los requerimientos del sistema productivo.

Otro instrumento idóneo en esta línea de acción es el apoyo al desarrollo y consolidación de una infraestructura de instituciones para la investigación tecnológica, a través de programas de refuerzo a las organizaciones existentes (equipo, capital de trabajo, preparación de personal, etc.) o la creación de nuevas instituciones. Por otro lado se tiene el otorgamiento de incentivos (crediticios, tributarios, administrativos, etc.) a las entidades que realicen actividades científicas y tecnológicas de interés para el país. Por último, para racionalizar la producción de tecnología local es imprescindible estructurar un sistema de planificación de la investigación tecnológica cuya misión sea definir prioridades, asignar recursos y dividir el trabajo entre las instituciones productoras de conocimientos: universidades, centros de investigación sectoriales, empresas, entidades estatales, etcétera.

Cabe señalar que dentro del concepto de "producción de tecnología local" se incluye la adaptación y modificación de tecnología importada, sea para su uso en el ámbito nacional, o para reexportación. De manera general puede decirse que producir tecnología en un país subdesarrollado es aplicar el rigor del método científico en la búsqueda de soluciones imaginativas a problemas que requieren de una solución técnica.

El cuadro 4 indica en forma resumida las principales actividades de apoyo que es necesario realizar en el campo de la información y del entrenamiento, vinculándolas a cada una de las líneas de acción propuestas. El conjunto de actividades de información constituye a

su vez un nuevo campo de acción para la formulación y puesta en práctica de una política para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Lo mismo se aplica para los programas de entrenamiento y capacitación.

Si bien en este ensayo se ha asociado cada instrumento de política con una línea de acción, es preciso señalar que no existe una correspondencia biunívoca entre líneas de acción e instrumentos, y que un instrumento puede ayudar en el logro de los objetivos de varias líneas de acción. Por ejemplo, la desagregación tecnológica permite aumentar la capacidad de negociación de los compradores de tecnología para regular el proceso de importación; permite identificar aquellos componentes de la tecnología importada que podrían fabricarse localmente, generando de tal manera una demanda de actividades científicas y tecnológicas, y permite a los usuarios conocer en mayor profundidad las características de la tecnología importada, coadyuvando a su mejor absorción. En forma similar, el establecimiento de fuentes de financiamiento para proyectos de investigación orientados hacia objetivos socioeconómicos es un instrumento que actúa sobre el fomento de la demanda de tecnología local y sobre la producción de tecnología.

Los ejemplos de uso múltiple de los instrumentos de política pueden extenderse, pese a que es posible designar una línea de acción principal a la cual se encuentre ligado determinado instrumento. El problema de los instrumentos de política científica y tecnológica en países subdesarrollados y en América Latina en particular, es muy complejo y requiere todavía mayor análisis y estudio⁴³.

43. Durante 1973-1976 se llevó a cabo un proyecto de investigación sobre instrumentos de política científica y tecnológica en países del Tercer Mundo (Proyecto STPI). Colaboran diez países de Asia, Africa, América Latina y el Mediterráneo. La coordinación general de este proyecto está a cargo del autor y los resultados serán publicados por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá en una serie de monografías durante 1977-1978



bases para una estrategia de desarrollo científico y tecnológico

a. Elementos de la estrategia

Tomando en cuenta la situación actual de la mayoría de los países latinoamericanos en lo referente a ciencia y tecnología, y las pautas que se han sugerido para orientar su desarrollo, es posible proponer bases para el diseño de una estrategia.

Estas bases deben ser examinadas a la luz del contexto específico de cada país y vinculadas a la visión a largo plazo que se tiene para el desarrollo de la ciencia y tecnología. Sin embargo, pueden considerarse como el mínimo común denominador de las diferentes estrategias posibles, y como un conjunto de condiciones necesarias que deben ser satisfechas para iniciar un proceso viable de desarrollo científico y tecnológico.

Un primer elemento de la estrategia consiste en la interconexión progresiva de la importación de tecnología con la producción de tecnología local. De esta forma se podrán reemplazar paulatinamente algunos componentes de la tecnología que se importa por otros de origen nacional. En este sentido los instrumentos men-

cionados en la regulación del proceso de importación de tecnología deben orientarse hacia crear interconexiones con el sistema científico y tecnológico nacional, de tal forma que este último sirva de filtro para la tecnología importada.

La progresiva participación nacional en la importación de tecnología debe ser apoyada con ciertas medidas de protección a la "industria incipiente de servicios tecnológico". Se trata de utilizar el argumento general en favor del proteccionismo para fomentar el desarrollo de una capacidad tecnológica propia cuando ésta se encuentra en su etapa inicial. Cabe notar que no se trata de poner en marcha una política de sustitución de importaciones de tecnología, que posiblemente llevaría al mismo tipo de dificultades provenientes de la política de industrialización por sustitución de importaciones. A la vez que se canaliza la demanda previamente orientada hacia el exterior hacia fuentes locales de tecnología, deberá desarrollarse una capacidad científica y tecnológica propia que se encuentre en las fronteras del conocimiento mundial en los campos de interés específico para el país, y que permita exponer tecnología.

Un segundo elemento de estrategia consiste en utilizar al máximo la capacidad existente para realizar actividades científicas y tecnológicas. Gran parte de dicha capacidad en América Latina se desperdicia en proyectos y tareas sin relevancia para los fines y objetivos nacionales. Se trata de buscar posibles aplicaciones de los resultados de la investigación realizada en las entidades educativas y centros de investigación. Esto no supone que toda la capacidad de investigación científica y tecnológica existente deba volcarse exclusivamente hacia estos fines, puesto que es necesario contar con una base de investigación fundamental que debe permanecer como tal, sin supeditarse necesariamente a las exigencias socioeconómicas o a los requerimientos del sistema

productivo. La estrategia debe considerar además el aumento de la capacidad de investigación en forma selectiva, identificando campos y áreas en los cuales es necesario producir conocimientos a nivel local.

Un tercer elemento de la estrategia postula el desarrollo selectivo y concentrado de la capacidad de absorción de tecnología en cierto número de empresas del sistema productivo, particularmente aquellas pertenecientes a los sectores prioritarios. El desarrollo de esta capacidad de absorción debe vincularse estrechamente con la intervención en la regulación de la importación de tecnología y con la producción de tecnología local. A su vez, el desarrollo de una capacidad de absorción tecnológica en las empresas y en las firmas consultoras deberá orientar la demanda de tecnología local y la identificación de necesidades de importación de tecnología.

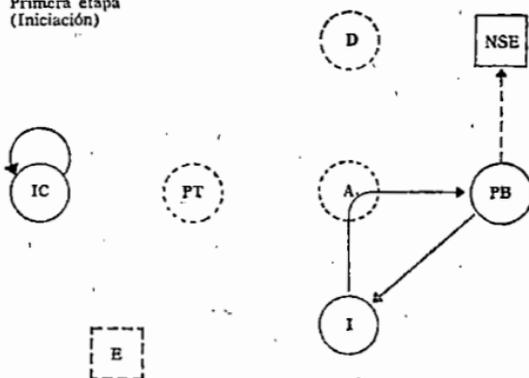
Un cuarto elemento de la estrategia de desarrollo científico y tecnológico consiste en promover la demanda de tecnología local que se derive de las necesidades de desarrollo socioeconómico, de los requerimientos del sistema productivo y de las actividades de absorción de tecnología. A su vez, el aumento de la demanda de tecnología local deberá constituir el principal condicionante de la producción de tecnología.

Otros elementos de la estrategia incluyen la formación de cuadros técnicos profesionales para la realización de actividades científicas y tecnológicas; el desarrollo de una infraestructura institucional para la política científica y tecnológica; la división de trabajo entre las diferentes entidades del gobierno que intervienen en la formulación y puesta en práctica de una política de ciencia y tecnología; el desarrollo de sistemas de información sobre todos y cada uno de los aspectos vinculados a la política tecnológica (en especial aquellos referentes a las cuatro líneas de acción men-

Figura 2

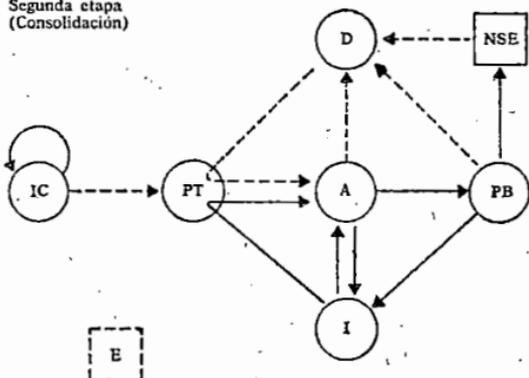
ETAPAS DE LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLÓGICO

Primera etapa
(Iniciación)



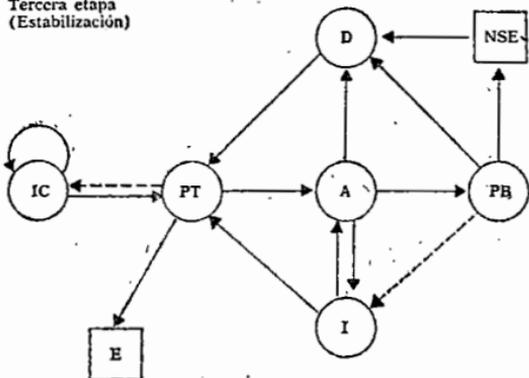
1. D, A y PT prácticamente inexistentes
2. Fuerte interacción directa entre PB e I
3. Aislamiento de IC
4. Débil vinculación de PB con NSE

Segunda etapa
(Consolidación)



1. Desarrollo incipiente de D, A y PT
2. Canalización inicial de I hacia PB a través de A y de PT
3. Disminución de la interacción directa de PB con I
4. D condicionada por A, PB y NSE en forma preliminar
5. Vinculación inicial de IC con PT
6. Mayor vinculación entre PB y NSE

Tercera etapa
(Estabilización)



1. Desarrollo pleno de D, A y PT
2. Canalización mayoritaria de I hacia PB a través de PT y A
3. Débil interacción directa de I con PB en forma continua
4. D condicionada por A, PB y NSE
5. PT vinculada estrechamente con D y con I
6. Fuerte orientación de IC hacia PT
7. Inicio de E en base a PT
8. Vinculación plena de PB con NSE

Leyenda:

IC Investigación científica
PT Producción de tecnología
D Demanda de tecnología local
I Importación de tecnología

E Exportación de tecnología
A Absorción de tecnología
PB Producción de bienes y servicios
NSE Necesidades socioeconómicas

———— Interacción o influencia fuerte
——— Interacción o influencia media
----- Interacción o influencia débil

cionadas en el capítulo precedente), y, por último, la integración de actividades científicas y tecnológicas a nivel subregional y regional, dado que la acción nacional para la mayoría de los países latinoamericanos tiene una serie de limitaciones de orden cualitativo y cuantitativo.

Los diagramas de la figura 2 presentan una progresión temporal de la ejecución de la estrategia. Se trata de un esquema tentativo que parte de un diagnóstico general de la situación actual en la mayoría de los países latinoamericanos. Los diagramas muestran cambios en los patrones de interacción entre la producción, la absorción, la importación y la demanda de tecnología, vinculándolas con la producción de bienes y servicios, con las necesidades nacionales, con la investigación científica pura y con la exportación de tecnología.

El primer diagrama muestra la situación actual en la cual la producción, la absorción y la demanda de tecnología son prácticamente inexistentes. Hay una fuerte relación entre la importación de tecnología y la producción de bienes y servicios. La mayoría de los conocimientos incorporados al sistema productivo son importados y los requerimientos de tecnología se orientan directamente hacia el exterior. Existe una conexión tenue entre la producción de bienes y servicios y las necesidades socioeconómicas de la mayoría de la población. La investigación científica ha alcanzado cierto nivel pero funciona en forma aislada sin vincularse a la producción de tecnología.

