

EL TRIMESTRE

cefe

ECONOMICO

ciencia, tecnología y
desarrollo
latinoamericano

ensayos de

francisco r. sagasti

42

LECTURAS

42

Ciencia, tecnología y desarrollo latinoamericano

ENSAYOS DE
FRANCISCO R. SAGASTI

EL TRIMESTRE



ECONÓMICO

FONDO DE CULTURA ECONÓMICA
MÉXICO

Primera edición, 1981

El Centro de Investigación del Desarrollo Internacional (el Centro), establecido como organismo público por Decreto del Parlamento del Canadá y con oficinas centrales en la ciudad de Ottawa, provincia de Ontario, Canadá, ha autorizado esta traducción al español en cooperación con el autor y con el Fondo de Cultura Económica. El Centro conserva los derechos de propiedad de esta obra.

El Centro de Investigación del Desarrollo Internacional no se hace responsable de cualquier error u omisión que se observen en esta edición.

D. R. © 1981, FONDO DE CULTURA ECONÓMICA
Av. de la Universidad 975, México 12, D. F.

ISBN 968-16-0855-0

Impreso en México

LECTURAS

Serie dirigida por Óscar Soberón M.

42

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO
LATINOAMERICANO

INTRODUCCIÓN

EL PENSAMIENTO sobre ciencia, tecnología y desarrollo que prevaleció durante los años cincuenta y sesenta presentaba una visión optimista y algo simplista de las complejas interrelaciones entre la ciencia moderna, la tecnología basada en descubrimientos científicos y los procesos de desarrollo y subdesarrollo. El siguiente planteamiento es representativo de las ideas de este periodo :

Es cierto que la ciencia y la tecnología modernas han ampliado la brecha entre países ricos y pobres, pero esto se debe a que los países avanzados han estado en una mejor situación para hacer uso de ellas. Enroladas de una manera más amplia al servicio de los países en desarrollo, la ciencia y la tecnología pueden ayudar a reducir tal brecha ; en particular ellas proporcionan atajos hacia las metas del desarrollo y pueden evitar a los nuevos países algo del lento proceso de prueba y error a través del cual los países avanzados tuvieron que pasar. Los países en vías de desarrollo pueden sacar provecho de la tasa de cambio tecnológico desde la segunda Guerra Mundial, que ha sido más rápida que nunca en la historia.¹

Esta perspectiva ha sido cuestionada recientemente como resultado de nuevas ideas en la teoría del desarrollo, de evidencia empírica sobre el efecto de la ciencia y la tecnología modernas en el Tercer Mundo, y de la experiencia frustrante de dos decenios de políticas científicas y tecnológicas con escasos resultados.

Nuevas teorías han desafiado la concepción lineal y secuencial asociada con la idea de "cerrar la brecha" entre países ricos y pobres, y han hecho hincapié en la interdependencia estructural de los fenómenos del desarrollo y el subdesarrollo. Se ha encontrado que la ciencia y la tecnología modernas

¹ *Science and Technology for Development: World of Opportunity*, Nueva York, Naciones Unidas, 1963, vol. 1, p. 185. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología para el beneficio de las áreas menos desarrolladas, Ginebra, 1963.

están estrechamente vinculadas al surgimiento de una injusta distribución internacional del trabajo entre los países altamente industrializados y los países subdesarrollados, y que en vez de proporcionar atajos hacia las metas de desarrollo han contribuido a acentuar las diferencias entre ellos. La aceleración del ritmo de cambio técnico después de la segunda Guerra Mundial ha proporcionado a las naciones industrializadas nuevos medios para mantener su dominación sobre el Tercer Mundo, y se hace difícil para los países subdesarrollados aprovechar los nuevos avances tecnológicos, particularmente si la autonomía y la autodeterminación se postulan como características deseadas del proceso de desarrollo.

El decenio de los setentas fue testigo de una transición en nuestra comprensión del papel de la ciencia y la tecnología en el proceso de desarrollo, y de las condiciones en las cuales su contribución potencial puede hacerse efectiva. En cierta medida, los documentos nacionales, regionales y aquellos elaborados por la Secretaría de las Naciones Unidas durante el proceso preparatorio de la Conferencia Mundial sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, realizada en Viena en agosto de 1979, dan testimonio de la forma en que las ideas evolucionaron y de la manera en que fueron adoptadas, al menos en el nivel de las declaraciones, por la comunidad internacional.²

Los ensayos reunidos en el presente volumen pueden considerarse un producto de este decenio de transición, y se insertan en el marco de la corriente latinoamericana de pensamiento sobre este tema. Fueron escritos entre 1972 y 1979, y reflejan la preocupación central de encuadrar el desarrollo científico y tecnológico en un marco social, económico, cultural y político. Si bien se nutren de la experiencia latinoamericana, discusiones sostenidas en África, Asia y el Medio Oriente han demostrado que los principales temas y problemas identificados en los ensayos, así como los lineamientos generales de política propuestos, trascienden el ámbito estrictamente latinoamericano y son pertinentes para una variedad de contextos de subdesarrollo.

² *Science and Technology and the Concept of Development*, United Nations Conference on Science and Technology for Development, Viena, agosto de 1979, A/CONF. 81/4.

Los ensayos reunidos en este volumen son producto de un esfuerzo de reflexión, así como de una variada experiencia como investigador, coordinador de trabajos de investigación, asesor de organismos internacionales, formulador de políticas, negociador en representación de los países en desarrollo, asesor de funcionarios y agencias de gobierno, y consultor de entidades privadas. El hilo que une a estas diversas experiencias y al esfuerzo de reflexión es el interés en la "investigación orientada hacia la acción", en la cual se asume el doble compromiso de generar conocimientos y dar apoyo a los responsables de políticas y decisiones.

El tema central desarrollado a través de los ensayos es la idea que la ciencia y la tecnología están estrechamente relacionadas con los fenómenos del desarrollo y el subdesarrollo, una idea derivada en gran medida de los enfoques estructuralistas que han caracterizado el pensamiento económico latinoamericano durante los últimos treinta años. La generación y el control de la tecnología moderna basada en descubrimientos científicos se está convirtiendo de manera creciente en el principal instrumento a través del cual unos pocos países altamente industrializados ejercen su dominación sobre el Tercer Mundo, particularmente en la medida que este último se fortalece y empieza a aumentar su control sobre los medios a través de los cuales los países industrializados ejercían su dominio en el pasado, tales como la explotación directa de recursos naturales, el establecimiento y la administración de empresas industriales, y la provisión de financiamiento.

Un segundo tema común a los ensayos es la necesidad de la intervención estatal para movilizar a la ciencia y la tecnología para el desarrollo. Esto conlleva un rechazo de la idea de que las fuerzas de mercado por sí solas conducirán al desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en los países del Tercer Mundo, e introduce el tema de la política y la planificación científica y tecnológica. La organización de la intervención estatal requiere la toma de conciencia de la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo autónomo; un compromiso político con el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica endógena, y el uso de una variedad de instrumentos de política gubernamental, in-

cluyendo aquellos dirigidos explícitamente al desarrollo de la ciencia y la tecnología, y aquellos que afectan a otras políticas pero que tienen importantes consecuencias de orden científico-tecnológico.

Un tercer tema, en el cual abundan los ensayos reunidos en este volumen, es que la diversidad de condiciones de subdesarrollo impiden plantear modelos universales para el avance científico y tecnológico que puedan ser aplicados rígidamente a toda situación. Lo que puede hacerse con legitimidad es postular algunos principios generales, abstraídos de la experiencia y la reflexión, que deberán ser reinterpretados en cada contexto específico de subdesarrollo. En este proceso de abstraer y reinterpretar principios generales, la investigación orientada a la acción y a la formulación de políticas desempeña un papel muy importante.

El imperativo de la cooperación científica y tecnológica entre países del Tercer Mundo es un cuarto tema recurrente en los ensayos, y se postula como una de las condiciones necesarias para que éstos puedan hacer frente a las presiones científicas y tecnológicas de los países altamente industrializados. Otro tema común subyacente es la necesidad de adoptar una perspectiva histórica que permita tomar en cuenta la dinámica temporal de la evolución de la ciencia y la tecnología en los países subdesarrollados y proyectarla hacia el futuro.

Por último, los conceptos planteados en este volumen convergen hacia la necesidad de proponer una interpretación de los fenómenos del desarrollo y el subdesarrollo en términos que incluyan a la ciencia y la tecnología como una de las principales variables explicativas. En esta dirección apunta el último ensayo, en el que se resumen algunas ideas que seguiré explorando en trabajos futuros.

Las personas a quienes debo agradecer su ayuda y apoyo durante la preparación de los ensayos reunidos en el presente volumen son demasiado numerosas para nombrarlas. A riesgo de dejar a muchos amigos de lado mencionaré a algunos con quienes he tenido la oportunidad de conversar sobre estos temas en numerosas ocasiones: Jorge Sábato, Ignacy Sachs, Amílcar Herrera, Geoffrey Oldham, Miguel Wionczek, Francisco Miró-Quesada, Mauricio Guerrero, Víctor Urquidi

y Máximo Halty, este último fallecido prematuramente. También quiero dejar constancia del estimulante ambiente intelectual que me proporcionaron mis colegas y colaboradores en el Proyecto STPI durante varios años.

Lima, marzo de 1980

FRANCISCO R. SAGASTI *

* Ingeniero Industrial, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú (1945). Doctor en Ciencias Sociales y Análisis de Sistemas, Universidad de Pennsylvania (1972). Funcionario y asesor del BID, la OEA y el Pacto Andino entre 1969 y 1973. Vicepresidente del Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y Normas Técnicas (IITINTEC) del Perú entre 1972 y 1976. Coordinador del Proyecto STPI sobre instrumentos de política científica y tecnológica en el Tercer Mundo entre 1973 y 1976. Funcionario del Centro Interj nacional de Investigaciones para el Desarrollo. Coautor de *El desarrollo científico y tecnológico de la América Latina*, Buenos Aires, BID/INTAL, 1974; autor de *Tecnología, planificación y desarrollo autónomo*, Lima, Instituto de Estudios Peruanos, 1977, y de más de 50 artículos publicados en revistas científicas.

Primera Parte

UN MARCO CONCEPTUAL SOBRE CIENCIA,
TECNOLOGÍA Y DESARROLLO

1. REFLEXIONES SOBRE LA ENDOGENEIZACIÓN DE LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA EN PAÍSES SUBDESARROLLADOS *

Nam et ipsa scientia potestas est.
F. BACON

I. INTRODUCCIÓN

A TRAVÉS de la historia de la humanidad, y en particular durante los últimos cinco siglos, ha sido posible observar una evolución en la forma de apreciar los fenómenos naturales y sociales. La perspectiva dominante desde la cual el hombre ha examinado y explicado el mundo en que vive pasó de la magia a la religión y posteriormente a la ciencia, si bien esta evolución no ha sido lineal y completa, de manera que aún se encuentran rezagos de magia y religión coexistiendo con la perspectiva científica. En este proceso evolutivo la contribución principal de Occidente ha sido el empleo de la razón —y específicamente el método científico que de ella se deriva— para contrastar esquemas mentales con la evidencia de los sentidos, construyendo así en forma acumulativa un tejido de conocimientos cuya trama son las concepciones abstractas y cuya urdimbre son las observaciones empíricas.