En la segunda etapa la demanda de tecnología local, la producción de tecnología y su absorción han alcanzado cierto grado de desarrollo. La importación de tecnología empieza a canalizarse a través de la absorción en las empresas para llegar a la producción de bienes y servicios, así como a relacionarse directamente con la producción de tecnología local antes de ser absorbida.

Las interconexiones directas entre la producción de bienes y servicios y la importación de tecnología disminuyen y esta importación empieza a ser condicionada por la capacidad de absorción. La demanda de tecnología local se deriva de las necesidades socioeconómicas, de la producción de bienes y servicios y de los requerimientos que plantea el desarrollo de la capacidad de absorción. Esta demanda de tecnología de origen local influye sobre las actividades de producción de tecnología, promoviendo la generación de conocimientos tecnológicos que respondan a la situación prevaleciente en el país. La investigación científica empieza a interconectarse con la producción de tecnología, principalmente a través de la reorientación de las actividades de investigación en función de la demanda de conocimientos tecnológicos.

En una tercera etapa se ha desarrollado plenamente la capacidad de absorción, las actividades de producción de tecnología y la demanda de actividades científicas y tecnológicas locales. Las interconexiones entre la importación y la producción de tecnología se han fortalecido y estructurado en forma permanente. Toda tecnología incorporada a la producción de bienes y servicios, sea de origen local o extranjero, es canalizada a través de la absorción de tecnología, la cual a su vez plantea requerimientos para la demanda de tecnología local y la importación de tecnología. La producción de bienes y servicios se encuentra vinculada estrechamente con las necesidades socioeconómicas del país y, junto con dichas necesidades y con la capacidad de absorción existente, condiciona fuertemente la estructura de la demanda de tecnología local. La demanda de tecnología influye en forma directa y sostenida sobre la producción de la misma, e indirectamente sobre la investigación científica que se realice en el país. Por último, la tecnología producida localmente empieza a exportarse en esta tercera etapa.

Las tres etapas de la puesta en práctica de una estrategia de desarrollo científico y tecnológico plantea en forma general una secuencia de actividades por realizarse en cada país. Estos diagramas podrían particularizarse a nivel de sector o rama de producción y es claro que se encontrarán diferencias entre ellas.

Es posible traducir la estrategia propuesta en términos de objetivos a corto, mediano y largo plazo, si bien es preciso reconocer las dificultades inherentes a la generalización de tales objetivos en el ámbito latinoamericano. Sin embargo, en forma tentativa puede identificarse la siguiente progresión de objetivos a través del tiempo:

Corto plazo (de 1 a 3 años)

—Mejorar el proceso de importación de tecnología a través de la intervención del Estado (desagregación del paquete tecnológico; aumento de la capacidad de negociación; establecimiento de mecanismos de búsqueda y evaluación de tecnología).

—Poner en marcha instrumentos y dispositivos específicos tentativos para estimular la producción de tecnología local (uso de controles administrativos discrecionales; utilización de incentivos crediticios y fiscales).

—Iniciar el proceso de desarrollo de una infraestructura institucional adecuada a los objetivos de la política científica y tecnológica (reorientación de instituciones existentes; identificación de vacíos institucionales; creación de nuevas organizaciones).

—Iniciar acciones para desarrollar una capacidad de absorción de tecnología en el sector productivo (acciones a través de empresas estatales; proyectos de desagregación de tecnología; incentivos para realizar actividades científicas y tecnológicas en las empresas).

—Incluir la variable tecnología en forma explícita en la planificación del desarrollo socioeconómico e identificar obstáculos para el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica autónoma.

—Iniciar el proceso de colaboración a nivel subregional y regional para la realización de actividades científicas y tecnológicas (programas conjuntos de investigación; colaboración en sistemas de información).

—Organizar programas de capacitación de personal profesional y técnico para la puesta en práctica de la política científica y tecnológica (programas de entrenamiento a través de la participación en proyectos de investigación; recuperación de personal que labora en el extranjero; programas de capacitación para profesionales de empresas y del gobierno).

Mediano plazo (de 2 a 6 años)

—Promover el desarrollo de una mayor capacidad en materia de ciencia y tecnología y la mejor utilización de la capacidad existente, orientándolas hacia los requerimientos del sector productivo y la satisfacción de necesidades sociales (organización de proyectos de investigación; establecimiento de fondos para investigación, definición de áreas prioritarias).

—Fomentar la demanda de tecnología local, principalmente a través de la acción estatal (utilizar poder financiero de entidades de crédito industrial; dar tratamiento fiscal preferente a inversiones en ciencia y tecnología, orientar inversiones hacia fuentes locales de tecnología; usar la influencia de medidas arancelarias; emplear la capacidad de compra estatal).

—Consolidar la capacidad de absorción de tecnología del sector productivo (emprender actividades científicas y tecnológicas en las empresas; apoyar el establecimiento de unidades de investigación en ellas; fomen-

tar la asociación de empresas en una rama para el estudio de problemas técnicos comunes; promover el desarrollo de firmas de consultoría e ingeniería).

—Consolidar el desarrollo de la infraestructura institucional para la ciencia y la tecnología, reforzando las organizaciones que hayan demostrado capacidad de acción e institucionalizando los instrumentos y dispositivos de política que hayan funcionado en forma eficaz durante el corto plazo.

—Institucionalizar las medidas introducidas para regular el proceso de importación de tecnología, convirtiéndolas en un sistema permanente de filtro que asegure los máximos beneficios de la tecnología importada, su conexión con la producción de tecnología local y su absorción a nivel de empresa.

—Establecer un sistema permanente de planificación de la ciencia y la tecnología, vinculándolo con la planificación del desarrollo socioeconómico.

—Programar el desarrollo pleno de sistemas de información a nivel nacional.

—Consolidar la cooperación internacional en el campo de la ciencia y la tecnología como una de las dimensiones centrales de la puesta en marcha de la política científica y tecnológica.

Largo plazo (más de 5 años)

—Establecer un sistema autosostenido de producción de tecnología en los campos prioritarios en que sea posible y conveniente, buscando que la capacidad científica y tecnológica en dichos campos esté en las fronteras del conocimiento mundial.

—Promover la exportación de tecnología, de servicios relacionados con actividades científicas y tecnológicas y de bienes que incorporen tecnología de avanzada (particularmente bienes de capital).

—Influir en la disponibilidad y la estructura de recursos humanos altamente calificados para ciencia y tecnología, particularmente en las universidades.

—Ampliar el ámbito de acción de la política científica y tecnológica hacia el campo de la investigación fundamental y la educación, buscando vincular la producción de conocimientos tecnológicos para el desarrollo socioeconómico con el avance de las ciencias básicas y con los programas educativos.

—Difundir en toda la sociedad la importancia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo, dando un mínimo de cultura científica y técnica a toda la población.

—Instaurar un proceso de evaluación y revisión de la política científica y tecnológica.

Es de notar que al proponer líneas de acción, plantear una secuencia de objetivos y actividades y sugerir una estrategia, no hemos incidido sobre los campos de actividad científica y tecnológica y las ramas productivas a las cuales se debe dar prioridad. Tampoco hemos intentado un análisis de los problemas socioeconómicos de los países de la región que pueda dar pautas para establecer tales prioridades. Esto es muy difícil de hacer a nivel regional y aún subregional, puesto que se corre el peligro de proponer generalidades o de ser demasiado específico. Debe partirse de una definición adecuada de prioridades nacionales y de la formulación de políticas de ciencia y tecnología en el ámbito nacional antes de definir campos y ramas comunes a dos o más países⁴⁴.

44. Sobre este tema y los problemas que acarrea definir prioridades regionales y subregionales sin una base nacional sólida véase, por ejemplo: Comité asesor de las Naciones Unidas sobre la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo, *Plan de acción regional para la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo de América Latina*, Fondo de Cultura Económica, México, 1973; E. Felices, *Planes de desarrollo socio-económico y prioridades para ciencia y tecnología en Amé-*

b. La política científica y tecnológica en la práctica

El "arte" o "ciencia" de diseñar políticas científicas y tecnológicas está relativamente avanzado en América Latina. Existen varios cientos de estudios que contienen recomendaciones sobre lo que se debe hacer para mejorar la capacidad científica y tecnológica, incluyendo nuestras propias sugerencias⁴⁵. Sin embargo, cuando se trata de la puesta en práctica de dichas políticas, hay una escasez de trabajos que describan experiencias concretas. Pareciera como si los esfuerzos de diseño de políticas hubieran sido realizados en forma aislada de quienes toman decisiones sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Este ha sido el caso principalmente porque los instrumentos y mecanismos requeridos para implementar las políticas han estado en su mayoría ausentes: no han sido tomados en cuenta por quienes formulan políticas. Más aún, para los casos en los cuales instrumentos de política científica y tecnológica fueron diseñados y ensayados en la práctica, con frecuencia otros instrumentos más poderosos vinculados a otras políticas de desarrollo han operado en un sentido contrario a los objetivos del desarrollo científico y tecnológico.

El comportamiento tecnológico nacional, o el del sector industrial, es el resultado de un agregado de decisiones individuales sobre tecnología tomadas por empresas, agencias gubernamentales, centros de investigación, firmas consultoras, etc. Como sucede por lo general en materias de cierta complejidad, el comportamiento tecno-

rica Latina, Departamento de Asuntos Científicos, OEA Washington, 1971; y Junta del Acuerdo de Cartagena, *Política subregional de Desarrollo Tecnológico*, Lima, 1973.

45. Véase la extensa bibliografía preparada por el Centro de Documentación (CENDOC) de la Escuela Superior de Administración de Empresas (ESAN) en Lima, Perú bajo el título de *Tecnología para el desarrollo*, 1975.

lógico global es más que la suma de sus partes. La capacidad técnica nacional es el resultado de interacciones entre varios tipos de decisiones tecnológicas, tomadas por diferentes agentes a varios niveles, así como de decisiones que no tienen el propósito directo de afectar la capacidad tecnológica, pero que condicionan el desarrollo de la ciencia y la tecnología en forma indirecta.

El problema de activar o poner en práctica políticas en ciencia y tecnología consiste por lo tanto en diseñar y operar los instrumentos de política que orienten el comportamiento tecnológico —la agregación sistémica de decisiones tecnológicas— en la dirección deseada. Este es un proceso que debe cerrar la brecha entre la formulación de políticas a nivel gubernamental (macro) y la toma de decisiones a nivel de empresa, centro de investigación, agencia gubernamental, firma de ingeniería, etc. (micro).

Muchos factores intervienen en el proceso de diseñar y operar instrumentos de política. Las políticas en el mundo real son el resultado de un conjunto de interacciones entre la política "explícita" y la política "implícita", y no una simple traducción de los objetivos para ciencia y tecnología en criterios para la toma de decisiones gubernamentales. Si por una parte tenemos los objetivos y criterios que llevan a la formulación de políticas explícitas en materia de ciencia y tecnología, por otra parte hay muchos otros objetivos y criterios para la formulación de otras políticas (industrial, financiera, laboral, de comercio exterior, crediticia, fiscal, etc.) las cuales tienen un impacto muy importante sobre las decisiones tecnológicas. Se hace necesario descubrir e identificar las implicancias de otras políticas para poder definir la dirección que tomará la política que resulte de la interacción entre políticas implícitas y explícitas.