En la actualidad la actividad científica, considerada como un proceso organizado, acumulativo y autocorrectivo de generación de conocimientos, desempeña el papel principal en el avance de las actividades productivas y sociales, a un punto tal que se la puede considerar como el eje motor del crecimiento en los países que han sido denominados “desarrollados”. Vivimos en una época que puede caracterizarse como la era del predominio de la tecnología basada en los descubrimientos científicos.

En el ámbito de las relaciones internacionales esto se refleja en el hecho de que los países desarrollados tengan en la actualidad el control de la tecnología moderna. Además, por lo general poseen un excedente de alimentos y disponen de capitales, los cuales intercambian con los países subdesarrollados por recursos naturales y energía. En situaciones excepcionales estos últi-

* Estos apuntes tienen carácter preliminar y resumen brevemente algunas ideas para la formulación de una estrategia de desarrollo que incorpore plenamente la actividad científico-tecnológica. Constituyen un avance de las hipótesis de trabajo que el autor está desarrollando para una investigación más amplia. Los puntos de vista son del autor y no comprometen al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Este artículo fue publicado en *Interciencia*, vol. 2, núm. 4, julio-agosto, 1977.

mos cuentan con alimentos suficientes o con capitales, pero como ha sido demostrado en múltiples oportunidades (y recientemente con posterioridad al aumento de los precios del petróleo en 1973-1974, que produjo una transferencia masiva de recursos financieros a los miembros de la OPEP), los países desarrollados son los únicos que poseen el acervo científico-tecnológico que en última instancia inclina la balanza en su favor. Hagamos notar, además, que el excedente de alimentos en estos países se debe casi exclusivamente a la aplicación de tecnologías basadas en descubrimientos científicos (fertilizantes, pesticidas, equipos mecánicos), y que la disponibilidad de capital con que cuentan se debe al uso de técnicas de alta productividad que permiten un proceso de acumulación que supera las necesidades de reposición de capital. En esta forma, las técnicas de producción desarrolladas a partir de los descubrimientos científicos han estado y están en la actualidad en la base de un orden internacional que divide a los países en desarrollados y subdesarrollados.

Para los propósitos de estos apuntes, distinguiremos dos tipos de países: aquellos en los cuales la evolución de la actividad científica condujo directamente a adelantos en las técnicas de producción y aquellos en los cuales la actividad generadora de conocimientos no llegó a concretarse en tecnologías que puedan ser incorporadas directamente a las actividades productivas. Llamaremos a los primeros *países con un acervo científico-tecnológico endógeno* y a los segundos, *países con un acervo científico-tecnológico exógeno*, haciendo notar que la división corresponde en grandes rasgos a aquella que se hace entre países desarrollados y subdesarrollados.

II. PAÍSES CON UN ACERVO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO ENDÓGENO

Ya sea como resultado de un proceso acumulativo interno (Europa Occidental), o como resultado de una implantación que luego echó raíces propias (los Estados Unidos, el Japón), en estas regiones se vincularon en forma orgánica los procesos de generación sistemática de conocimientos y los procesos productivos a través del desarrollo de técnicas de producción basadas en los descubrimientos científicos. Esto permitió transformar conocimientos en productos sin que mediara la necesidad de recurrir al exterior, excepto para el proceso normal de contraste y verificación de avances que caracteriza a la actividad científica.

Un examen de la emergencia de esta base científico-tecnológica endógena en Occidente debe abarcar la evolución de las ideas que dieron origen a la ciencia, la evolución de las técnicas productivas y la fusión de ambas corrientes evolutivas.

Considerando en forma somera la evolución del pensamiento occidental a través de la historia es necesario iniciar el recorrido

en el mundo helénico. Desde los filósofos presocráticos que empezaron a formarse por primera vez una idea abstracta del mundo que los rodeaba, pasando por Platón, quien creó el concepto de idea, y por Aristóteles, quien formalizó la lógica y el concepto de método, en Grecia se desarrolló por primera vez la capacidad de construir y relacionar concepciones abstractas partiendo de la realidad. Durante la Edad Media no se añadieron elementos novedosos a los avances griegos, lo cual estuvo relacionado con la visión prevaleciente de cierto orden divino impuesto a la humanidad y con el predominio de disquisiciones dogmáticas. Sin embargo, la influencia que el mundo árabe tendría sobre Europa hacia fines de la Edad Media ayudó en el desarrollo de esquemas para la manipulación de conceptos y símbolos (por ejemplo, el álgebra) y propició un retorno al examen de fenómenos naturales (considérense las preocupaciones de los alquimistas).

Durante el Renacimiento se produjo un rescate de la actividad manual que permitiría iniciar el pleno contraste entre concepciones abstractas y fenómenos físicos. Los filósofos empezaron a preocuparse por las máquinas, las observaciones estelares ayudaron a la navegación, y la reivindicación del trabajo manual, desdeñado desde la época de los griegos y durante la Edad Media, llegó a su apogeo con los grandes artistas como Da Vinci. Posteriormente, las contribuciones de Copérnico y Galileo sobre el orden celestial ayudaron al triunfo de la razón sobre el dogma y constituyeron un hito en la transición de la religión a la ciencia como sistema para explicar los fenómenos que rodean al ser humano. Por último, la contribución de Newton, que llevó al concepto de un universo previsible y controlable a través de su entendimiento, dio un vuelco radical a la forma de concebir el mundo, dándole sentido al planteamiento baconiano de que el hombre puede dominar la naturaleza entendiéndola y sin hacerle violencia.

Considerando ahora las técnicas de producción, durante la Edad Media y el Renacimiento tuvo lugar una evolución acumulativa de la actividad artesanal, la que gradualmente se convirtió en actividad manufacturera para luego, en el siglo XVII, iniciar su transformación hacia la actividad industrial propiamente dicha. El hito que marca esa transición fue el uso de máquinas para fabricar máquinas, lo que Marx llamó la "emergencia de la gran industria". Este proceso significó el paso de una era politécnica de respuestas tecnológicas locales variadas y generalmente en armonía con el medio ambiente (aunque hubiera excepciones tales como la contaminación ambiental causada por el uso del carbón en Londres en los siglos XIII y XIV), hacia una era monotécnica en la que se reduce la variedad de respuestas y predomina una tecnología de producción específica para cada tipo de actividad, la cual emergió en forma paulatina y fue rem-

plazando a las otras, con base en su mayor eficiencia (véanse los trabajos de Mumford, 1972).

La fusión de ambas corrientes —la evolución del pensamiento y la evolución de la tecnología— constituyó lo que se ha dado en llamar la *revolución científico-tecnológica*. Esta revolución fue un proceso complejo y lleno de sinuosidades en donde la ciencia por una parte y la técnica productiva por la otra interactuaron vigorosamente y se condicionaron mutuamente. Este proceso duró alrededor de 200 años a partir de mediados del siglo XVII y ha suscitado fuertes debates sobre la contribución relativa de ambas corrientes (véanse los trabajos de Musson, 1972; Landes, 1969, y Bernal, 1971, entre otros). A grandes rasgos parece evidente que en una primera etapa los artesanos y los fabricantes contribuyeron más al desarrollo de la ciencia (sobre todo en su aspecto experimental a través de la construcción de instrumentos y equipos) que los científicos a las actividades productivas de artesanos e industriales. Sin embargo, al final del periodo mencionado los descubrimientos en mecánica, óptica, termodinámica y otras áreas del conocimiento estaban contribuyendo tanto o más al desarrollo de las técnicas de producción que éstas al desarrollo de la ciencia.

La transición definitiva que marca el predominio de la actividad científica sobre la evolución paulatina y autónoma de la tecnología de producción, a partir de la segunda mitad del siglo XIX, fue la aparición de las primeras industrias basadas en descubrimientos científicos: la industria eléctrica y la industria química. Desde entonces la contribución de la actividad científica al desarrollo de técnicas de producción ha ido creciendo en forma más acelerada.

Esta fusión se realizó en medio de grandes desajustes sociales, concurrentemente con la emergencia del capitalismo como modo de producción dominante y con la generalización de la economía de mercado, tanto en el ámbito europeo como en el internacional (véanse sobre el tema los trabajos de Karl Polanyi, 1969). No es necesario reproducir el debate sobre si el avance científico-técnico contribuyó al desarrollo del capitalismo o si el capitalismo permitió el desarrollo acelerado de la actividad científico-técnica. Lo importante es que ambos fenómenos estuvieron íntimamente ligados y que son privativos del desarrollo de Occidente.

Es necesario señalar que esta fusión y los desajustes sociales asociados con ella se produjeron al mismo tiempo que se descartaban técnicas de producción de menor eficiencia relativa, conforme los criterios economicistas prevalecientes en aquel tiempo. El proceso de reducción de variedad de respuestas tecnológicas que se vino observando desde el final de la Edad Media se aceleró en forma vertiginosa, a punto tal que en muchos casos se quebró en su totalidad el desarrollo acumulativo de tec-

nologías tradicionales, las cuales desaparecen de la escena. De paso observaremos que en los países industrializados recientemente se está intentando rescatar esta variedad tecnológica perdida, buscando reivindicar el pasado politécnico.

Es bastante conocida la evolución posterior de las interacciones entre ciencia, tecnología y producción en los países con acervo científico-tecnológico endógeno. La aceleración del ritmo del avance técnico en los últimos 80 años ha sido documentada ampliamente y sólo señalaremos algunos hitos tales como el remplazo del investigador individual por los laboratorios organizados (lo que Sábato, 1972, llama la aparición de las fábricas de tecnología), el cual se inicia hacia 1890 y se ha generalizado en la actualidad; el uso incipiente de tecnologías bélicas basadas en descubrimientos científicos durante la primera Guerra Mundial (recordemos el gas mostaza), y la difusión de conocimientos y valores tecnológicos que trajo el perfeccionamiento del motor de combustión interna y la masificación de la producción de automóviles. El periodo entre las dos guerras mundiales fue testigo de los grandes avances en la física que culminarían con el desarrollo de la bomba atómica, así como de la expansión de la producción de materiales sintéticos como resultado de la investigación química. Por último, el periodo de la segunda Guerra Mundial y la época de la posguerra pueden ser caracterizados como la era de la explosión científica, en la cual los avances en electrónica, biología, química, cibernética y en muchos otros campos entronizaron a la actividad científica como principal fuente de técnicas de producción. En los países de acervo científico-tecnológico endógeno todo esto fue acompañado por un aumento en la masa crítica mínima de recursos necesarios para hacer ciencia y por una expansión sin precedentes en la magnitud del esfuerzo científico tecnológico, al punto que Machlup (1962) estima que hacia 1960 más de un tercio de la población económicamente activa de los Estados Unidos estaba vinculada de una manera u otra a la "industria de conocimientos" (investigación, enseñanza, información, etcétera).

En retrospectiva, los últimos 400 años han visto surgir en los países de acervo científico-tecnológico endógeno la profesión de generar conocimientos en forma organizada y acumulativa, y han sido testigos del paso de la ciencia practicada por individuos a la practicada por una incipiente "colectividad de científicos" y a la que lleva a cabo una verdadera "comunidad científica" en la actualidad. Esta comunidad adquirió legitimidad no sólo por las explicaciones cada vez más coherentes que daba a los fenómenos naturales, y en menor medida a los sociales, sino principalmente porque demostró su utilidad para el desarrollo de técnicas de producción, utilidad que fuera vislumbrada por Bacon hace cuatro siglos, cuando planteaba que el conocimiento en sí era la verdadera base del poder. Cabe añadir que la comunidad cien-

tífica no ha permanecido inmóvil y ubicada en un solo lugar a través del tiempo. Ben-David (1972) ha señalado el desplazamiento del centro de gravedad de la actividad científica desde Italia a los Países Bajos, a Inglaterra, a Francia, a Alemania y posteriormente a los Estados Unidos, sin que se pierda continuidad.

Quizá la característica más importante de todo este proceso, lo que Kuznets (1971) llamó "una innovación que hace época", fue el descubrimiento y el perfeccionamiento de la *metodología de la invención* que, construyendo sobre las bases puestas inicialmente por los griegos, permitió trascender las limitaciones de los materiales y los procedimientos que resultaron del lento y paulatino proceso de evolución tecnológica. Una vez traspuesta esta barrera las posibilidades que se abrieron fueron enormes y sólo están limitadas por el avance de los conocimientos.

Sin embargo, debemos desvanecer la ilusión de que este proceso se produjo en forma consciente, ordenada y planificada. Más bien tuvo lugar de manera espontánea, abarcando un amplio campo de áreas, duplicando esfuerzos, con muchas salidas falsas y mostrando una serie de contradicciones. Sin embargo, el carácter autocorrectivo de la ciencia permitió enmendar rumbos dentro de las líneas de trabajo determinadas por la conjunción de los intereses de los científicos y de los intereses del Estado o de quienes contaban con recursos para solventar la actividad científica. Incidentalmente mencionaremos que es respondiendo a estos intereses que en la actualidad más de la mitad de los recursos destinados a ciencia y tecnología a nivel mundial se dedican a perfeccionar tecnologías bélicas para destruir a la humanidad.

Un último aspecto digno de destacar que acompañó la simbiosis de la actividad científica con la actividad productiva fue la difusión, a través de la sociedad, de los valores y los modos de pensar asociados con la revolución científico-tecnológica. La idea de que es posible entender, predecir y controlar los fenómenos que nos rodean y de que el hombre puede vencer las limitaciones impuestas por la naturaleza, ha tenido gran influencia sobre el desarrollo de los países con acervo científico-tecnológico endógeno, a diferencia de aquellos en los cuales los conceptos y los valores tradicionales, vinculados a perspectivas mágicas o religiosas, han impedido al hombre hacer uso pleno de sus facultades y potencialidades.

III. PAÍSES CON UN ACERVO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO EXÓGENO

En contraste con los países de la Europa Occidental y otros como los Estados Unidos y el Japón, la mayoría de los países que se

denominan subdesarrollados no llegaron a establecer una base de tecnologías productivas derivadas de descubrimientos científicos propios. No se produjo una vinculación entre la evolución de las actividades destinadas a generar conocimientos y la evolución de las técnicas de producción, permaneciendo cada una de estas esferas aislada de la otra.

Examinando la difusión de la ciencia occidental a los países con acervo científico-tecnológico exógeno, es posible observar que se trata de un proceso irregular y que conlleva una aceptación parcial de resultados, sin tener plena conciencia del proceso acumulativo que les dio origen. La práctica de la ciencia en estos países fue, aun en mayor medida que en los países de acervo científico-tecnológico endógeno, una actividad de las *élites* o de pioneros aislados que carecían de vinculación orgánica con el medio que los rodeaba, al menos en cuanto a su actividad científica se refería. Su esfuerzo tenía un inherente desfase en el tiempo, ya que las fronteras del conocimiento estaban siendo exploradas en otras partes del mundo y que ellos recibían informaciones sobre avances y descubrimientos con inevitables retrasos.

Es así como la actividad científica no llega a echar raíces en la mayoría de estos países sino hasta los primeros decenios del siglo xx, y aun en estas circunstancias adquiere un carácter fragmentario, reflejo e imitativo, desvinculado de la esfera productiva. En algunos casos, tales como la India en el siglo xix, la potencia colonial excluyó deliberadamente a los posibles científicos locales de las investigaciones realizadas por los colonizadores, lo cual impidió el desarrollo de una base científico-tecnológica propia con carácter acumulativo. La ciencia fue orientada principalmente hacia los centros mundiales generadores de conocimientos, y la preocupación por actividades científicas locales se dio en la medida en que era necesario conocer mejor el medio, para permitir una mejor explotación de sus recursos, o en la medida en que la curiosidad y la posibilidad de contribuir al avance mundial de conocimientos motivaran a los científicos a concentrar su atención en problemas específicos de la región.

La naturaleza de las actividades productivas estuvo condicionada, en primer lugar, por los intereses de las potencias coloniales y, luego de producida la independencia en algunas regiones (particularmente en la América Latina), por la forma en que sus economías fueron incorporadas a la división internacional del trabajo que acompañó a la expansión del sistema capitalista. Por esta razón las actividades productivas en estos países fueron orientadas hacia la extracción de recursos naturales, que eran de utilidad para los colonizadores, o hacia la generación de un excedente que luego era transferido al exterior.

Las técnicas de producción que se utilizaron fueron casi en su totalidad importadas, en forma tal que la base tecnológica que

se implantó era ajena al medio en que se desarrollaban las actividades productivas. A medida que la estructura de producción implantada, que consistía principalmente en actividades extractivas y luego manufactureras, fue adquiriendo una mayor importancia relativa en la economía local, esta base tecnológica injertada fue expandiéndose cada vez más. Como resultado se adquirió una capa superficial de conocimientos técnicos desconectada de la realidad física y social y que dependía del exterior para su mantenimiento y renovación.

Con referencia a la base tecnológica tradicional, es posible indicar que luego de un breve lapso de aculturación al inicio del periodo colonial, durante el cual los colonizadores aprendieron a valerse de un medio ambiente que les era extraño, se eliminó o se marginó la tradición tecnológica autóctona no occidental que había venido desarrollándose en forma paulatina y acumulativa a través del tiempo (por un proceso similar al observado en la Edad Media en Europa), y que no servía directamente a los intereses de los colonizadores y posteriormente de los capitalistas. Algunas de estas actividades tradicionales se mantuvieron en la medida que proporcionaban medios de subsistencia a quienes estaban dedicados a las actividades productivas implantadas. Este proceso de eliminación fue particularmente drástico en aquellas regiones que habían logrado un avance considerable independientemente de Occidente (por ejemplo el mundo andino), y sus consecuencias sociales fueron desastrosas.

El remplazo de las actividades productivas tradicionales motivó una reducción en la variedad de respuestas tecnológicas autóctonas desarrolladas a través del tiempo, originando la desaparición total de muchas de ellas. Dado que en estas regiones no se produjo el contrapunto entre técnicas tradicionales y técnicas basadas en conocimientos científicos, que llevó al perfeccionamiento de estas últimas en Europa, sino que las nuevas técnicas se implantaban una vez perfeccionadas en alto grado, la desaparición de las técnicas tradicionales tuvo un carácter más radical aún que en Europa. El paso de lo que Mumford (1972) llamó la "era politécnica" a la "era monotécnica" fue particularmente violento en los países con acervo científico-tecnológico exógeno.

Estos tres componentes —la actividad científica generadora de conocimientos, la base tecnológica relacionada con actividades productivas implantadas y la base tecnológica autóctona o tradicional— no han tenido casi ninguna vinculación en los países con acervo científico-tecnológico exógeno. La evolución (involución en el caso de la base tecnológica tradicional) de estos tres componentes ha tenido lugar en forma aislada y no se ha llegado a producir la fusión entre la actividad científica y la base tecnológica de producción que caracterizó a los países de acervo científico-tecnológico endógeno. Más aún, la eliminación de la base tecnológica tradicional que tuvo lugar en estos últimos se

produjo de una manera más gradual y con menos desajustes sociales en comparación con los países de acervo científico-tecnológico exógeno.

IV. HACIA UNA ESTRATEGIA DE DESARROLLO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO

Aceptando como hipótesis de trabajo que la división entre países desarrollados y subdesarrollados corresponde a la diferenciación propuesta entre los países con acervo científico-tecnológico endógeno y aquellos con acervo científico-tecnológico exógeno, puede apreciarse que uno de los problemas centrales en la elaboración de una estrategia de desarrollo autónomo consiste en vincular la actividad científica generadora de conocimientos con la base tecnológica de las actividades productivas, tanto modernas como tradicionales.

Desde este punto de vista sólo se podrá lograr un desarrollo autónomo¹ en la medida que se adquiera una capacidad científico-tecnológica propia, es decir se endogeneice el proceso de generar tecnologías de producción basadas en descubrimientos científicos. Advertimos que no se trata de reproducir miméticamente la experiencia de los países que cuentan en la actualidad con un acervo científico-tecnológico endógeno. Esto no es posible ni deseable, ya que el transitar por la misma senda que han seguido estos países acarrearía los mismos problemas que hoy se observan en ellos y demostraría que no somos capaces de aprender nada de la historia. Por el contrario, se trata de endogeneizar la revolución científico-tecnológica en forma selectiva y gradual, escogiendo conscientemente las áreas y los campos de actividad en que puede realizarse este proceso en forma exitosa.

Por otra parte, y a diferencia de lo que ha sucedido con los países que poseen un acervo científico-tecnológico endógeno en la actualidad, no debe descartarse la tradición tecnológica autóctona. Esta tradición, que en los casos en que no ha sido eliminada totalmente permanece dormida y disminuida, debe ser rescatada e integrada plenamente con el desarrollo de la actividad científica y con la evolución de las técnicas productivas modernas. Aclaremos que esto no implica un retorno indiscriminado al pasado tecnológico, ni una valoración ilusoria de toda técnica tradicional de producción.