Ya han habido algunos ejemplos de este proceso de explicitar políticas tecnológicas implícitas⁴⁶, los cuales muestran la utilidad de estos conceptos. Se ha encontrado con frecuencia que emergen contradicciones entre las metas de las políticas explícitas e implícitas y que la "política resultante" contiene muchos componentes de naturaleza contradictoria, cuya predominancia será determinada por el peso relativo de los instrumentos utilizados para implementar cada uno de ellos. Por ejemplo, generalmente los incentivos fiscales para la realización de investigación y desarrollo en la industria son instrumentos relativamente débiles en comparación con los mecanismos crediticios que motivan al empresario a adquirir tecnología en el exterior. En un contexto en el cual operen estos dos tipos de instrumentos de manera preponderante es claro que el componente de la política resultante que promueve la importación de tecnología prevalecerá sobre aquél que promueve el desarrollo de tecnología local.

Las decisiones tecnológicas tomadas por las unidades productivas determinan la capacidad de absorción de tecnología del país, así como el patrón de demanda de tecnología. Las decisiones tomadas por centros de investigación y firmas de ingeniería determinan la oferta interna de tecnología, mientras que las decisiones de proveedores extranjeros (consultores, empresas multinacionales, licenciadas, proveedores de maquinaria y equipo, etc.) determinan la oferta externa de tecnología. Entre los múltiples factores que condicionan las decisiones que toma cada uno de esos actores, se encuentran los instrumentos de política que emplea el gobierno. El problema central en el diseño y operación de un instrumento particular consiste en determinar su influencia relativa sobre las decisiones que toman dichos ac-

46. Véanse en particular los trabajos preparados en el contexto del Proyecto STPI mencionados anteriormente.

tores. De no tener esta información con un mínimo de certidumbre, será virtualmente imposible anticipar el impacto de una política y los instrumentos correspondientes.

Sin embargo, en asuntos de ciencia y tecnología, como en muchos otros campos, no es suficiente tener buenas políticas y buenos instrumentos, dado que éstos no existen independientemente de los individuos que los diseñan y los utilizan. Para poder introducir cambios sustanciales y modificaciones que llevarían a la consecución de los objetivos deseados es necesario tener acceso al poder político. Esto puede parecer una observación simplista, excepto que se tiende frecuentemente a olvidar que la "razón" por sí sola no es suficiente para poder llevar a cabo los cambios deseados. Desafortunadamente, las instancias en las cuales los políticos han prestado atención a los asuntos científicos y tecnológicos, y las situaciones en las cuales quienes tienen conocimientos sobre el tema han tenido posiciones de poder y responsabilidad, han sido poco numerosos. Más aún, en los casos en los cuales se ha asegurado el acceso al poder político, han ocurrido serios conflictos con quienes, conscientemente o no, proponen políticas en otras áreas que contradicen los objetivos de aumentar la capacidad científica y tecnológica y lograr una autonomía de decisión en asuntos de tecnología. Si bien las situaciones varían en diferentes países, en el mismo país en diferentes épocas, y en diferentes agencias gubernamentales, por lo general los cambios efectivos han sido bastante magros en comparación con los diseños grandiosos que se ofrecen para política científica y tecnológica. Sin embargo, en los últimos cuatro años la situación ha cambiado en algunos países latinoamericanos.

El relacionar marcos conceptuales a la acción requiere de varias condiciones que deben ser satisfechas simultáneamente. En primer lugar, debe existir un grupo

de profesionales que combinen capacidad ejecutiva con sensibilidad política y con liderazgo intelectual. En segundo lugar, es necesario que este grupo tenga acceso político y poder discrecional, lo que significa que quienes estén encargados de poner en práctica políticas científicas y tecnológicas serán capaces de llevar a cabo las medidas que consideren necesarias, aun frente a la oposición de otros grupos de interés, debido a la confianza y el apoyo que reciben de funcionarios gubernamentales y políticos en el nivel más alto. En tercer lugar, se debe contar con los fondos suficientes, si es posible en forma estable e independiente de las negociaciones presupuestales, de tal manera que su operación esté garantizada por un mínimo de unos cinco años. En cuarto lugar, el grupo debe tener una concepción clara del problema y un conocimiento pleno de la situación industrial, científica, tecnológica, educacional, etc., en el país, preferiblemente adquirida a través de estudios sistemáticos de naturaleza empírica y teórica. Finalmente, el grupo central, y particularmente sus líderes, deben tener una capacidad para diseñar y operar políticas e instrumentos en tal forma de balancear los resultados a corto plazo con la consecución de objetivos a largo plazo. Si se pone demasiado énfasis en una u otra dirección, el grupo se verá envuelto exclusivamente en problemas cotidianos de carácter operacional, o se concentrará sólo en lograr objetivos a largo plazo con la consecuente pérdida de apoyo político. Quizá el pequeño número de casos en los cuales políticas científicas y tecnológicas han sido diseñadas e implementadas con éxito, se debe entre otros factores, a la dificultad de combinar todas estas condiciones al mismo tiempo.



la universidad y el desarrollo de la ciencia y tecnología

a. Marco institucional para el desarrollo de la ciencia y la tecnología

El establecimiento de una infraestructura institucional adecuada es una de las tareas necesarias para promover el desarrollo científico y tecnológico autónomo. Esta infraestructura comprende organizaciones, marcos jurídicos, y normas explícitas e implícitas para regular la interacción de los actores en el campo de la ciencia y la tecnología. En este ensayo nos referiremos brevemente a esta infraestructura institucional, para centrarnos luego en el papel que le tocaría jugar a la universidad en ella.

En primer lugar, es necesario considerar un concepto más amplio de "actividades científicas y tecnológicas",

Este capítulo está basado en un ensayo presentado al seminario del Centro de Promoción Universitaria en Viña del Mar en agosto de 1972, y que apareciera en los libros *Universidad Latinoamericana: ¿tipo único o tipología compleja?*, y *Desarrollo Científico y Tecnológico, y Universidad*, ambos publicados en Santiago de Chile por el CPU en 1973 y 1974 respectivamente.

extendiendo los conceptos tradicionales de investigación y desarrollo para abarcar actividades asociadas con la importación de tecnología (búsqueda de tecnología, información técnica, identificación y selección de técnicas, investigación adaptativa), y las actividades tecnológicas de las unidades productivas (investigación de producción, solución de problemas técnicos, adaptaciones y mejoras de productos y procesos). El concepto ampliado de actividades científicas y tecnológicas lleva a la inclusión de nuevas organizaciones en el ámbito de la infraestructura institucional para ciencia y tecnología, tales como las empresas consultoras, las unidades de ingeniería y desarrollo de las empresas, las organizaciones que buscan e identifican tecnología, y los organismos que aprueban la importación de tecnología.

Para apreciar el papel que puede jugar la universidad en el proceso de desarrollo científico y tecnológico, es necesario visualizar la gama de instituciones que intervienen en el proceso de generar, difundir, y utilizar conocimiento. De manera general puede distinguirse tres categorías de instituciones: instituciones que cumplen funciones de orientación y guía central, instituciones que cumplen funciones operativas, e instituciones que cumplen funciones de interrelación. Las primeras dictan los lineamientos generales de política, coordinan la ejecución de actividades y cumplen tareas de promoción. Las segundas realizan actividades científicas y tecnológicas que generan y modifican los flujos de conocimiento, así como actividades que permiten que este flujo se materialice y llegue a los usuarios. El tercer grupo de instituciones cumple la función de vincular las organizaciones que generan y modifican conocimientos con los usuarios, y además relacionan al sistema científico y tecnológico con las fuentes de recursos humanos, financieros y materiales.

El cuadro 5 presenta una lista ilustrativa de las instituciones comprendidas en cada una de las tres categorías. Esta lista no pretende ser exhaustiva ni ubicar a cada institución en una categoría. Sólo indica la gama de posibles organizaciones que están involucradas en la generación y modificación de conocimientos, su distribución y utilización, y en la orientación de actividades científicas y tecnológicas. En la lista de instituciones mencionada se puede apreciar que la universidad es una entre muchas instituciones que participan en el sistema científico y tecnológico, y que en principio no hay razón alguna para que ella juegue el rol dominante en dicho sistema. Volveremos a este tema más adelante.

b. Instituciones dedicadas a la producción y modificación de conocimientos

Las actividades de producción y modificación de conocimientos constituyen el eje central alrededor del cual se desarrolla una capacidad científica y técnica propia.

En principio es posible identificar cinco tipos de unidades organizativas que las realizan:

- a) Unidades docentes de investigación,
- b) Unidades de investigación fundamental orientada,
- c) Unidades de investigación orientada hacia la acción,
- d) Unidades de investigación en las empresas y otros usuarios,
- e) Unidades para la participación popular en la investigación.

CUADRO 5

LISTA ILUSTRATIVA DE INSTITUCIONES QUE REALIZAN DIFERENTES FUNCIONES EN EL SISTEMA CIENTIFICO TECNOLOGICO

1. Funciones de orientación central

a) Política y planificación :

- Ministerios de ciencia y tecnología
- Consejos nacionales de ciencia y tecnología
- Comités asesores a nivel del gabinete ministerial, primer ministro o presidencia
- Oficinas nacionales de ciencia y tecnología
- Consejos de investigación

b) Coordinación y promoción :

- Academias nacionales de ciencias
- Otras academias nacionales (ingeniería, medicina, etc.)
- Asociaciones para el avance de la ciencia
- Fondos nacionales y sectoriales para investigación y desarrollo
- Asociaciones profesionales
- Fundaciones (nacionales y extranjeras)

2. Funciones operacionales

a) Realizar actividades científicas y tecnológicas :

- Centros universitarios
- Institutos independientes de investigación y desarrollo
- Organizaciones cooperativas de investigación

b) Proporcionar apoyo y servicios :

- Laboratorios nacionales
- Centros de información y documentación
- Laboratorios de metrología
- Organizaciones de prospección de recursos

- Centros de investigación en dependencias gubernamentales
- Centros de investigación en las empresas (locales y extranjeras)
- Laboratorios de investigación y desarrollo industrial
- Academias de ciencia y tecnología

- Observatorios astronómicos y meteorológicos
- Institutos de normas técnicas y especificaciones
- Bibliotecas
- Museos
- Centros de productividad y control de calidad
- Oficinas de patentes
- Organizaciones para controlar la importación de tecnología

3. Funciones de interrelación

a) Relacionar los productores con los usuarios de conocimiento:

- Organizaciones de ingeniería de diseño
- Bancos de desarrollo y organizaciones que financian la incorporación de nuevas tecnologías al sistema productivo
- Firmas consultoras especializadas
- Servicios de extensión

b) Relacionar el sistema científico y tecnológico con las fuentes de recursos humanos calificados:

- Universidades
- Organizaciones y programas de becas
- Instituciones especializadas de enseñanza
- Organizaciones de asistencia técnica (nacional e internacional)

Esta tipología está basada en criterios de orden funcional y no implica necesariamente determinado encaje institucional. Por ejemplo, una unidad de investigación fundamental orientada puede estar localizada en la universidad, en una dependencia del gobierno, o ser autónoma. En forma similar un centro docente de investigación no necesariamente debe estar basado en la universidad, pues existen organismos independientes que pueden realizar simultáneamente labores de investigación y docencia.

Unidades docentes de investigación

El postulado básico de este tipo de unidad de investigación es que la enseñanza y la preparación de científicos y profesionales tiene primacía sobre las tareas de investigación. La misión de estos centros de preparar recursos humanos calificados, para lo cual se utiliza la participación activa en investigación y desarrollo como instrumento pedagógico. En este tipo de unidades se pone en práctica el principio que señala que la forma más efectiva de adquirir conocimientos es participar activamente en tareas de investigación científica y tecnológica, bajo la guía de un profesor o tutor con mayores conocimientos y experiencias en el tema.