Resumiendo: al centro de una estrategia de desarrollo autónomo se encuentra la fusión de la corriente generadora de conocimientos científicos con la evolución de la base tecnológica de producción moderna y con el rescate sistemático y discriminado de la base tecnológica tradicional. Estos tres componentes deben

¹ Que no debe confundirse con un desarrollo autárquico. Sobre el tema véase el libro del autor *Tecnología, planificación y desarrollo autónomo*, Lima, Instituto de Estudios Peruanos, 1977.

integrarse alrededor de campos problema de importancia crítica para el desarrollo del país, lo cual llevaría a un remplazo progresivo de la base tecnológica exógena, admitiendo que se trata de un proceso lento y viable sólo en el largo plazo. La identificación de un conjunto inicial y de una secuencia de áreas problema en donde pueda producirse esta fusión, se torna así en uno de los principales problemas por resolver.

En forma adicional, al vincular la actividad científica con la base tecnológica de producción moderna y con el rescate de la tecnología tradicional (tal como lo ha sugerido Herrera, 1974), es necesario crear las condiciones propicias para la coexistencia armónica de las actividades productivas modernas y las tradicionales y entre sus respectivas bases tecnológicas, lo cual implica revisar y reformular conceptos económicos tales como obsolescencia y eficiencia (en este sentido la experiencia de la República Popular China puede aportar valiosos elementos de juicio).

Dada la magnitud del esfuerzo requerido para poner en práctica la estrategia de desarrollo científico-tecnológico sugerida en estos apuntes, es claro que su viabilidad está condicionada por la identificación de campos problema en las que se pueda producir la fusión de las tres corrientes mencionadas en los párrafos precedentes. La experiencia de los países con un acervo científico-tecnológico endógeno es de poca utilidad en este sentido, ya que en ellos el proceso tuvo un carácter errático, fue lento e implicó el desperdicio de recursos. Un análisis de la experiencia de estos países puede señalar errores que deben evitarse.

Como aproximación inicial propondremos cinco criterios para identificar los campos problema en las cuales concentrar esfuerzos. El primer criterio se deriva de la *necesidad de contar con una masa crítica mínima* para llevar a cabo actividades científicas relacionadas con el campo problema bajo estudio. Esta masa crítica debe ser examinada desde los puntos de vista cuantitativo, cualitativo y de interfase. Considerando el aspecto cuantitativo se trata de asegurar la disponibilidad de recursos humanos, físicos y financieros por encima de la escala mínima necesaria para generar conocimientos científicos de interés directo para el campo problema en cuestión. Desde el punto de vista cualitativo se trata, además de contar con el mínimo necesario, de que los recursos disponibles posean las características que los hagan idóneos para la actividad elegida (niveles de calificación en recursos humanos, características de los equipos, etcétera). Desde el punto de vista de interfase, se trata de contar con una base cualitativa y cuantitativa de recursos no sólo en el campo científico de interés inmediato para el problema bajo estudio, sino además en aquellos campos aledaños que interactúan fuertemente con aquel que constituye el eje principal, ya que en la actualidad los avances científicos se producen con gran frecuencia por la fusión de conocimientos generados en campos contiguos.

El segundo criterio se deriva del hecho de que los *campos problema en donde promover la fusión de avances científicos con las bases tecnológicas tradicional y moderna deben ser específicos del país*, en el sentido que se tome en cuenta el contexto histórico-social y la disponibilidad de recursos que le son particulares. La identificación de campos problema debe ser específica también en el sentido de derivarse de, y estar concretamente vinculada al, estilo de desarrollo que se elija y elabore.

La posibilidad de que *la fusión de las tres corrientes analizadas acarree efectos de propagación y difusión* sería el tercer criterio para identificar campos problema. Se trata de asegurar al máximo posible que el proceso de integración de la actividad científica con las bases tecnológicas moderna y tradicional tenga un efecto multiplicador, tanto en lo referente a posibilitar la fusión de las tres corrientes en otros campos problema, como en lo referente a difundir a través de la sociedad los valores y los puntos de vista asociados con la endogeneización del acervo científico tecnológico.

El cuarto criterio a tomar en cuenta para identificar campos problema, sería la *posibilidad de ejercer un liderazgo mundial* en ellos, en tal forma que el país se convierta en un centro de actividad científica reconocido internacionalmente. Esto se lograría mediante la concentración de esfuerzos en esferas que presenten oportunidades favorables, y permitiría equilibrar eventualmente el intercambio de conocimientos científicos y de tecnologías con otros países.

El último criterio llevaría a elegir campos problema *en función de la posibilidad de obtener resultados en un plazo razonable*, expresados en términos de producir y utilizar tecnologías basadas en descubrimientos científicos y en vincular la actividad científica con la base tecnológica tradicional. Más aún, la fusión de las tres corrientes en un campo problema determinado debe servir como punto de partida para realizar el proceso de integración en otros campos, generando así una secuencia con carácter acumulativo que facilite la endogeneización del acervo científico-tecnológico.

Es obvio que la estrategia delineada en estas notas debería complementarse con el desarrollo de una capacidad propia para la importación de tecnología, ya que pasará mucho tiempo antes que el proceso de endogeneización adquiera proporciones significativas. Esto implica mejorar la capacidad negociadora, mantenerse al tanto de los descubrimientos científicos en otras partes del mundo y de las tecnologías que se derivan de ellos, y mejorar la capacidad de absorción de tecnología por parte del sector productivo.

V. COMENTARIOS FINALES

El propósito de estos apuntes ha sido contrastar la situación de

los países en los cuales se desarrollaron tecnologías de producción basadas en los avances de la ciencia, con la de aquellos en que la simbiosis entre ciencia y producción no tuvo lugar. Esta diferenciación coincide con la división de países en desarrollados y subdesarrollados respectivamente, y el examen de ambas experiencias históricas motiva a reflexionar sobre la forma en que los países subdesarrollados podrían internalizar los procesos asociados con la revolución científico-tecnológica y sus efectos.

El breve examen de la forma en que se unieron los avances en la ciencia con la evolución de las técnicas productivas en Occidente muestra que se trata de un proceso de larga maduración. Las limitaciones de recursos y el estrecho margen de maniobra inherentes a la condición de país subdesarrollado hacen que la internalización de la revolución científico-tecnológica sea una tarea difícil e improbable.

Sin embargo, la historia nos enseña que contar con un acervo científico-tecnológico endógeno es condición necesaria para satisfacer las necesidades mínimas de la población en forma autónoma y permitir el pleno desarrollo de las potencialidades humanas, cualquiera que sea el estilo o modelo de desarrollo elegido. Por esta razón, la endogeneización de la revolución científico-tecnológica es una tarea que debe iniciarse sin dilación en los países subdesarrollados, aun considerando lo lento del proceso y las dificultades implicadas.

REFERENCIAS

- Ben-David, Joseph (1972), *The Scientist's Role in Society*, Nueva York, Prentice Hall.
- Bernal, J. D. (1971), *Science in History*, Cambridge, Mas., MIT Press.
- Herrera, Amílcar (1974), *Scientific and Traditional Technologies in Developing Countries*, (mimeo.), Universidad de Sussex.
- Kuznets, Simon (1971), *Population, Capital and Growth*, Nueva York, W. W. Norton.
- Landes, David (1969), *The Unbound Prometheus*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Machlup, Fritz (1962), *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*, Princeton University Press.
- Marx, K. (1976), *Capital* (vol. I), Middlesex, Penguin Books.
- Mumford, L. (1972), *The Myth of the Machine*, N. Y., Harcourt Brace.
- Musson, A. E. (comp.) (1972), *Science, Technology and Economic Growth in the XVIII Century*, Cambridge, Cambridge Univ. Press.
- Polanyi, K. (1969), *The Great Transformation*, N. Y., Harper Torchbooks.
- Sábato, Jorge (1972), *Empresas y fábricas de tecnología*. Departamento de Asuntos Científicos, OEA, Washington, D. C.
- Sagasti, F. (1977), *Tecnología, planificación y desarrollo autónomo*, Lima, Instituto de Estudios Peruanos.

2. LA PLANIFICACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LOS PAÍSES SUBDESARROLLADOS *

I. EL CONTEXTO DE LA PLANIFICACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

EN EL sentido más amplio planificar es tomar decisiones por anticipado. Consiste en decidir sobre opciones en situaciones que todavía no han ocurrido pero que se contempla que tendrán lugar, que están interrelacionadas y son interdependientes, y que no se conocen con certidumbre. Las decisiones por anticipado que constituyen el proceso de planificación se refieren a la generación, identificación y evaluación de alternativas. Las decisiones de política pueden diferenciarse de la planificación porque éstas implican el establecimiento de criterios para generar, identificar y escoger entre estas alternativas. Una metodología de planificación se refiere a los procesos seguidos para llegar a los compromisos hechos por adelantado por los planificadores y a la manera en que estos compromisos se traducen en decisiones reales. Un plan consiste en declaraciones que definen las decisiones que se han tomado por anticipado, sus interrelaciones y los criterios empleados para llegar a ellas.¹

La planificación científica y tecnológica 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 la tecnología ha recibido durante los últimos años ha distorsionado en alguna medida la perspectiva desde la cual debe considerarse. La planificación de la ciencia y la tecnología se ha convertido en una especie de espejismo que desaparece tan pronto se encararan las duras realidades políticas y presupuestarias. Por supuesto que hay excepciones a esta 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 realidad.

* Este ensayo se basa en una presentación hecha en la reunión técnica sobre planificación científica y tecnológica del proyecto SIMI que tuvo lugar en Villa de Leyva, Colombia, en mayo de 1975.

¹ 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.

des, 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 socio-económica del país o porque los planificadores de corte tradicional —cuando reciben atención y tienen autoridad— quizá no estén dispuestos a considerar a la ciencia y la tecnología como componentes significativos de la planificación del desarrollo. En el Perú, 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.

La planificación de la ciencia y la tecnología requiere 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 tecnología. 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 que 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 en una forma más orgánica y ligada a los objetivos del desarrollo. Así, los planificadores de la ciencia y la tecnología deben crear y mantener una base de apoyo heterogénea frente a un conjunto de condiciones ambientales adversas.

Estas observaciones tienen como fin 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 influir en el comportamiento del sistema socioeconómico, legitimizará 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.

II. PLANIFICACIÓN ECONÓMICA Y PLANIFICACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Inicialmente es necesario establecer una diferencia entre la planificación de las actividades científicas y tecnológicas y la integración de las consideraciones tecnológicas a los planes de desarrollo económico. Existe un conjunto de lo que podría llamarse "actividades científicas y tecnológicas", que incluye investigación básica, investigación adaptativa, desarrollo, diseño de ingeniería, actividades de apoyo tales como sistemas de información y cursos especiales de capacitación, etcétera. A éstas se dirigen las decisiones por anticipado relativas a la planificación de la ciencia y la tecnología, y que, hablando en términos amplios, se refieren a la generación, la importación y la absorción de conocimientos.

La planificación económica está dirigida a orientar y regular las actividades del sistema productivo y los servicios relacionados con ellas. Con base en una estructura particular de actividades productivas postulada por los planificadores económicos, es posible derivar sus implicaciones tecnológicas, y a su vez, con base en éstas, examinar los tipos de actividades científicas y tecnológicas requeridas. La inclusión de consideraciones tecnológicas en la planificación del desarrollo económico implica tanto la introducción explícita de los aspectos referentes a la 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 que se ejecuten los planes condicionan los patrones de demanda de tecnología.