Es importante distinguir entre dos modalidades de acción de las unidades docentes de investigación. En primer lugar se tiene aquellas *unidades de investigación asociadas a la enseñanza de pre-grado*. Aquí se trata de imbuir a los estudiantes de un espíritu crítico y de poner a su alcance los principios básicos del método científico a través de su aplicación en situaciones concretas. La investigación asociada a la enseñanza de pre-grado debe ser sólo un medio para preparar a los profesionales que han de contribuir al esfuerzo de desarrollo y no un fin en sí misma. Por esta razón es necesario poner énfasis en la investigación en ciencias

sociales, la cual puede servir un doble propósito en la enseñanza de pre-grado: familiarizar a los estudiantes con el método científico y concientizarlos sobre los procesos sociales que los rodean, sobre los cuales es necesario que adquieran una capacidad crítica de reflexión.

En segundo lugar se tienen las *unidades de investigación asociadas a la enseñanza de post-grado*. En este caso se trata de preparar profesionales con el fin específico de realizar investigación. Los recursos humanos con los cuales cuenta el sistema científico y tecnológico provienen, con muy pocas excepciones, de los centros universitarios de enseñanza e investigación de post-grado. La investigación puede abarcar una amplia gama de campos, desde la investigación básica no orientada (matemáticas, biología, etc.) hasta programas de investigación para resolver problemas específicos en medicina, utilización de recursos naturales y otros campos similares. El énfasis central en este tipo de unidad de investigación es el *preparar personal altamente calificado* para el sistema científico y tecnológico, utilizando los programas de investigación y la participación de estudiantes graduados como un medio para ello.

La primera modalidad puede ponerse en práctica a través de programas de investigación en ciencias sociales (sociología, economía, antropología, etc.) en los cuales los estudiantes tendrían a su cargo la recolección, procesamiento y análisis de datos bajo la dirección de un docente. Además de aprender investigando, los estudiantes contribuirían a un mayor conocimiento de la realidad social en el país. Es posible también organizar grupos multidisciplinarios de estudiantes que realizan tareas concretas de recopilación de datos, interpretación de resultados, y comparación de información sobre agricultura, recursos hídricos, riquezas minerales, etc., en lugares remotos del país sobre los cuales se tiene muy poco conocimiento. Estos grupos multidiscipli-

narios podrían prestar ayuda técnica a los pobladores de estas zonas en problemas cuya solución se encuentra al alcance de los conocimientos de los estudiantes universitarios dirigidos por un profesor.

La segunda modalidad se pone en práctica a través de los centros de investigación de post-grado en las universidades, sobre los cuales existe cierta tradición en América Latina, ya que la mayoría de la investigación científica y tecnológica se ha realizado en centros universitarios de post-grado.

Unidades de investigación fundamental orientada

El postulado básico que rige el funcionamiento de estas unidades es dar prioridad a la investigación y al avance de conocimientos en el sentido más amplio, teniendo en cuenta las necesidades de conocimientos científicos y tecnológicos a largo plazo. La preparación de recursos humanos calificados es un subproducto de la generación de conocimientos. Las áreas en las cuales trabajaría una unidad de este tipo estarán condicionadas por la visión del futuro a largo plazo y la estrategia que se haya trazado por alcanzarla, por las necesidades internas de conocimientos que genera el sistema científico y tecnológico y por la necesidad de actuar como enlace entre las comunidades científicas nacional e internacional.

En el primer caso se trataría de identificar áreas-problema para cuya solución es necesario contar con una capacidad científica y tecnológica propia. Por ejemplo, si la estrategia de desarrollo a largo plazo considera la utilización intensiva de los recursos marinos, se desprende la necesidad de realizar investigación básica sobre biología marina, hábitos de consumo de productos del mar, y existencia de riquezas minerales en el zócalo continental. En el caso que la estrategia de desarrollo prevea un aumento considerable de la urbanización, se-

ría necesario realizar investigaciones sobre el comportamiento de migrantes de zonas rurales a urbanas, la posible estructura del empleo y las fuentes que lo generen, y los cambios de valores y modificaciones que surgieran de una urbanización masiva. De esta forma se vincularía el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica a largo plazo con la problemática identificada en la estrategia de desarrollo.

Un segundo grupo de temas de investigación se deriva de las necesidades de conocimiento básico que presenten otras instituciones en el sistema científico y tecnológico. Por ejemplo, algunos programas de investigación aplicada en metalurgia pueden requerir de investigación básica en el área de física del estado sólido, y en este caso una unidad de investigación fundamental orientada actuaría como un recurso a disposición de otros tipos de unidades de investigación. En el caso de ciencias sociales puede señalarse el ejemplo de estudios sociológicos y antropológicos que requieren de conocimientos básicos en matemáticas, tales como la teoría de redes y grafos.

Por último, los temas de investigación que se derivan de la necesidad de enlazar la comunidad científica nacional y la internacional dependen de la estructura de la actividad científica y tecnológica en el país. Por ejemplo, en caso de no existir una capacidad interna en el campo de investigaciones nucleares, una unidad de investigación fundamental orientada podría realizar investigaciones teóricas que permitieran apreciar y entender los avances que se generan en la comunidad científica internacional.

Un efecto secundario de la actividad de estas unidades sería preparar recursos humanos altamente calificados a través de los programas de investigación, utilizando preferentemente estudiantes post-doctorales.

Unidades de investigación orientada hacia la acción

La función principal de este tipo de unidades es proveer los conocimientos requeridos para las actividades sociales y productivas directamente vinculadas a la estrategia de desarrollo. Los temas de investigación surgen de problemas reales para los cuales no existe respuesta probada o lineamientos para su solución. Estas áreas-problema pueden darse tanto en el ámbito de las ciencias sociales como en el de ciencias físicas y naturales, y cubrir campos tan variados como la mejora de medios en la administración pública, la utilización de maderas en bosques tropicales, el desarrollo de nuevos métodos de concentración de minerales, y la realización de investigaciones que lleven a establecer políticas de desarrollo.

Dos funciones subsidiarias de este tipo de unidades serían las de preparar personal calificado para dirigir programas de investigación orientada hacia la acción, y la de reciclar profesionales en las esferas pública y privada, actualizando sus conocimientos a través de su participación en programas de investigación. Otra función de este tipo de unidades sería el participar activamente en los procesos de transferencia de tecnología proveniente del exterior, buscando la manera más efectiva de fijar los conocimientos importados.

Este tipo de unidades de investigación debe llenar el vacío que existe entre la producción de conocimientos básicos o potencialmente utilizables —sean éstos generados por los dos primeros tipos de unidades de investigación o importados— y las tareas de investigación que ponen el conocimiento directamente a disposición de los usuarios. Sin embargo, no se trata aquí de realizar labores de consultoría o de carácter rutinario. Este tipo de unidades no debería realizar la misma investigación dos veces, sino que identificaría continuamente nuevas áreas-problema.

En América Latina no existe una tradición significativa en centros de investigación orientada hacia la acción. El concepto academicista y científicista de la investigación la han mantenido en gran medida alejada de los problemas derivados del proceso de desarrollo. Trist⁴⁷ ha identificado la emergencia de este tipo de centros a nivel mundial en los últimos veinte años como la característica más significativa en la evolución de la investigación en ciencias sociales, extrapolando sus conclusiones al área de las ciencias físicas y naturales. Este tipo de centros requiere del máximo apoyo en los países de América Latina en la actualidad.

Unidades de investigación en las empresas y otros usuarios

Estas unidades tienen como función principal resolver los problemas inmediatos que enfrentan los usuarios del conocimiento científico y tecnológico. El carácter de la investigación realizada por estos centros es utilitario y tiene un menor contenido de conocimientos nuevos que los otros tipos de investigación mencionados hasta el momento. Su función central es permitir a las unidades productivas privadas y gubernamentales realizar sus funciones con mayor efectividad.

Los programas típicos de unidad de investigación en una empresa serían aquellos destinados a mejorar los procesos de manufactura, la calidad de productos, y el uso de materias primas. Dada la debilidad relativa de la investigación y la demanda de tecnología local a nivel de usuarios, existe un número relativamente reducido de unidades de investigación de este tipo en América Latina. Esta situación podría ser modificada sólo si se genera una demanda de investigación y desarrollo a ni-

47. Eric Trist, "Science Policy and the organization of research in the social sciences", *Main Trends of Research in the Social and Human Sciences*, Mouton/UNESCO, Paris 1970.

vel de empresas y del gobierno, lo cual requiere importantes modificaciones en la estructura productiva y en la orientación de las actividades de las agencias gubernamentales.

Unidades para la participación popular en la investigación

El postulado básico de este tipo de unidades es que existe una gran capacidad de generar conocimiento tecnológicos (particularmente referidos a innovaciones menores) constituida por los conocimientos prácticos y la experiencia adquirida por la mayoría de la fuerza de trabajo, y que esta capacidad no ha sido aprovechada efectivamente hasta el momento. La falta de rigor, de destreza conceptual, y de habilidades de comunicación —así como la falta de atención prestada por los profesionales— no han permitido a los trabajadores canalizar directamente su experiencia y conocimientos prácticos hacia la solución de problemas concretos. Sin embargo, sería posible superar estas deficiencias a través del apoyo que les puedan prestar profesionales y científicos organizados en unidades para la participación popular en la investigación.

Aquí se trata de organizar, ya sea a nivel de empresa, de conjunto de empresas, de cooperativas u otro tipo de organización social, formas de canalizar la inventiva individual para incorporarla a los procesos sociales y productivos. Un ejemplo estaría dado por organizaciones formales o informales que permitan a los obreros en la industria sugerir y someter al examen de sus compañeros y de los cuadros técnicos de la empresa, modificaciones a la rutina que ha sido señalada para la actividad que está a su cargo. Las estrategias de desarrollo que involucran una mayor participación popular en el manejo de la economía y las actividades productivas deben considerar explícitamente la forma de apro-

vechar la capacidad inventiva de los trabajadores en la generación de conocimientos tecnológicos. Las unidades de participación popular en la investigación serían vehículos a través de los cuales podría combinarse la actividad inventiva derivada de la experiencia y los conocimientos prácticos de los trabajadores, con la derivada de un entrenamiento riguroso en el método científico y su aplicación sistemática a la investigación.

Este tipo de centros de investigación es prácticamente desconocido en América Latina y sólo países como la China Popular⁴⁸, Noruega y Checoslovaquia han experimentado con ellos.

Los cinco tipos de unidades de investigación descritos cubren el campo de las organizaciones que generan o modifican el conocimiento científico y tecnológico, y pueden ser encontrados con distintos nombres en diferentes marcos institucionales.

c. El papel de la universidad latinoamericana en la generación y modificación de conocimientos

Presentado un esquema conceptual que describe los tipos de unidades que generan y modifican conocimientos como componentes de una infraestructura institucional para ciencia y tecnología, es posible preguntar: ¿cuál es el papel de la universidad latinoamericana en el proceso de generar una capacidad en ciencia y tecnología, particularmente a través de la creación de una infraestructura adecuada para realizar actividades de investigación?

Existen algunas diferencias entre los educadores, profesionales y científicos latinoamericanos que se han ocupado de este problema, pero por lo general todos

48. Sobre el caso de China ver el informe de G. Dean *Technology Policies in the People's Republic of China*, mimeo, Oficina del Coordinador, Proyecto STPI, Lima, 1976.

concuerdan en que la universidad puede y debe jugar el papel preponderante y dominante en la creación de una capacidad local en ciencia y tecnología. Ribeiro⁴⁹ considera que la universidad debe tomar una posición activa en la creación y en la difusión de conocimientos tecnológicos al hablar de la "universidad difusora".