Asumiendo que el gobierno tome seriamente la planificación, no será suficiente dedicar atención sólo a la planificación de las actividades científicas y tecnológicas; de hacerse esto se perdería el componente esencial del patrón de demanda de dichas actividades. Sea que la planificación económica esté dirigida a definir los tipos de actividades en las que participará el Estado (a través de financiación directa, asignación de créditos, actividades de empresas estatales, etcétera) 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 condicionara una estrategia tecnológica y definiera las necesidades de conocimientos técnicos.

La primera tarea sería 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,

Cuadro 1. Implicaciones tecnológicas derivadas de los planes de desarrollo económico

| <i>Nivel</i> | <i>Plazo</i> | | |
|-------------------------|--|--|---|
| | <i>Largo</i> | <i>Mediano</i> | <i>Corto</i> |
| General | Formulación de estilos científicos y tecnológicos estrechamente relacionados son 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 de 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 efecto 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 por proporcionarse localmente. | Identificación de las empresas e instituciones para realizar actividades relacionadas con el proyecto (diseño de ingeniería, adaptación, construcción). |

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

y así sucesivamente. Una segunda etapa estaría dirigida a la introducción explícita de la tecnología como variable estratégica (al igual que otras variables multidimensionales tales como el empleo y el financiamiento) en la formulación y la ejecución de planes económicos.²

Como un ejemplo ilustrativo, el cuadro 1 presenta 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.

III. ALCANCE GENERAL DE LA PLANIFICACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Estrechamente vinculada a la integración de la ciencia y la tecnología en la planificación del desarrollo se encuentra la cuestión de si la planificación científica y tecnológica debe ser de gran alcance, es decir, si debe intentarse una cobertura total, o si debe limitarse a un ámbito selectivo de "sectores de punta" que, a través de encadenamientos hacia adelante y hacia atrás, impulsen el resto de las actividades de ciencia y tecnología (CYT).

La experiencia favorece la aceptación de un enfoque de amplio alcance sobre todo porque una de las razones para planificar es precisamente la necesidad de alcanzar una visión de conjunto en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Las dependencias gubernamentales especializadas no suelen tener toda la información necesaria acerca de otros sectores, y en algunos casos diferentes secretarías de Estado intervienen en un mismo sector. La planificación científica y tecnológica debe franquear las barreras de las diferentes instituciones, coordinar todos los aspectos y establecer programas que realicen conjuntamente diversas jurisdicciones administrativas. La estructura administrativa del gobierno no se halla dividida en campos que correspondan adecuadamente a las necesidades de la planificación de la ciencia y la tecnología.

Sin embargo, por consideraciones prácticas, en las etapas iniciales del proceso de planificación se pueden centrar los esfuer-

² Véase I. Sachs y K. Vinaver, *Integration of Technology in Development Planning*, informe sometido a la Oficina del Coordinador de Campo, Proyecto STPI, Lima, enero de 1976.

zos en ciertos campos o sectores problemáticos, aunque finalmente sea necesaria una amplia cobertura. Los "programas indicativos" de México son un ejemplo de planificación para sectores específicos y campos problema, así como los "programas especiales" de Colombia y los "programas nacionales" de Argentina. Éstos son organizados por las respectivas entidades encargadas de la política científica y tecnológica, y llevan al cabo actividades de promoción, proveen fondos, reúnen a las personas para definir las actividades y organizar programas de trabajo, etcétera, en temas tales como alimentación, salud, vivienda, recursos marinos, electrónica, etcétera. El ataque concertado contra la bilharziasis que se realizó en Egipto sirve de ejemplo para mostrar la necesidad de planificar en forma integral las actividades científicas y tecnológicas en un campo problema. No se trata simplemente de un problema médico, que se ha de manejar exclusivamente dentro de la disciplina médica o en el sector salud, sino de un problema social bastante complejo que afecta a una tercera parte de la población y que tiene muchas facetas diferentes que deben abordarse en forma coordinada.

La cuestión de la planificación científica y tecnológica por disciplinas se ha tratado con frecuencia y, al parecer, sólo una pequeña parte de las actividades de CYT debe programarse de esta manera, pues de otro modo puede introducirse un sesgo predominantemente académico. Un planificador tiene que tratar con problemas y no con disciplinas, y los comités por disciplinas tienden a convertirse en recolectores de fondos. Sin embargo, esto no debiera impedir la asignación de cierta proporción de los recursos disponibles a la investigación pura en ciencias básicas.

IV. ACTITUDES PARA CON LA PLANIFICACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Las diferentes actitudes de los científicos, ingenieros, planificadores y políticos respecto a la planificación 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 planificación.³

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). Éstos se oponen a cualquier intervención en el manejo de los asuntos científicos como si fuera una violación del derecho de investigar libremente, desconfían de la planificación y prefieren ver la evo-

³ Esta sección elabora algunas ideas propuestas por R. Seidel, *Towards an Andean Common Market for Science and Technology*, Ithaca, Cornell University, 1974.

lución 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 en obtener fondos para 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, aceptando en cambio orientaciones generales; pero consideran que la planificación no es necesaria y que con el tiempo el crecimiento de la actividad científica llevará al desarrollo de una tecnología nacional avanzada.

Los *tecnoeconomistas* consideran la ciencia, y especialmente la tecnología, como medios para acelerar el desarrollo socioeconómico, y la intervención gubernamental como necesaria para promover el crecimiento de las actividades científicas y tecnológicas, y subrayan 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 la ciencia como la tecnología como necesarias, aunque atribuyendo mayor importancia 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 implicados 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 tecnología, determinando, en gran medida, el efecto del ejercicio de 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 vuelve 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. Ésta 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 la ciencia y la 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 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 anátoma para los proponentes del crecimiento, quienes preferirían la importación total de la tecnología a tener que encarar una demora.

V. 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 con 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 influir en 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 complementaría las asignaciones hechas por otras agencias. Los planificadores adquirirían entonces una capacidad administrativa, aunque su efecto estaría condicionado por el monto relativo del fondo especial. En momentos de crisis económica el fondo especial tendería a reducirse conforme las actividades financiadas con base en recursos regulares exigieran más dinero.

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, los créditos, los ingresos netos de las empresas, las ventas, etcétera. Cuando los recursos se obtuvieran mediante contribuciones de las empresas, éstos podrían manejarse centralizadamente o dándoles alguna voz respecto a los programas a ser apoyados. Este enfoque daría a los planificadores de la ciencia y la tecnología más campo de maniobra y ampliaría su base de apoyo.⁴

La solución adoptada para influir en la asignación de recursos podría implicar los dos enfoques mencionados arriba. En verdad 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.

⁴ 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.

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

Hay muchas formas de definir y clasificar las actividades científicas y tecnológicas.⁵ Una que parece ser fructífera porque abarca tanto la planificación de la ciencia y la tecnología como la incorporación de la tecnología a 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 con la tecnología, deberá sumarse una sexta categoría que considere la investigación básica orientada por la curiosidad científica. Dentro de cada categoría se podrán introducir otras subdivisiones (por campo problema, disciplina, sector, tipo de actividad, etcétera) dando origen al espectro general de actividades científicas y tecnológicas por considerarse en el proceso de planificación.

Las decisiones anticipadas contenidas en los planes de ciencia y tecnología usualmente se han referido a la definición de las 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 que debieran ser comprendidos al relacionar la ciencia y la tecnología a los objetivos del desarrollo. Los más importantes entre éstos son las decisiones anticipadas respecto a la estructura institucional para la rea-

⁵ Para una definición de las actividades científicas y tecnológicas adaptada 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*, Departamento de Asuntos Científicos, OEA, 1972, y F. Sagasti y M. Guerrero, *El desarrollo científico y tecnológico de la América Latina*, BID/INTAL, Buenos Aires, 1974.

lización 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 la ciencia y la tecnología debería ampliarse para incorporar consideraciones de este tipo.

VII. 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 de organización. Debido a su naturaleza de participantes 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, campo problema o disciplina en particular, u "horizontales" si cruzan estas divisiones y tratan sobre puntos tales como recursos humanos, información e instrumentos de política.⁶

Las variaciones encontradas entre diferentes ejercicios de planificación resultan de la autoridad y el 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 con la agencia central de planificación puede ser de subordinación, en la que los planificadores de la ciencia y la 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 la ciencia y la 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, aun cuando se les atribuye igual rango a los planificadores de la ciencia y la 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.

⁶ Este enfoque ha sido seguido en la práctica por países tan distintos como el Brasil, la 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.

Dejando de lado los ministerios de defensa (normalmente la planificación de la ciencia y la 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 campos problema especiales (energía, recursos hidráulicos, etcétera), sobre ciencias básicas (usualmente subdivididas por disciplinas), y sobre temas horizontales, tales como los de recursos humanos o de medidas para mejorar la productividad de las organizaciones de investigación. La estructura podría incluir varios cientos de participantes.

Las diferencias entre los 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 y 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 anticipadas a decisiones reales estén incorporados en todas las fases del proceso de planificación.

A los comités se les podrá dar autonomía para definir estrategias, prioridades, asignación de recursos, y aun 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, campo problema, o disciplina de su competencia, bosquejándose esferas de concentración y prioridades generales. Luego de una primera revisión e integración de los programas propuestos, el grupo coordinador pediría a los comités que revisaran sus programas dentro de un marco de niveles máximos y mínimos de recursos disponibles. En esta etapa se formularían proyectos específicos de investigación o se podría invitar a la comunidad científica y tecnológica a que presentara proyectos dentro del marco de los programas generales.⁷

El grado de intervención del grupo central y de los comités en la ejecución del plan dependerá del poder relativo de los planificadores de la ciencia y la tecnología y de los recursos que ten-

⁷ 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.

gan 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 su campo de 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 algunos campos problema o asuntos importantes que requieren una atención prolongada se podrán establecer comités permanentes bajo la égida de los planificadores de la ciencia y la tecnología y las correspondientes oficinas gubernamentales.

VIII. LOS LÍMITES DE LOS MÉTODOS DE PLANIFICACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Existe un número relativamente grande de métodos y procedimientos formales diseñados para ayudar a los planificadores de la ciencia y la 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 solamente unos pocos se han aplicado a situaciones reales.⁸

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 la ciencia y la tecnología.

Además de los defectos inherentes en los métodos de planificación, los planificadores de la ciencia y la 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.

⁸ Véase M. Cetron y J. Goldhar (comps.), *The science of managing organized technology*, Gordon and Breach, Nueva York, 1970; F. Sagasti, *A systems approach to science and technology planning*, Departamento de Asuntos Científicos, OEA, Washington, 1972, y C. Maestre y K. Pavitt, *Analytical methods in Government science policy*, OCDE, París, 1971; W. Mostert ha preparado una bibliografía anotada sobre el tema, la que será publicada próximamente por la Escuela Superior de Administración de Negocios (ESAN) de Lima, Perú.

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, los campos problema presentados por los usuarios, las políticas gubernamentales contenidas en el plan de desarrollo económico, los problemas permanentes que seguirán siendo importantes por largos periodos, los campos resultantes de los problemas sociales y económicos de corto plazo, etcétera. 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 la ciencia y la 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 quizá nunca se desarrollen los conocimientos necesarios para tales proyectos.

La determinación del nivel adecuado de asignación de recursos para un sector, campo problema o disciplina ha sido un escollo permanente para los planificadores. Las asignaciones reales en el caso de las 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.

IX. OBSERVACIONES SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANIFICACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Los esfuerzos de planificación de la ciencia y la tecnología en los países subdesarrollados se están iniciando. Todavía no han sido plenamente legitimizados y encaran la doble oposición de los científicos liberales y 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 de orien-

tar la realización de actividades científicas y tecnológicas que crean necesarias.

Más aún, no existe una amplia experiencia. Los enfoques conceptuales y teóricos son todavía provisionales y fragmentados, y abordan un asunto complejo que no permite generalizaciones fáciles o el uso de modelos analíticos formales. Esto no debe extrañar si se considera que aunque se pueden hacer muchas afirmaciones significativas acerca de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad en los países del Tercer Mundo, éstas aún tienen que ser entreteljadas en una estructura conceptual sólida. Nos queda mucho por aprender en lo que se refiere al manejo de la ciencia y la tecnología como factor en el proceso de desarrollo, así como sobre la planificación de la expansión y el uso de las capacidades científicas y tecnológicas. Como resultado, no existe un cuerpo coherente de conocimientos y prácticas que se pueda llamar "planificación de la ciencia y la tecnología". Por el contrario, hay gran diversidad de enfoques, puntos de vista, experiencias, marcos conceptuales y metodologías que están lejos de constituir un "paradigma".

Una observación bastante obvia, pero de todas maneras importante, es que la naturaleza de la planificación variará según la etapa de desarrollo del país en cuestión. Para los países que han establecido ya una infraestructura de instituciones, recursos y actividades científicas y tecnológicas el problema estriba principalmente en reorientar y utilizar eficazmente las capacidades existentes. Ahí donde no existe esa capacidad, el proceso de planeación adquiere un carácter un tanto diferente y deberá hacer hincapié en la formación de recursos humanos, el establecimiento y el desarrollo de instituciones, la adquisición de instalaciones, la expansión de la educación superior y la creación de mecanismos de política para promover la ciencia y la tecnología. Cuando un país está en una fase muy temprana de desarrollo y las actividades de ciencia y tecnología son incipientes, los requerimientos científicos y tecnológicos pueden ser tan obvios que no habrá necesidad de una planificación demasiado compleja: las prioridades para definir actividades y asignar recursos pueden establecerse fácilmente utilizando el sentido común. El tamaño del país también influye en la naturaleza del proceso de planeación, puesto que países con una infraestructura económica pequeña y con una dotación limitada de recursos humanos calificados pueden estar por debajo del nivel crítico mínimo requerido para desarrollar un sistema científico y tecnológico viable. En este caso los ejercicios complicados de planificación no tendrían sentido a menos que existan convenios de cooperación con países en situación semejante.

Por consiguiente, aunque podamos considerar a los países del Tercer Mundo en conjunto, está claro que hay muchas diferencias entre ellos y que para los países más pequeños y menos des-

arrollados la planificación científica y tecnológica implicaría sobre todo una serie de juicios cualitativos por parte de algunos entendidos, y prácticamente no haría falta ningún "mecanismo" ni "metodología". Para los países de tamaño mediano, en los que existe ya una infraestructura viable, los esfuerzos de planeación de ésta podrían tener un efecto importante, aunque dado el tamaño relativamente pequeño de la comunidad científica y tecnológica podría ser más propio abordar ejercicios de planificación por campos problema, más que intentar desarrollar una planificación científica y tecnológica de gran alcance. Una vez más, si se introduce la dimensión de la cooperación internacional puede cambiar la situación de manera significativa, y las posibilidades de emprender un ejercicio fructífero de planificación de la ciencia y la tecnología se ampliarán considerablemente.

También existen países del Tercer Mundo relativamente grandes que cuentan con la necesaria base material, financiera y de recursos humanos, y con una infraestructura científica y tecnológica bien desarrollada. A este respecto, cabe citar lo que dice Marcel Roche sobre el tipo de países donde la ciencia y la tecnología posiblemente se desarrollen más fácilmente, pues éstos serían los países en donde la planificación sería más importante:

...la ciencia y la tecnología relacionada con ella tienen las mayores posibilidades de florecer, al menos cuantitativamente, en un país joven, subdesarrollado, rico, pero no demasiado rico, que haya decidido dedicar considerables recursos a las actividades científicas; deberá tener una religión muy tolerante, o ninguna religión; al mismo tiempo, deberá respetar la ciencia por sí misma y estar deseoso de obtener las cosas buenas de este mundo que la ciencia y la tecnología han hecho disponibles; deberá tener una industria independiente, incluida la industria bélica; deberá estar bajo la influencia de una educación que fomente actitudes críticas, independencia y creatividad; deberá ser económicamente independiente y tener un mercado grande para sus productos...⁹

Estas condiciones existen en pocos países del Tercer Mundo, y sólo en ellos la planificación científica y tecnológica puede ejercer un papel importante y convertirse en una actividad bien establecida. Más aún, aunque la planificación de la ciencia y la tecnología pueda evolucionar independientemente de la del desarrollo económico, la existencia de una "tradicón planificadora" en el país puede facilitar los esfuerzos de la planificación científica y tecnológica para adquirir legitimidad. Sin embargo, debemos advertir que la existencia de una tecnoburocracia de la planificación económica, generalmente bien protegida, puede ser

⁹ M. Roche, "Factors Governing the Scientific and Technological Development of a Country, *Scientia*, vol. CXI, 1976, p. 83.

un obstáculo para la aceptación de la planificación de la ciencia y la tecnología, ya que los planificadores económicos pueden resistirse a los intentos de introducir consideraciones tecnológicas en los procesos de planificación del desarrollo.

Se puede resumir el estado de la planificación de la CYT en la siguiente forma: primero, los métodos analíticos formales han avanzado más allá de la práctica real, aunque les falta aún la coherencia y la solidez que emanan de un marco teórico y conceptual bien establecido y de los contrastes de los métodos formales con la práctica. Segundo, existen varios casos en los cuales se ha planificado el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas, y las similitudes de estructuras organizativas y enfoques empleados con este fin indican que puede ser posible —en un futuro próximo— desarrollar procedimientos generalmente aceptables para este aspecto del proceso de la planificación científica y tecnológica. Tercero, existen sólo unos cuantos casos en los que consideraciones de orden científico y tecnológico se han integrado con éxito en el proceso de planificación del desarrollo económico, y este es un campo que necesita más investigación y examen. Finalmente, la falta de un marco teórico y conceptual bien organizado que vincule orgánicamente la ciencia, la tecnología y los procesos de desarrollo constituye un obstáculo que deberá superarse antes de lograr un tratamiento más satisfactorio de los problemas de la ciencia y la tecnología en el proceso de planificación del desarrollo.

3. HACIA UN NUEVO ENFOQUE PARA LA PLANIFICACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA *

I. LAS CATEGORÍAS DE DECISIONES COMPRENDIDAS EN LA PLANIFICACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

CONSIDERANDO que las decisiones por anticipado son los componentes básicos 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.
- Las decisiones respecto a la infraestructura institucional del sistema.
- Las decisiones sobre el alcance y la 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 estableciera simultáneamente la combinación de actividades, la estructura institucional y la asignación de recursos que optimizara el rendimiento del sistema, acercán-

* 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, núm. 13, y en la revista *Social Sciences Information*, vol. 12, 1973, núm. 2, pp. 67-95.

dolo 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 elaborar procedimientos iterativos de planificación mediante los cuales se tomaría cada categoría de decisión, definiendo para cada una de ellas un plan provisional que se reavisaría una vez tomadas las decisiones por anticipado en las otras esferas.

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

Las distintas características de las categorías de decisión indicadas hacen necesario desarrollar diferentes puntos de vista, formas de pensar, métodos y modelos que se adecuen en cada una de ellas. No puede esperarse que los conceptos, los procedimientos y los 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 la 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 éstos 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.

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

Cuadro 1. Características de la

| | <i>Estilística</i> | <i>Contextual</i> |
|-------------------------------------|---|---|
| <i>Factores condicionantes</i> | Sistema de valores y preferencias (limitaciones estilísticas) | Limitaciones de contexto Interdependencia con otros sistemas |
| <i>Esferas de importancia</i> | Futuras alternativas Imagen deseada Clarificación de valores | Convergencia de políticas y planes |
| <i>Tipo de proceso</i> | Exploratorio Consultivo De iteración múltiple | De coordinación De negociación |
| <i>Procedimientos implicados</i> | Establecer normas ideales Proponer direcciones generales Establecer diálogo con grupos de interés | Explicitar políticas implícitas pertinentes Resolver contradicciones Utilizar instrumentos indirectos para implementar planes y políticas |
| <i>Organización responsable</i> | Entidad planificadora y grupos interesados | Entidad planificadora y entidades de otros sistemas |
| <i>Horizonte temporal dominante</i> | Largo plazo | Mediano plazo |

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 1 muestra las principales características de los cinco tipos de actividades de planificación. Para cada uno de ellos se especifican los factores condicionantes, los campos de importancia, el tipo de proceso, los procedimientos implicados, la organización responsable de su ejecución y el horizonte temporal dominante.

II. 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.

categoría de planificación

| <i>Institucional</i> | <i>De actividades</i> | <i>De recursos</i> |
|---|---|---|
| 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 |
| Estructura organizacional apropiada (canales y agrupamientos) | Campos de concentración de actividades Evaluación del rendimiento pasado | Asignación de recursos |
| De estructuración (establecimiento de la trama organizacional) | De diagnóstico De fijación de metas De equilibrio De aprendizaje | De asignación y distribución Experimental |
| Construir y renovar instituciones Definir patrones de rendimiento Establecer reglas de comportamiento | Establecer objetivos Definir orientación Fijar procedimientos operacionales | Adquirir y distribuir recursos Establecer prioridades para la asignación de recursos Definir objetivos y metas específicas Generar una base de información |
| Entidad planificadora y otras organizaciones del sistema | Entidad planificadora y otras organizaciones del sistema | Entidad planificadora y otras organizaciones del sistema |
| Mediano plazo | Mediano plazo | Corto plazo |

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 participan.

Al comentar el análisis que hace Crozier de la planificación económica francesa, Trist¹ destaca que el proceso de aprendizaje que tiene lugar en el curso de la preparación de un plan reviste importancia mucho mayor que el plan en sí. Carroll² 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

¹ Eric Trist, *The Relation of Welfare and Development in the Transition to Post-Industrialism*, Los Angeles, Western Management Science Institute, University of California, 1968.