Herrera⁵⁰, al analizar los cambios en la sociedad peruana y los cambios consiguientes que debe sufrir la universidad, plantea que le corresponde a la universidad tomar la iniciativa en la introducción de cambios en la estructura científica y tecnológica nacional para orientarla hacia los problemas concretos del desarrollo. Sunkel⁵¹ otorga a la universidad el papel primordial de organismo orientador y ejecutor de la actividad científica nacional. Boeninger⁵² hace suyo el siguiente planteamiento del Consejo de Rectores de Chile:

"... la universidad debe obligadamente participar más plenamente en el campo de la investigación aplicada y del desarrollo experimental, desde el análisis de los principios fundamentales de la tecnología, la confirmación de teorías existentes y de nuevos enunciados, hasta los estudios de desarrollo industrial, pasando por la investigación en escala de mesa y de planta piloto, diseño de equipos y reactores, elección de materiales, etc." (p. 28).

49. Darcy Ribeiro "Política de desarrollo autónomo de la universidad latinoamericana" en A. Herrera (Editor) *América Latina: Ciencia y Tecnología en el desarrollo de la sociedad*, Santiago de Chile, Ed. Universitaria 1970.

50. A. Herrera *Bases para planificar la investigación científica en la universidad peruana*, informe presentado al Consejo Nacional de la Universidad Peruana, Lima, 1972

51. O. Sunkel *Reforma universitaria, subdesarrollo, dependencia*, Santiago de Chile, Ed. Universitaria, 1969.

52. E. Boeninger, primer capítulo de *Hacia una política de desarrollo científico y tecnológico para Chile*, Santiago de Chile, Editorial Universitaria, 1972.

Si bien los autores que sostienen este punto de vista no rechazan explícitamente la utilización de otras formas institucionales para desarrollar la capacidad científica y tecnológica local, implícitamente descartan estructuras institucionales que no están directamente ligadas a la universidad. A este respecto es importante mencionar que la investigación, por importante que sea, es sólo una actividad secundaria de la universidad, cuya misión central es preparar profesionales y científicos responsables, concientizados y que participen activamente en el proceso de desarrollo. Como lo señalara Ortega y Gasset hace más de cuarenta años, en esta tarea central de formación humana la investigación tiene sólo una importancia limitada⁵³:

“No se ve razón ninguna... para que el hombre medio (hacia quien debe estar dirigida la enseñanza superior universitaria) necesite ni deba ser un hombre científico. Consecuencia escandalosa: la ciencia en su sentido propio, esto es, la investigación científica no pertenece de una manera inmediata y constitutiva a las funciones primarias de la universidad ni tiene que ver *sin más ni más con ellas*” (p. 34).

Ortega y Gasset utiliza el concepto de ciencia referido estrictamente a la creación de conocimientos y considera que su ubicación en la universidad está su-peditada a la función docente; es decir, se debe hacer ciencia en la universidad sólo en la medida en que ésta contribuya a las actividades docentes. Esta posición está muy lejos de darle a la universidad el papel central en el desarrollo de la capacidad científica y tecnológica.

La experiencia de otros países fuera de América Latina muestra una variedad de arreglos institucionales

53. José Ortega y Gasset “Misión de la Universidad”, *El libro de las misiones*, Madrid, Espasa-Calpe, 1959.

para promover y realizar investigación y desarrollo. En los países de Europa Oriental las academias de ciencias y los institutos del Estado han jugado papel preponderante en la creación de conocimientos científicos y tecnológicos. En los países de Europa Occidental y los Estados Unidos, esta tarea ha sido llevada a cabo por la empresa privada, los institutos independientes, el gobierno, y en menor medida por la universidad⁵⁴.

Fuera del hecho que históricamente la mayoría de la investigación científica y tecnológica en América Latina ha sido realizada en la universidad, no existe justificación alguna para otorgarle a la universidad como institución el papel protagónico en el desarrollo de la infraestructura científica y tecnológica. Más aún dado que la investigación universitaria tradicionalmente ha estado divorciada de las estructuras productivas y sociales, y que además la universidad está atravesando por un período de transformación fundamental en el cual su misión central —la de preparar al nuevo hombre latinoamericano— está siendo cuestionada, criticada y reformulada, no debe pretenderse que la universidad tome el liderazgo y se convierta en la institución dominante y rectora de la infraestructura institucional para ciencia y tecnología.

Ya ha sido destacada la importancia que una capacidad propia en ciencia y tecnología tiene para la superación de la condición de subdesarrollo. Se da por establecida la importancia que la formación del nuevo hombre latinoamericano, con una cultura propia, con una conciencia clara de su condición de dependencia, y con una visión realista y decidida de su futuro, tiene para lograr establecer y consolidar el proceso de desarrollo

54. Sobre el tema de la división interinstitucional de actividades científicas y tecnológicas véase Eric Trist, *op. cit.*, y H. Friis "Division of Work Between universities, independent institutes and government departments", *Social Sciences Information*, Vol. 5 (1966) pp. 5-11.

en América Latina. No es posible esperar que ambas tareas sean cabalmente ejecutadas por una sola institución, y la segunda de ellas tiene prioridad como misión de la universidad latinoamericana.

Es necesario puntualizar que ello no significa el abandono de la investigación por la universidad, ni que supeditar la investigación a la función docente llevaría a una universidad de "segunda categoría". Ya se ha indicado el papel instrumental que la investigación científica y tecnológica cumple en la actividad docente. Lo que implica esta posición es que la institución líder en el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica no debe ser la universidad, sino que deben establecerse y desarrollarse nuevas formas institucionales, con el apoyo de la universidad, para generar a la brevedad posible una capacidad local en ciencia y tecnología⁵⁵.

Volviendo a los tipos de unidades de investigación que fueron mencionados anteriormente, es posible otorgar prioridades para la acción de la universidad en el desarrollo de una infraestructura para ciencia y tecnología. En primer lugar es necesario establecer que la universidad debe cumplir un doble papel con respecto a la creación de los diferentes tipos de unidades. En algunos casos tratará de desarrollarlos dentro del marco institucional universitario, y en otros casos promoverá activamente la creación de unidades fuera de la universidad, aún cuando esto le represente una aparente pérdida de recursos e investigadores.

La primera prioridad para la acción universitaria debe estar orientada hacia la creación de centros docentes de investigación de pre-grado. Eso es consistente

55. Uno de los pocos autores que sostienen una posición similar a la planteada aquí es Edmundo Fuenzalida. Véase "La universidad chilena no debe hacer investigación científica", en *Desarrollo científico-tecnológico y universidad*, Santiago de Chile, Ediciones CPU, 1974.

y compatible con la misión central de la universidad; más aun, la llevará a cumplir tal misión con mayor efectividad. Esto implica incluir la actividad de investigación como parte integral del curriculum universitario de pre-grado. Varsavsky⁵⁶ ha propuesto una forma en que este esquema podría ser llevado a cabo en el sistema de la universidad peruana.

La segunda prioridad corresponde al apoyo que la universidad debe prestar a la creación y consolidación de unidades de investigación orientadas hacia la acción *fuera del marco institucional universitario*. Esto implica no sólo el apoyo político y de opinión que debe prestar la universidad a tales unidades, sino además la predisposición de la universidad a cederles parte de su personal y recursos. La misión primaria de las unidades de investigación orientadas hacia la acción es crear el conocimiento científico y tecnológico necesario para la producción y los servicios sociales. La misión central de la universidad es formar cuadros capacitados para participar activamente en el proceso de desarrollo. Las estructuras organizativas, la estabilidad interna, la relevancia de posiciones ideológicas, el énfasis en la participación individual y colectiva, el horizonte temporal de acción, y muchos otros factores muestran diferencias significativas en el tipo de instituciones que deben cumplir las misiones de producir conocimientos orientados hacia la acción y de preparar al nuevo hombre latinoamericano. Por lo tanto no puede esperarse que una misma institución cumpla las dos funciones eficientemente.

Con una visión miope, el apoyar la creación de centros de investigación fuera de la universidad, aún a costa de recursos propios, puede parecer una estrate-

56. O. Varsavsky, *Criterios para una política de desarrollo universitario*, informe presentado al Consejo Nacional de la Universidad Peruana, Lima, 1972.

gia equívoca para la universidad latinoamericana. Con una perspectiva de más largo alcance este no es el caso. En primer lugar, al apoyar efectivamente este tipo de unidades, la universidad estaría cumpliendo con una de sus funciones secundarias de promover el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país. En segundo lugar, al separar las tareas docentes de las tareas de investigación orientada hacia la acción, la universidad se estaría centrando en su misión fundamental de docencia y por lo tanto podrá dedicarle mayor esfuerzo y atención. En tercer lugar, al promover activamente la creación de este tipo de instituciones, la universidad estaría forjando lazos interinstitucionales que le permitirían contar con los recursos de estos centros, ya sea a través de la participación de sus investigadores como profesores a tiempo parcial, a través de la utilización de sus equipos e instalaciones, a través de las demandas de investigación fundamental y el apoyo financiero que estos centros podrían dar a la universidad, o a través de la participación de estudiantes en las actividades de investigación de estas unidades⁵⁷.

Fuera de la acción puramente universitaria, las unidades de investigación orientadas hacia la acción deben contar con el mayor apoyo del gobierno y los órganos de política científica y tecnológica. Su importancia es primordial dada su posible contribución al proceso de desarrollo latinoamericano y dado el vacío que se observa entre la investigación básica realizada en la actualidad y las necesidades urgentes que genera el proceso de desarrollo.

La tercera prioridad para la acción universitaria debe otorgarse a la creación y al esfuerzo de los centros de investigación docente de post-grado. Es aquí donde

57. M. Roche en el capítulo X de *La ciencia entre nosotros*, Caracas, Ediciones IVIC, 1968, plantea algunas ideas sobre este tema y describe su experiencia en vincular un instituto de investigación independiente con la universidad.

se encuentra la mayor capacidad instalada de investigación en América Latina en términos de investigadores, equipos, y recursos financieros. Dada la aparente proliferación de centros de investigación universitarios con dimensiones menores de la masa crítica mínima necesaria, parece necesario consolidar los existentes y realizar una labor de racionalización.

Por último, el fomento de unidades de investigación a nivel de usuarios y de unidades para la participación popular en la investigación es una tarea de menor importancia relativa para la universidad. Esta función corresponde a los organismos de política científica y tecnológica. La universidad podría estudiar los problemas asociados con la creación y el fomento de estas unidades dando su apoyo a los organismos de política científica y tecnológica para que éstos tomen las medidas adecuadas al respecto.

Una de las condiciones necesarias para lograr el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica local, es contar con una infraestructura institucional adecuada para llevar a cabo todo tipo de actividades científicas y tecnológicas. A la universidad le corresponde un papel promotor importante en el desarrollo de tal infraestructura. Sin embargo, no se trata únicamente de desarrollar la capacidad de investigación dentro de la universidad, sino de buscar una adecuada división interinstitucional del trabajo científico y tecnológico. Esto implica dejar para las universidades las tareas de investigación que se derivan directamente de las necesidades docentes y promover la creación y consolidación de instituciones fuera de la universidad que realicen la gama de actividades necesarias para que la ciencia y la tecnología contribuyan efectivamente al desarrollo. La universidad no tiene porque ser la institución dominante en el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica en América Latina. Existen otras formas institucionales que deben ser exploradas y promovidas.

autodeterminación tecnológica y cooperación en el tercer mundo

a. Autodeterminación, desarrollo y tecnología

En los últimos diez años ha crecido la importancia del concepto de autodeterminación (self-reliance) en el análisis de los procesos de desarrollo. Aunque no hay un acuerdo claro sobre su contenido preciso, se han propuesto varios esquemas para incorporar este concepto a las estrategias de desarrollo. Las raíces intelectuales y políticas de esta idea abarcan más de un siglo y han aparecido en distintas situaciones (considérese el pensamiento utópico de Owen y Saint-Simon sobre las comunidades autónomas), lo cual hace difícil identificar un sentido del término que responda a una teoría del desarrollo y sea de aplicación general.

En una reseña del concepto corriente de autodeterminación, Cardettini⁵⁸ rastrea sus orígenes hasta el

Este capítulo reproduce un artículo publicado en *Comercio Exterior* (México), julio de 1976, en *Estudios Internacionales*, Vol. 9 (1976), Nº 33, pp. 47-61 y en *Indian Horizons*, Vol. XXV (1976) pp. 13-28

58. O. Cardettini, *Technological dependence/self-reliance: an introductory statement*, Proyecto STPI, Oficina del Coordinador de Campo, Lima, Perú, julio de 1976.

pensamiento de Mao y la filosofía de Ghandi, y hace ver que —ya sea como proposición político-filosófica, o como componente de estrategias de desarrollo— se ha extendido a países tan distintos como Argelia, Perú, India, Cuba, Tanzania, China y Costa de Marfil. La preocupación por el tema puede haberse originado en la comprensión de que la ayuda exterior para el desarrollo resultaba notoriamente insuficiente, en el deseo de explorar una tercera vía hacia el desarrollo (ni comunista ni capitalista), o en las tensiones impuestas por bloqueos políticos y económicos. Cardettini llega a la conclusión de que autodeterminación es “una palabra ilusoriamente fácil de definir” y demuestra lo inadecuado de algunas definiciones corrientemente aceptadas tales como “atenerse a los propios medios” o “confiar en el esfuerzo propio”, especialmente cuando tales definiciones se utilizan como directivas políticas. Por consiguiente, para integrar el concepto de autodeterminación a una estrategia de desarrollo es necesario dar un contenido práctico y concreto a los lineamientos de política que ese concepto implica. Esto debe hacerse para cada una de las áreas específicas de análisis, tales como el financiamiento, la producción de alimentos, o la ciencia y la tecnología.

Con respecto a la ciencia y la tecnología, la autodeterminación puede entenderse en tres sentidos diferentes:

- a) Como la capacidad de tomar decisiones autónomas en cuestiones de tecnología.

Este enfoque ha sido sugerido por varios autores latinoamericanos que consideran que la autonomía de decisión es una condición previa para el desarrollo de la capacidad científica y tecnológica⁵⁹. En este caso no

59. Véase, por ejemplo, J. Sábato, *Ciencia, tecnología, desarrollo y dependencia*, Editorial Mensaje, Tucumán, Argentina, 1971.

es imprescindible que la tecnología adecuada a las necesidades del desarrollo se encuentre en el país. La autonomía de decisión se refiere a la capacidad de definir las necesidades tecnológicas, identificar las opciones existentes en otros países (descomponiéndolas en sus elementos), y determinar cuál es la mejor manera de adquirir, incorporar y absorber dicha tecnología. A su vez, esto se relaciona con la capacidad de obtener y elaborar la información referente a la tecnología.

- b) Como la capacidad de generar en forma independiente los elementos críticos del conocimiento técnico que son necesarios para obtener un producto o proceso determinado.

Los productos y los procesos están compuestos de muchos elementos de conocimiento técnico, algunos de los cuales pueden ser críticos porque resultan esenciales o por las dificultades que existen en asegurar su provisión (por ejemplo, un catalizador en un proceso químico, cierto diseño en un equipo electrónico, etc.). Además de suponer la autonomía de decisión, esta capacidad se relaciona estrechamente con el desarrollo de la ingeniería de diseño y no implica por fuerza que la totalidad del "elemento crítico" deba producirse dentro del país. Lo que se necesita es la capacidad de diseñar el proceso o el producto (y en particular sus elementos críticos), de definir normas y especificaciones de los componentes que han de fabricarse, y de montar dichos componentes hasta integrar el diseño total.

- c) Como la capacidad potencial autónoma de producir, dentro del país, los bienes y servicios que se consideran esenciales en la estrategia de desarrollo.

Además de la autonomía de decisión y la capacidad de generar independientemente los elementos críticos de la tecnología, esta interpretación del concepto de au-

todeterminación abarca la capacidad de convertir el conocimiento técnico disponible en bienes y servicios. En este sentido, un país podría "depender de sus propios medios" si se viese obligado a hacerlo, aunque en condiciones normales no intentaría embarcarse en todas las actividades productivas que es capaz de realizar.

La primera interpretación del concepto de autodeterminación podría extenderse a una gran variedad de campos. Es posible tener autonomía de decisión con respecto a los medios más adecuados para producir determinado bien, aun cuando la capacidad efectiva de producirlo no esté a nuestro alcance. Esto requiere disponer de un cuadro de profesionales y técnicos con conocimientos en cada área particular, así como el acceso a la información que debe elaborarse para llegar a una decisión. Lo mismo puede decirse de la segunda interpretación, pero el grado de conocimientos y habilidades requeridos será mucho mayor y estará directamente vinculado a la capacidad de ingeniería de diseño. La tercera interpretación del concepto engloba a las dos primeras y sólo puede alcanzarse en pocas áreas seleccionadas y directamente vinculadas con la estrategia de desarrollo. En este caso debe disponerse no sólo de los cuadros y la información sino también de los medios reales de producción (capacidad de ingeniería y de dirección, equipos y maquinaria, materias primas, etc.) que permitan al país actuar sin recurrir a fuentes externas de abastecimiento.

Aunque estas interpretaciones del concepto de autodeterminación se refieren fundamentalmente a la tecnología, también se relacionan con la ciencia. En la mayoría de los campos tecnológicos, especialmente en aquellos que se desarrollan a gran velocidad, es necesario realizar actividades científicas para mantener una capacidad de decisión autónoma. Es casi imposible seguir la evolución de la tecnología y tener una percepción clara

de las disyuntivas y de las opciones disponibles sin una base de científicos y profesionales activos. Esto es aún más claro cuando la tecnología está referida a la realización de actividades específicas del país, para las cuales no se han desarrollado soluciones apropiadas en el exterior.

Sin embargo, resulta evidente que el concepto de autodeterminación no se aplica a la investigación científica como tal. Las ciencias físicas, naturales y exactas, consideradas como procesos de generación de conocimientos, son actividades internacionales y sus metodologías, sus normas y sus principios, así como sus descubrimientos, tienen validez general. En este sentido, ningún país puede depender de sí mismo en materia científica. Es por eso que, al referirnos a la ciencia, hablamos del desarrollo de capacidades científicas que provean una base para la autodeterminación tecnológica.

Al tratar sobre la autodeterminación tecnológica no se debe olvidar la perspectiva más amplia en la cual está inserta. Para que un país subdesarrollado pueda seguir una política autodeterminada en materia tecnológica —o en cualquier otro campo— un sólido compromiso político y ciertas transformaciones socioeconómicas internas son imprescindibles.

Una condición previa para la autodeterminación es tener un grado significativo de autocontrol o independencia nacional, entendiendo por tal la libertad de fijar objetivos nacionales y de elegir los medios para alcanzarlos. Esto implica un acto político de afirmación y la posibilidad de mantenerlo —neutralizando interferencias externas e internas— durante todo el tiempo necesario para consolidar las transformaciones y fijar las bases de la estructura socioeconómica que se desea alcanzar. Este acto de afirmación debe incluir medidas que permitan regular la inversión, modificar las pautas de consumo, dirigir la orientación de las actividades sociales y

productivas, y determinar el uso de los recursos naturales⁶⁰.

Estas medidas son fundamentales para seguir una política de autodeterminación en materia de ciencia y tecnología. Los patrones de inversión, consumo, orientación de las actividades y utilización de los recursos, determinan la naturaleza de la demanda de conocimientos científicos y tecnológicos. Por tanto, no es posible la autodeterminación en materia tecnológica si se postulan políticas muy distintas para otras áreas de la estrategia de desarrollo. Todos estos factores deben combinarse en un estilo coherente de desarrollo y en su estrategia, que determinará hasta qué punto tiene sentido una política de autodeterminación tecnológica⁶¹.

b. Los cambios en el orden internacional y sus consecuencias en la autodeterminación tecnológica

El surgimiento del subdesarrollo como fenómeno histórico ha sido caracterizado por Furtado⁶² en los siguientes términos:

“Como consecuencia de la rápida difusión de nuevos métodos de producción a partir de un pequeño número de centros que irradian innovaciones tecnológicas, ha surgido un proceso que tiende a crear un sistema económico mundial. Así es co-

60. Para el caso de Perú, estos conceptos se desarrollan en J. Bravo Bresani, F. Sagasti y A. Salazar Bondy, *El reto del Perú en la perspectiva del Tercer Mundo*, Moncloa Editores, Lima, 1972.

61. Para interpretaciones de la autodeterminación en un contexto más amplio, véase la *Declaración de Cocoyoc*, PNUMA UNCTAD, octubre de 1974, en *Comercio Exterior*, México, enero de 1975, pp. 20-24; *Qué Hacer*, informe de la Fundación Dag Hammarskjöld, Uppsala, junio de 1975, y el informe final de simposio Pugwash sobre *Self-reliance and alternative development strategies*, Dar-es-Salaam, junio de 1975.

62. Celso Furtado, *Obstacles to development in Latin America*, Anchor Books, Nueva York, 1970.

mo se considera al subdesarrollo como una criatura del desarrollo, o más bien como una consecuencia del efecto de los procesos técnicos y de la división internacional del trabajo impuesta por las pocas sociedades que llevaron a cabo la Revolución Industrial en el siglo XIX. Las relaciones que resultaron entre esta sociedad y las zonas subdesarrolladas incluyen formas de dependencia difíciles de superar.

Inicialmente, la dependencia se apoyaba en una división internacional del trabajo conforme a la cual los centros dominantes se reservaban para sí aquellas actividades económicas que concentraban el progreso técnico. En la fase siguiente la dependencia se mantuvo mediante el control de la asimilación de los nuevos procesos tecnológicos mediante la instalación de actividades productivas en el seno de las economías dependientes, siempre bajo el control de grupos integrados con las economías dominantes". (P. XVI)

Existen pruebas de que la naturaleza del proceso descrito por Furtado con respecto a las relaciones entre economías dominantes y dominadas continúa y evoluciona a un ritmo acelerado. La fase siguiente de este proceso consiste en un desplazamiento hacia el control de los recursos financieros⁶³, y en la actualidad asistimos a la transición hacia el uso del conocimiento tecnológico como el instrumento principal para mantener las relaciones de dominación. De esta manera, los medios de control de los países desarrollados sobre los subdesarrollados se han desplazado desde las materias primas hacia los equipos productivos, hacia el capital y los recursos financieros, y en la actualidad hacia la tecnología. En este proceso de mutación de las rela-

63. Véase M. C. Tavares, *Da substituição de importações ao capitalismo financeiro*, Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1972.

ciones de dominación, la tecnología siempre se mantuvo detrás como un factor condicionante, pero en la actualidad aparece finalmente al descubierto, en parte debido a la dinámica interna de la evolución del sistema económico capitalista, y en parte como resultado del creciente control de los países subdesarrollados sobre los medios a través de los cuales los países desarrollados ejercían su dominación en el pasado.

El grado que ha alcanzado esta transformación de las relaciones de dominación puede apreciarse en dos fragmentos de discursos pronunciados por líderes de países industrializados occidentales. Dirigiéndose a la Asamblea General de la Organización de los Estados Americanos (20 de abril de 1974), el secretario de Estado norteamericano, Henry Kissinger, dijo:

“La transferencia de ciencia y tecnología puede constituir un cuello de botella aún más importante que el capital en el esfuerzo por el desarrollo. Como nación tecnológicamente adelantada, Estados Unidos reconoce una responsabilidad especial en ese sentido. Creemos que, normalmente, el vehículo más eficiente para la transferencia en gran escala de estos recursos es la inversión privada, pero los gobiernos pueden facilitar la transferencia de tecnología avanzada para estimular un desarrollo equilibrado”. (Subrayado nuestro).