² James D. Carroll, "Participatory Technology", *Science*, vol. 171, febrero de 1971, pp. 647-653.

lo tanto, la tarea principal radica en establecer mecanismos de participación y diálogos 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 Ackoff³ 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 Ozbekhan.⁴

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 complementan 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 logra 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 1873,⁵ que pone la tónica en los beneficios de liberar la imaginación de las cuestiones de factibilidad, a fin

³ R. L. Ackoff, *A Concept of Corporate Planning*, Nueva York, John Wiley and Sons, Inc., 1970.

⁴ Hasan Ozbekhan, "Toward a General Theory of Planning", Jantsch (comp.), *Perspectives of Planning*, OCDE, París, 1969.

⁵ P. A. Kropotkin, *Selected Writings of Anarchism and Revolution*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1970.

de descubrir estructuras latentes de valores y preferencias. En otro sentido, tanto Ackoff⁶ como Ozbekhan⁷ 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 consideraciones 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 sea 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 desempeñar 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 sus posibilidades de desarrollo, y mediante los pronósticos tecnológicos que indican la factibilidad 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" o "voluntarismo" y Gross⁸ muestra que se trata de una característica común en la planificación de muchos países subdesarrollados "en los

⁶ R. L. Ackoff, *op. cit.*

⁷ H. Ozbekhan, *op. cit.*

⁸ Bertram Gross, "Planning the Improbable", Gross (comp.), *Action under Planning*, Nueva York, McGraw-Hill, 1967.

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 la 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 éste un ejercicio a largo plazo tendrá un efecto condicionante sobre los otros tipos de planificación.

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.

III. 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 hace hincapié en la convergencia de las políticas y los 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 comportamiento 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 desarrollo,⁹ propone una diferenciación del medio ambiente de un sistema u organización en medio ambiente operativo y medio ambiente contextual:

Es necesario distinguir entre el medio ambiente inmediato, operativo y el medio ambiente más remoto, contextual. El medio ambiente operativo consiste en 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 consciente 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 operativo, 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 deben preverse 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, etcétera.

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. En 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 educa-

⁹ E. Trist, *Appraising Administrative Capabilities for Development*, Naciones Unidas, Nueva York, 1969.

cional, 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 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 de negociación. Una vez expuestas las contradicciones, quienes establecen las políticas y formulan los planes deberán elegir entre opciones en forma abierta y con plena conciencia de los conflictos de valores implicados.

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 e 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 operativo y al contextual, condiciona las decisiones a tomarse por anticipado, pero no las determina en forma preponderante.

IV. 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. Insiste en el establecimiento de canales y grupos de instituciones, por medio de un proceso de estructuración que defina la trama organizacional del sistema. Este tipo de actividad de planificación comprende la creación y la renovación de instituciones, el establecimiento de reglas de comportamiento, y la definición de los crite-

rios 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 esencial para su desarrollo. El ex director general de la UNESCO, René Maheu,¹⁰ al dirigirse a los países asiáticos, señaló la importancia de la red de instituciones:

Las naciones científicamente más avanzadas tienen clara conciencia de que los beneficios sociales y económicos de la investigación orientada o aplicada dependen de la existencia y eficiencia de lo que se conoce como "red operativa" 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 asignaciones de recursos. La escasa preocupación por los problemas de orden institucional, tanto en el campo de la ciencia y la 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 Whyte¹¹ 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. Pero aun 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

¹⁰ René Maheu, *National Science Policies in Countries of South and Southeast Asia*, UNESCO, París, 1965, cap. 3.

¹¹ William F. Whyte, "Innovation or Imitation: Reflections on the Institutional Development of Peru", *Administrative Science Quarterly*, vol. 13, núm. 3, 1968, pp. 370-385.

investigación). Más aún, las condiciones sociales e históricas particulares pueden ofrecer oportunidades para desarrollar nuevos patrones institucionales más adecuados a las condiciones locales existentes.

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 la América Latina, no ha existido una demanda efectiva para los conocimientos y los 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 periodo 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 el de 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 con los cambios que se producen en el sistema o en su medio ambiente. Esto llevará 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 adaptación y las normas mínimas que el diseño institucional debe satisfacer.¹²

¹² Véase el capítulo 7 de F. Sagasti, *Towards a Methodology for Planning Science and Technology in Underdeveloped Countries*, Tesis Doctoral, Universidad de Pensilvania, 1972.

V. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

La planificación de actividades versa sobre las decisiones referentes al alcance y la naturaleza de las tareas por realizar. 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 los campos de acción y se evalúa el rendimiento en el pasado como pauta complementaria para definir dichas prioridades. Para esto se requiere diagnosticar la situación existente, fijar metas y buscar el equilibrio entre ambas.

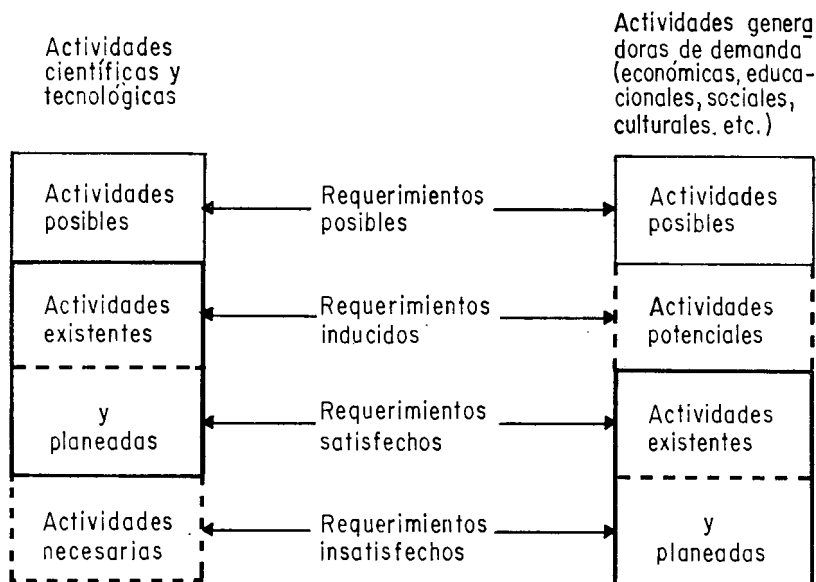
Los objetivos de la planificación de actividades son proporcionar prioridades y orientación general al sistema científico y tecnológico, así como proponer medidas para la regulación del flujo de conocimientos provenientes del exterior. La metodología debería especificar el tipo de actividades prioritarias y los campos 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 los campos en los que sería necesario adquirir conocimientos de fuentes extranjeras y definir las tareas complementarias que permitirían 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 campos en los que ya tiene cierta capacidad o puede adquirirla a corto plazo, en los 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 los campos en los 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 mucha importancia hacer una selección de los ámbitos científico-tecnológicos que presentan mayores 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 aquellos campos en los 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.

Para determinar los campos y las prioridades en ciencia y tecnología se sigue generalmente el método de requerimientos y posibilidades,¹³ consiste en comparar el potencial científico y tecnológico con los requerimientos del sistema económico, educacional, etcétera. 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 remplazaría 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 gráfica 1).

GRÁFICA 1. *Diferentes tipos de requerimientos*



Comenzando por las actividades generadoras de demanda (económicas, sociales, culturales, etcétera), se tienen las actividades *existentes y planeadas* que generan una demanda de ciencia y tecnología, que puede ser *satisfecha* o *insatisfecha* según se lle-

¹³ 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.

ven a cabo las actividades científicas y tecnológicas pertinentes. Los requerimientos 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 campos problema 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. Éstas 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 algunos campos 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 campos 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.

VI. 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 superior. 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 esferas. Además, es posible organizar reuniones y conferencias, con 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 campos en la planificación de recursos humanos sobre los 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 asignación de recursos financieros seguiría procedimientos diferentes según 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 pueden llevar al cabo directamente actividades de investigación y desarrollo, el problema es generar y seleccionar los proyectos per-

tinentes. 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 los 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 llevadas al cabo dentro de un marco experimental.

También se deben incluir medidas para racionalizar la utilización de los recursos físicos, que se refieren a 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 implicadas 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 este campo el empleo de modelos matemáticos. Sin embargo, en la etapa de desarrollo científico y tecnológico en que se encuentra en la actualidad la mayor parte de los países subdesarrollados difícilmente puede llegarse a este nivel.

En otro trabajo¹⁴ hemos explorado con 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 puedan 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 por desarrollar, los esquemas institucionales, los campos de concentración para investigación y desarrollo, etcétera. Esta descripción debería complementarse con lineamientos generales sobre la estrategia a seguir para alcanzar el ideal,

¹⁴ F. Sagasti, *Towards a methodology for planning science and technology in underdeveloped countries*, tesis doctoral, Universidad de Pennsylvania, 1972.

- basados en un diagnóstico previo de la situación existente y de sus posibilidades de desarrollo (planificación estilística).
- Propuestas de coordinación de las políticas y planes en materia de ciencia y tecnología con otras políticas del país (económicas, educacionales, sociales, etcétera), indicando cómo debería modificarse la estructura de interrelaciones para resolver las contradicciones resultantes de 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).

4. LINEAMIENTOS PARA UNA POLÍTICA TECNOLÓGICA *

I. 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 la América Latina ha sido el confundir estos dos campos, en forma tal que los conceptos, ideas y criterios que se refieren a la política científica han sido extendidos para cubrir la política tecnológica y viceversa, aun cuando ambas —en la etapa actual de desarrollo en la mayoría de los países de la América Latina— son de naturaleza distinta y requieren enfoques diferentes. El cuadro 1 muestra cómo difieren en lo referente a objetivos, actividades cubiertas, apropiación de los resultados obtenidos, criterios de referencia para la evaluación y la ejecución de actividades, posibilidad de planificar las actividades y horizonte temporal dominante.

Esta diferenciación es necesaria para la mayoría de los países de la América Latina, que cuentan con un mínimo de infraestructura en ciencia y tecnología. Para los países desarrollados, particularmente en las industrias de avanzada, la ciencia y la tecnología se encuentran prácticamente integradas y se requiere 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 productivas.¹ Hay pocas posibilidades de apropiarse inmediatamente

* 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, con el título "Lineamientos para elaborar políticas de ciencia y tecnología en Latinoamérica".

¹ 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.