Los planteamientos del Secretario de Estado norteamericano en la séptima Asamblea extraordinaria de las Naciones Unidas (setiembre 1975) y en la cuarta Conferencia de la UNCTAD en Nairobi (mayo 1976), ampliaron las declaraciones, proponiendo un programa de trabajo en este sentido.

En un discurso pronunciado en una sesión del Parlamento Europeo a principios de 1975, el señor Ortoli,

presidente de la Comisión de las Comunidades Europeas, expresó:

“Al mismo tiempo que continuamos con la ayuda financiera que es indispensable para ciertos países, donde quiera que sea posible, debemos trabajar por una cooperación basada en vínculos económicos a largo plazo, que constituyen un instrumento de progreso y solidaridad mejor que cualquier tratado. Respetando los objetivos propios de nuestros socios, *deberíamos combinar nuestra tecnología y nuestro conocimiento práctico (know-how)*, nuestros mercados, en algunos casos nuestro capital y nuestros productos —en especial los agrícolas— con los recursos de nuestros socios y con sus deseos de aprovechar la nueva situación para su desarrollo”. (Subrayado nuestro)

Ambas declaraciones constituyen un indicio de la preeminencia que la tecnología adquirirá en los próximos años, especialmente a medida que los países del Tercer Mundo aumenten el control sobre sus propios recursos naturales. Habrá una tendencia a utilizar el acceso a la tecnología como la palanca principal en las relaciones de dominación entre los hemisferios norte y sur, con la utilización subsidiaria de los alimentos y, en algunos casos, del capital, como complementos⁶⁴.

En estas circunstancias, no puede subestimarse la importancia de la autodeterminación tecnológica. Hay una urgente necesidad de adoptar medidas que provean a los países del Tercer Mundo de un mínimo de medios para afrontar esta nueva situación. En realidad, la posibilidad de seguir un camino independiente hacia el desarrollo estará determinada por el grado de autode-

64. Sobre estos temas véase M. Halty, *Toward a new technological order?*, presentado ante el Seminario de la OCDE sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo en un Mundo Cambiante, París, abril de 1975.

terminación tecnológica de cada país. Esta situación exige el establecimiento de una estrategia global para la autodeterminación tecnológica, definiendo las áreas en que se aplicará cada una de las distintas interpretaciones del concepto, sus interrelaciones y el tiempo necesario para alcanzarlas.

Hemos visto antes que buscar la autodeterminación tecnológica no tiene sentido fuera del contexto de un estilo y una estrategia autónomos para el desarrollo. Por tanto, los temas de la autodeterminación tecnológica y los estilos alternativos de desarrollo se influyen mutuamente, a un grado tal que no pueden analizarse en forma independiente.

La autodeterminación tecnológica es incompatible con un estilo de desarrollo que mantenga las modalidades actuales de inserción dependiente de los países subdesarrollados en el sistema económico mundial. Sólo puede alcanzarse en forma cabal en el marco de un estilo y una estrategia de desarrollo que modifiquen de manera significativa la posición internacional de un país. Sin embargo, para lograr los cambios que permitan a los países menos desarrollados seguir su propio camino hacia el desarrollo, se requiere una acción concertada, porque la mayoría de ellos no disponen por sí mismos de los medios para lograr los cambios necesarios en la situación internacional: se precisan esfuerzos colectivos para seguir estrategias de desarrollo independientes.

Habría una aparente contradicción en la necesidad de colaborar con otros en la búsqueda de la autodeterminación. Sin embargo, esta contradicción desaparece si se entiende la colaboración como un proceso de concertación de esfuerzos entre países que tienen los mismos intereses básicos, es decir, los países subdesarrollados. En principio, toda forma de alianza implica ciertas limitaciones a la libertad individual, pero es-

tas limitaciones no tienen por qué interferir con la orientación principal elegida por cada país para su proceso de desarrollo.

En resumen, lograr la autodeterminación en materia de tecnología requiere que se siga una estrategia de desarrollo independiente. Al mismo tiempo, la autodeterminación tecnológica condiciona la posibilidad de seguir una estrategia independiente de desarrollo. Ambas implican la necesidad de romper las modalidades de inserción dependiente de un país en la economía mundial y la de buscar nuevas formas de vincularse a ella. Finalmente, los cambios significativos en las formas de inserción de los países subdesarrollados sólo pueden obtenerse a partir de una acción concertada entre todos aquellos que tengan algo que ganar con dichos cambios. Esto constituye un argumento poderoso para estimular la cooperación entre los países subdesarrollados, especialmente en lo que se refiere a la búsqueda de la autodeterminación tecnológica.

c. La distribución del esfuerzo científico y tecnológico y su efecto en la autodeterminación

En la segunda mitad de siglo XX se puede observar un proceso de concentración de las fuentes del cambio tecnológico que —a un ritmo cada vez más acelerado— es impuesto a nivel mundial por un número relativamente pequeño de países avanzados y grandes empresas. Las características de este proceso son: (a) un alto grado de interdependencia entre los intereses militares y las empresas industriales (a las cuales se agrega en la década de los 60 la industria espacial), que deforma la naturaleza del progreso tecnológico, y (b) la interconexión cada vez mayor entre la investigación científica y los intereses propios del desarrollo de grandes empresas transnacionales, una de las características centrales de lo que se ha dado en llamar el

"Sistema Industrial Global". Ambas características indican que la tasa y la dirección actuales del cambio tecnológico están determinadas, en gran medida, por intereses que no tienen nada que ver con las aspiraciones y metas de los países subdesarrollados. Además, se está alcanzando un grado de concentración tan alto que un número relativamente pequeño de dirigentes de grandes compañías y de funcionarios gubernamentales de países desarrollados pueden ejercer una influencia decisiva en la naturaleza del cambio técnico en el ámbito mundial.

Al tiempo que continúa este proceso de concentración, aumenta la masa crítica mínima necesaria para que un esfuerzo científico y tecnológico sea viable. Sobre la base de un número mínimo de institutos de investigación de distintos tipos, Herrera⁶⁵ llegó a la conclusión de que para sostener en 1970 un sistema científico y tecnológico viable se requeriría un mínimo de 100 millones de dólares estadounidenses. No incluía en su cálculo el costo de transformar los resultados de la investigación en productos o procesos y no hay duda de que desde esa fecha ha aumentado el costo de las actividades científicas y tecnológicas. Conforme a otras estimaciones se fija el umbral mínimo de gastos para obtener un sistema científico y viable en el 1% del producto nacional bruto. Estas cifras sólo dan una idea general sobre los requisitos mínimos e indican que, en la actualidad, son pocos los países subdesarrollados que tienen la capacidad para embarcarse en la construcción de un sistema científico y tecnológico viable. Cuando se analizan las cifras sobre necesidades de recursos humanos calificados se llega a conclusiones similares.

Además, debido al reducido tamaño del mercado interno de la mayoría de los países subdesarrollados, también existen limitaciones al poder de negociación que

65. A. Herrera, *Ciencia y política en América Latina*, Siglo XXI Editores, México, 1971.

pueden ejercer cuando tratan con los vendedores de tecnología de países desarrollados. Por otra parte, los altos costos y la dificultad de obtener acceso a las fuentes de información, que mejorarían sus capacidades de negociación, prácticamente imposibilitan a la mayoría de los países subdesarrollados el obtener por su cuenta la información pertinente.

Las necesidades de cambiar la distribución mundial de recursos dedicados a la ciencia y a la tecnología y romper el alto grado de concentración de las fuentes de cambio tecnológico; de superar la masa crítica mínima necesaria para tener sistemas científicos y tecnológicos viables; y de mejorar la capacidad de negociación en la adquisición de tecnología, conducen *al imperativo de la cooperación científica y tecnológica entre países subdesarrollados*. Será imposible seguir una política de autodeterminación tecnológica a menos que se cumpla con esta condición, ya que los obstáculos que se presentan son demasiado grandes para superarlos aisladamente.

La experiencia ha demostrado que los acuerdos de cooperación son relativamente fáciles de lograr cuando se refieren a asuntos de naturaleza puramente científica, pero que se hacen más difíciles cuando implican actividades científicas y tecnológicas que pueden tener una aplicación económica directa. Por tanto, la realización de programas conjuntos requerirá de un nuevo espíritu de colaboración entre los países del Tercer Mundo. Sobre esta base, las ventajas relativas que pueda obtener algún país en el corto plazo deben considerarse como desequilibrios temporales en el camino de un esfuerzo colectivo hacia la autodeterminación tecnológica.

Sólo después de haber alcanzado cierto grado de cohesión entre los países subdesarrollados a través de acuerdos de colaboración concretos será posible dedi-

carce al proceso de reestructurar las modalidades de inserción de un determinado país en el sistema científico y tecnológico mundial. En efecto, esto exige una estrategia en dos etapas, en la cual una mayor cooperación dentro del Tercer Mundo aparece como condición previa para lograr nuevas formas de colaboración entre países subdesarrollados y desarrollados.

d. El posible contenido de los acuerdos de cooperación

Una vez aceptado el imperativo de la cooperación en el seno del Tercer Mundo a fin de alcanzar la auto-determinación tecnológica, la tarea siguiente es identificar las áreas adecuadas para la colaboración, lograr compromisos políticos y determinar programas específicos. Algunas de las áreas en las cuales pueden instituirse estos programas son:

—Actividades en las cuales es imprescindible contar con una masa crítica mínima. Aquí se encuentran las actividades de investigación y desarrollo para las cuales es necesario disponer de profesionales, equipos y financiamiento a cierto nivel por debajo del cual la actividad no es viable. En estos campos es imposible intervenir en forma aislada y un esfuerzo de cooperación es indispensable.

—Actividades científicas y tecnológicas en las cuales se presentan economías de escala (sistemas de información, programas de capacitación, utilización de capacidad de ingeniería, investigación y desarrollo de tipo común, etc.). En este caso la cooperación internacional no es absolutamente necesaria, pero tiene una serie de beneficios que la hacen muy aconsejable.

—Campos de actividad que requieren de una dimensión internacional para tener sentido. Aquí se incluyen las acciones conjuntas y de orden comparativo, que carecen de significado al realizarse en un solo país. Por ejemplo, el establecimiento de sistemas de información

sobre términos y condiciones de los contratos de transferencia tecnológica; que aumentarían la capacidad de negociación de los países compradores de tecnología. Esto podría ampliarse hasta el establecimiento de estrategias comunes de negociación ante los vendedores de tecnología y de posiciones en común frente a empresas transnacionales, instituciones financieras multilaterales y otras organizaciones similares.

—Problemas comunes a más de un país, vinculados a zonas geográficas que sobrepasan las fronteras nacionales. Se incluye aquí la investigación referente a condiciones ecológicas, la explotación de recursos naturales, el uso de cuencas hidrográficas, etc. En este caso, la existencia de un problema común plantea la posibilidad de integrar los esfuerzos dedicados a las actividades científicas y tecnológicas.

—Grandes proyectos en los cuales es necesario compartir riesgos entre varios países por la magnitud de los recursos requeridos. Este ha sido el caso de las inversiones en energía nuclear, computadoras, telecomunicaciones vía satélite, etc., en las que pocos países, aun pudiendo financiar el programa por sí solos, están dispuestos a correr el riesgo en forma aislada.

Si la cooperación tecnológica tiene lugar en un contexto de integración económica y política más amplia, surgen campos adicionales para la colaboración internacional entre países menos desarrollados⁶⁶. En este caso se encuentra la explotación en común de ciertas tecnologías que, por razones de escala, sólo son viables en términos de un mercado ampliado. También pueden incluirse aquí la armonización de las políticas económicas nacionales en procura de la autodeterminación y la

66. Véase F. Sagasti, "Integración económica y política tecnológica, el caso del Pacto Andino", en *Comercio Exterior*, México, enero de 1975, y en *Revista de la Integración*, Buenos Aires, Nº 18, enero-marzo de 1975.

búsqueda de tecnología para proyectos conjuntos de desarrollo económico. La totalidad de los beneficios que implica el aumento de la cooperación para la autodeterminación tecnológica sólo es evidente cuando se la considera como parte integrante de un proceso más amplio de cooperación económica y política.

Establecer un sistema de cooperación en cuestiones de ciencia y tecnología puede exigir una nueva formulación de ciertos conceptos, tales como "región", que se han utilizado tradicionalmente para definir grupos entre los países subdesarrollados. Con respecto a un problema determinado, una "región" podría definirse en términos de la necesidad de encarar un programa conjunto para la solución de problemas tecnológicos específicos. Así, una "región" para la cooperación científica y tecnológica dentro del Tercer Mundo puede incluir países geográficamente alejados entre sí, que no compartan una herencia cultural y que tengan diferentes sistemas políticos. Las características comunes que los agruparían serían el problema a resolver y el deseo de emprender conjuntamente la búsqueda de soluciones.

Otra área para la cooperación del Tercer Mundo surge de la necesidad de enfrentarse al veloz proceso de cambio tecnológico que es una característica actual de la evolución de la economía mundial. Los países subdesarrollados reciben el impacto de los cambios tecnológicos sin comprender su naturaleza, sin apreciar sus consecuencias, e incluso sin darse cuenta de que la dirección que adopta su propio desarrollo está condicionada en gran medida por la naturaleza y las fuentes del cambio tecnológico. Aunque el examen del efecto social de los cambios tecnológicos es perfectamente factible, los países subdesarrollados rara vez lo han hecho en detalle. Se instalan nuevas industrias en zonas rurales sin una comprensión adecuada de sus consecuencias sociales y culturales; se adoptan métodos de comu-

nicaciones y transportes sin evaluar sus efectos indirectos; se promueve el transporte inter-regional y el desarrollo urbano sin tomar en cuenta la dinámica de las interacciones entre la ciudad y el campo; se introducen nuevas técnicas agrícolas sin examinar adecuadamente su relación con las pautas culturales y sociales existentes; se estimula el turismo sin comprender los procesos de transferencia de valores que lleva implícitos; y así sucesivamente. Esta lista, que podría extenderse casi indefinidamente, indica que la autodeterminación requiere desarrollar la capacidad de estimar los efectos del cambio tecnológico. El desarrollo de esta capacidad probablemente exceda los límites de una acción aislada y proporciona así una razón más para aumentar la cooperación entre países subdesarrollados.

También existen, sin embargo, muchos obstáculos para la organización de programas viables de cooperación entre países subdesarrollados. A menudo la heterogeneidad de los regímenes políticos y de sus orientaciones ha resultado ser un impedimento importante, aún cuando la cooperación se circunscribía a problemas científicos. También la diferencia de los niveles de desarrollo, especialmente en lo que se refiere a la ciencia y la tecnología, dificulta la organización de programas de cooperación en los que todos los participantes mejoren sus conocimientos y sus niveles de habilidad en grados comparables. Estos dos factores generan fricciones que pueden impedir el lanzamiento y la consolidación de acuerdos de cooperación. Además, muchos países del Tercer Mundo están sujetos a presiones de los países industrializados, de las organizaciones internacionales e instituciones financieras, de expertos extranjeros provenientes de países avanzados, todos los cuales perderían cierto grado de influencia si estos programas de colaboración entre países subdesarrollados se expandiesen en forma significativa. Finalmente, también hay obstáculos que se originan en la conducta de las comu-

nidades de científicos e ingenieros del Tercer Mundo, tales como la desconfianza con respecto a instituciones e investigadores de otros países subdesarrollados (preferencia por vincularse con los centros de estudios "avanzados"), y el hecho de que muchos de los privilegios de estos grupos se relacionan con viajes y prolongadas estadías en los países industrializados; a su vez, esto puede ser un reflejo de la "insuficiente descolonización de la mente", como señalara un científico de la India.

Por tanto, toda estrategia tendiente a extenderse la cooperación entre los países subdesarrollados con el fin de alcanzar la autodeterminación tecnológica debe ser gradual y flexible, aprovechando todas las oportunidades posibles, pero sin perder de vista los obstáculos que pueden frustrar los primeros intentos. El establecimiento de una tradición científica y técnica en cualquier país es un proceso largo, que se hace más largo y difícil aún cuando se le añade la dimensión de la cooperación internacional.

e. Un esquema posible de organización de la cooperación del Tercer Mundo para la autodeterminación tecnológica

Hay muchas maneras de organizar la cooperación científica y técnica entre los países en vías de desarrollo⁶⁷. La elección y la estructuración de un marco determinado dependerán de la naturaleza del problema de que se trate; de la percepción de los intereses comunes por parte de los países que intervengan, de su grado de compromiso político y del nivel de capacidad que puede reunirse. De acuerdo con el número de participantes y con la estructura de sus relaciones, las mo-

67. Estos temas se examinan con más detalle en F. Sagasti y M. Guerrero., *El desarrollo científico y tecnológico de América Latina*, BID/INTAL, Buenos Aires, 1974.

modalidades de cooperación pueden clasificarse en: a) bilateral específica; b) bilateral amplia; c) multilateral específica; d) multilateral amplia; e) cooperación regional; y f) cooperación comunitaria. Cada una de estas modalidades tiene ventajas y desventajas propias, por lo que no hay una solución universal para organizar los esfuerzos de cooperación.

Los programas bilaterales responden a los intereses específicos de dos países determinados; es poco lo que puede decirse de su estructura o de su conveniencia como modelo general. La cooperación regional y la comunitaria dependen de la existencia de marcos más amplios de cooperación económica regional o comunitaria, para los cuales es necesaria la existencia de compromisos políticos que tengan un alcance mayor. Por tanto, me concentraré en los programas multilaterales.

Las organizaciones internacionales multilaterales existentes, muchas de las cuales reúnen a países desarrollados y subdesarrollados, cumplen funciones útiles en varias áreas. Sin embargo, es necesario complementar sus actividades con nuevas formas de organización, más flexibles, que operen con costos menores y respondan más directa y rápidamente a las necesidades de la cooperación entre los países subdesarrollados para lograr la autodeterminación tecnológica. Una posibilidad sería la de estructurar un marco doble que consistiese en un acuerdo general de cooperación multilateral amplia, junto con varios acuerdos multilaterales específicos.

La idea consistiría en establecer una asociación internacional en la que participarían países subdesarrollados de todas las regiones del mundo⁶⁸. La partici-

68. El Grupo de Países No Alineados constituiría una base natural para la organización de esta asociación. En la Reunión de Ministros de Relaciones Exteriores de agosto de 1975, en Lima, se aprobó el establecimiento de un esquema de cooperación similar al que aquí se sugiere, el cual fuera desarrolla-

pación entrañaría el compromiso de compartir los gastos para sostener un pequeño cuerpo central de funcionarios, cuya tarea principal sería identificar, estructurar y poner en marcha proyectos científicos y tecnológicos de los que se harían cargo los países miembros. Los proyectos podrían comprender tareas de investigación, adaptación tecnológica, negociación con proveedores de tecnología, programas de capacitación y otras actividades vinculadas al logro de la autodeterminación tecnológica. No todos los países tendrían que participar en cada proyecto, aunque sería de desear que cada país tomase parte en por lo menos uno durante un período razonable. La asociación se podría establecer por medio de un acuerdo multilateral amplio con la participación de todos los países miembros, y cada proyecto individual se pondría en práctica mediante un acuerdo multilateral específico suscrito por los países interesados en él.

El cuerpo central de funcionarios consultaría con las instituciones pertinentes de los países miembros con el objeto de determinar las prioridades para la identificación y estructuración de los proyectos de investigación. Este cuerpo central estaría compuesto por un pequeño grupo de profesionales altamente calificados, designados por un período fijo (por ejemplo, cinco años) y recibiría ayuda de consultores que trabajasen por períodos cortos. El equipo central no tendría como actividad principal la investigación directa, aunque sus miembros podrían participar en algún proyecto específico. El financiamiento del cuerpo central se aseguraría mediante las contribuciones de los países miembros y, posiblemente, mediante fondos de organizaciones internacionales y entidades donantes. De este modo

do en una reunión de expertos en Nueva York en abril de 1976 y ratificado en la reunión de Jefes de Estado de Sri Lanka en agosto de 1976.

no significaría un drenaje importante de divisas para los países miembros. Es claro que el equipo central se asentaría en un país del Tercer Mundo. Una junta supervisora elegida por los países miembros vigilaría el cumplimiento de las funciones del equipo central.

Los proyectos específicos podrían llevarse a cabo en forma descentralizada en algunas instituciones seleccionadas de los países miembros. Los proyectos serían temporales y serían dirigidos por una comisión coordinadora integrada por un representante de cada país participante. Si resultase necesario, también podría haber un coordinador ejecutivo del proyecto, que respondería ante la comisión. De esta manera no se crearía una estructura organizativa permanente alrededor de cada proyecto. En un momento determinado habría varios proyectos específicos en camino, otros en su período de gestación e incluso otros ya terminados. Las características organizativas dependerían de la naturaleza y la amplitud de los problemas que habrían de resolverse, ya que algunos exigirían la existencia de un laboratorio central, en tanto que otros podrían manejarse de manera totalmente descentralizada. En este sentido debería mantenerse amplia flexibilidad.

Un marco como el descrito para la cooperación dentro del Tercer Mundo en la búsqueda de la autodeterminación tecnológica conduciría a un proceso de identificación de intereses comunes, de organización de actividades específicas de cooperación y de utilización de los resultados de acuerdo con los intereses y objetivos de cada país en particular. Generaría un proceso de creación, supresión y reestructuración de vínculos, de acuerdo con las necesidades y capacidades cambiantes, a fin de alcanzar la autodeterminación en materia de tecnología. A menos que los países subdesarrollados emprendan en el corto plazo acciones concretas —organizando un marco de cooperación como el que aquí se

propone, o poniendo en práctica cualquier otra forma de esquemas de colaboración— la autodeterminación en materia de tecnología seguirá siendo una ilusión para la casi totalidad del Tercer Mundo.

El texto de este volumen se ofrece en caracteres Caledonia de 10 pts. con 2 pts. de interlínea. Las notas de pie de página en 8 pts. con 1 p. de interlínea. Los títulos de capítulo en Garamond cursivos de 18 pts. y los subtítulos en Aster negros de 8 pts. Los cuadros en Aster de 7 pts. La caja mide 21 x 40 picas. El papel empleado es Bulky de 70 grms. La cartulina de la carátula es Campcote de 240 grms. Concluyó su impresión el 30 de mayo de 1977 en los talleres de *INDUSTRIALgráfica* s. a., Chavín 45, Lima 5.

La brecha científica y tecnológica existente entre el mundo desarrollado y el subdesarrollado tiende a incrementarse cada día más. ¿Es posible planificar el desarrollo de la ciencia y la tecnología con miras al desarrollo nacional autónomo? Es la interrogante central a la que el presente libro busca responder.

FRANCISCO R. SAGASTI, ingeniero peruano, experto en planificación, administración y problemas del desarrollo, ha sido asesor del BID, la OEA y la Junta del Acuerdo de Cartagena. Actualmente dirige un programa de investigación sobre desarrollo científico y tecnológico en el Tercer Mundo, auspiciado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá y es Vicepresidente del Directorio del Instituto Tecnológico Industrial (ITINTEC) del Perú.