Cuadro 1. Diferencias entre la política científica y la política tecnológica a nivel nacional

| | <i>Política científica</i> | <i>Política tecnológica</i> |
|--|--|--|
| 1. <i>Objetivos</i> | <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 con el 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. <i>Tipo principal de actividades cubiertas</i> | 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. <i>Apropiación de los resultados de las actividades cubiertas</i> | Los resultados (en la forma de conocimiento básico y potencialmente utilizable) se apropian diseminándolos ampliamente. La publicación es la manera | Los resultados (en la forma de conocimientos listos para utilizarse) permanecen principalmente en manos de los que generaron. Las patentes, el <i>know-</i> |

| | | |
|--|--|---|
| | de asegurar la propiedad. | <i>how</i> confidencial y los conocimientos detentados por profesionales aseguran la apropiación de resultados. |
| 4. <i>Criterios de referencia para la realización de actividades</i> | 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. <i>Alcance de las actividades</i> | Universal, las actividades y resultados tienen validez general. | Localizado (empresa, sucursal, sector o nivel nacional). Las actividades y los resultados tienen validez en un contexto específico. |
| 6. <i>Posibilidades de planificación</i> | Sólo se pueden programar amplios campos 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 las secuencias se pueden programar más estrictamente. Por lo general se requiere muy poco conocimiento nuevo y lo que está implicado es el uso sistemático de conocimientos existentes. Hay menor incertidumbre asociada. |
| 7. <i>Horizonte de tiempo dominante</i> | Mediano y largo plazo. | Corto y mediano plazo. |

te con fines económicos de 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 por realizar (proyectos de investigación) se derivan principalmente de la dinámica interna de la actividad científica y tienen poco que ver con las necesidades concretas del sistema 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 satisfacerla).

Las actividades cubiertas por el concepto de *política tecnológica* tienen como objetivo principal la generación y la adquisición de la tecnología por utilizar en procesos productivos y sociales, así como el desarrollo de una capacidad de decisión autónoma en materia de tecnología. Aquí se incluyen 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 produzcan 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 hincapié 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.

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. Mas la necesidad de establecer esta diferencia no es compartida todavía unánimemente. Por ejemplo, en una reunión organizada en Colombia en 1975 como parte del proyecto STPI, en la que estaban presentes planificadores y responsables de políticas de ciencia y tecnología de más de diez países en desarrollo, varios participantes pensaban que no era buena estrategia separar la política

y la planificación tecnológica.² En su opinión esto tendería a dejar a la ciencia aislada, sin aquilatar su posible utilidad, y también rompería la "cadena de innovación". Aducían que como la tecnología moderna comprende la aplicación de la ciencia y existe una interacción estrecha entre estos dos conjuntos de actividades, no es posible distinguir claramente entre ellos y deberían tratarse juntos. En mi opinión esta situación se da sólo en los países altamente industrializados y en algunos sectores especiales de unos pocos países del Tercer Mundo, y carece de sentido considerar que son la regla general en este momento. Desde luego, uno de los objetivos de la planeación de la CYT es precisamente cambiar esta situación, llevando al desarrollo de una base científica y tecnológica endógena, pero es necesario empezar por una evaluación realista de la situación, tal como está en este momento en la mayoría de los países del Tercer Mundo.

II. LÍNEAS DE ACCIÓN PARA LA POLÍTICA TECNOLÓGICA

Cuatro grandes líneas de acción pueden ser identificadas para la formulación y la 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 2 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, etcétera, es uno de los principales compradores de bienes y servicios en los países de la América Latina. Esta capacidad de compra puede orientarse hacia el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica mediante la adquisición directa de servicios de investigación y desarrollo para producir nuevas tecnologías, y la compra de servi-

² Véase F. Sagasti y A. Araoz, *Science and Technology for Development: Planning in the STPI Countries*, Ottawa, International Development Research Centre, 1979.

Cuadro 2. Campos de acción de la política tecnológica, objetivos, instrumentos y actividades de apoyo

| <i>Campos de acción</i> | <i>Objetivos</i> | <i>Principales instrumentos de política</i> | <i>Sistema de información</i> | <i>Programa de entrenamiento y capacitación</i> |
|---|--|--|---|--|
| 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, etcétera). 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, etcétera). | 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 mejorándolos en forma continua (tanto en el caso de la tecnología importada como en el de la local). | 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 que incorporará en los procesos productivos la empresa. Disposiciones para asegurar que las empresas realicen actividades científicas y tecnológicas (incentivos, normas legales, financiamiento, etcétera). Apoyar e informar sobre tecnología a los usuarios en las empresas. Desarrollo de la capacidad de ingeniería de diseño y consultoría. | Organización de sistemas de información técnica y extensión industrial para las empresas, abarcando conocimientos tecnológicos disponibles a nivel nacional en empresas consultoras, y vinculándolas con sistemas de información a nivel internacional. | Capacitación de profesionales en las empresas para realizar actividades científicas y tecnológicas y preparación de técnicos para asesorar a las empresas. |

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.

D. Producción de tecnología.

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).

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 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.

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 remplazar servicios importados.

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, etcétera.

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.

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.

cios 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. En esta forma se puede crear una demanda efectiva que permita a los organismos implicados 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 puede 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, etcétera, tanto en el ámbito nacional como en el subregional y el regional. En efecto, el financiamiento de proyectos de inversión en los campos mencionados es quizás 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 la 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 la 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, y con incentivos y otras disposiciones similares, en 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 los 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 adecuen 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 hay un proceso de aprendizaje y que no se vuelvan 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, y 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, etcétera), 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 los "periféricos". El componente modular de la tecnología es aquel inherente al, y específico del, proceso bajo estudio, que lo distingue de otros procesos o productos similares y que puede tomar la forma de equipos (reactor especial), materiales (catalizador), procedimientos (manuales de operación), diseños (especificación de un circuito), etcétera. El componente periférico por lo general es común a diferentes procesos o productos (instalaciones eléctricas, sistemas de flujo de líquidos, etcétera) y se encuentra disponible en forma relativamente más libre que el componente modular. Es de notar que las definiciones de tecnología modular y tecnología periférica tienen sentido sólo en función de un proyecto específico, y que lo que es modular en un proyecto puede convertirse en periférico en otro.³

³ Sobre el tema de desagregación véanse Charles Cooper y F. Sercovich, *The channels and Mechanisms for the Transfer of Technology from Develo-*

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, empresas consultoras, etcétera), 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 las 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,⁴ que obliguen a dedicar cierto porcentaje de las utilidades brutas de las empresas a la investigación tecnológica.

El desarrollo de una capacidad de ingeniería de diseño y consultoría es quizás el instrumento de política adecuada 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, etcétera, que requieren 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, relacionán-

ped 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.

⁴ Véanse *Lineamientos de política para el Instituto de Investigaciones Tecnológicas Industriales*, ITINTEC, Lima, Perú, 1974, y la *Ley General de Industrias*, D. L. 18350, 1970.

dola 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 la 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 aun 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 los productos que se encuentran en la etapa de experimentación. En 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 con base en un mayor dominio de la tecnología importada y un análisis detallado de sus componentes. El análisis y la 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 con base en 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 de 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. Con base en la ayuda proporcionada por expertos de determinado país podrían definirse especificaciones técnicas para un proyecto, de suerte que se reduzca drásticamente la gama de proveedores de tecnología que debe considerarse.

En cuarto lugar se tienen las acciones encaminadas a *eleva la capacidad de producción de tecnología en campos prioritarios*. Esta producción de conocimientos debe estar estrechamente vinculada con los planes de desarrollo y 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 campo

problema en consideración, sería la unidad básica para organizar actividades de producción de tecnología.⁵ En igual sentido operarían la generalización de prácticas contractuales para canalizar el apoyo estatal a la investigación y el establecimiento de nuevas fuentes de financiamiento. 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 la 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, etcétera) o la creación de nuevas instituciones. Por otro lado se tiene el otorgamiento de incentivos (crediticios, tributarios, administrativos, etcétera) 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 la 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 una solución técnica.

El cuadro 2 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 la puesta en práctica de una política para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Lo mismo se aplica a 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

⁵ Sobre este tema véanse 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.

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 la América Latina en particular es muy complejo y requiere todavía mayor análisis y estudio.⁶

⁶ Véase F. Sagasti, *Ciencia y tecnología para el desarrollo: Informe comparativo del proyecto STPI*, Bogotá, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 1978. Durante 1973-1978 se llevó a cabo un proyecto de investigación sobre instrumentos de política científica y tecnológica en países del Tercer Mundo (Proyecto STPI). Colaboraron diez países de Asia, África, la América Latina y el Mediterráneo.

5. AUTODETERMINACIÓN TECNOLÓGICA Y COOPERACIÓN EN EL TERCER MUNDO *

I. 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 Cardettini¹ rastrea sus orígenes hasta el 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, el Perú, la 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 los campos específicos 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:

* Este capítulo reproduce un artículo publicado en *Comercio Exterior*, México, julio de 1976; *Estudios Internacionales*, vol. 9, 1976, núm. 33, pp. 47-61, e *Indian Horizons*, vol. XXV, 1976, pp. 13-28.

¹ O. Cardettini, *Technological dependence/self-reliance: an introductory statement*, Proyecto STPI, Oficina del Coordinador de Campo, Lima, Perú, julio de 1976.

1. *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 para el desarrollo de la capacidad científica y tecnológica.² En este caso no 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.

2. *Como la capacidad de generar en forma independiente los elementos críticos del conocimiento técnico que son necesarios para obtener un producto o un 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, etcétera). 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.

3. *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 autodeterminación 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 viera 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

² Véase, por ejemplo, J. Sábato, *Ciencia, tecnología, desarrollo y dependencia*, Editorial Mensaje, Tucumán, Argentina, 1971.

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 campo 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 esferas seleccionadas y directamente vinculadas con la estrategia de desarrollo. En este caso debe disponerse no sólo de los cuadros y de la información sino también de los medios reales de producción (capacidad de ingeniería y de dirección, equipos y maquinaria, materias primas, etcétera) 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, en-

tendiendo 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 naturales.³

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 otros campos 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 tecnológica.⁴

II. LOS CAMBIOS EN EL ORDEN INTERNACIONAL Y SUS CONSECUENCIAS EN LA AUTODETERMINACIÓN TECNOLÓGICA

El surgimiento del subdesarrollo como fenómeno histórico ha sido caracterizado por Furtado⁵ 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 como 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

³ Para el caso del 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.

⁴ Para interpretaciones de la autodeterminación en un contexto más amplio, véanse la *Declaración de Cocoyoc*, PNUMA-UNCTAD, octubre de 1974, *Comercio Exterior*, México, enero de 1975, pp. 20-24; *Qué Hacer*, informe de la Fundación Dag Hammarskjöld, Upsala, junio de 1975, y el informe final de simposio Pugwash sobre *Self-reliance and alternative development strategies*, Dar-es-Salaam, junio de 1975.

⁵ Celso Furtado, *Obstacles to development in Latin America*, Anchor Books, Nueva York, 1970.

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 financieros,⁶ 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 relaciones 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 [cursivas nuestras].

⁶ Véase M. C. Tavares, *Da substituição de importações ao capitalismo financeiro*, Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1972.

Los planteamientos del secretario de Estado norteamericano en la séptima Asamblea extraordinaria de las Naciones Unidas (septiembre 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 [cursivas nuestras].

Ambas declaraciones constituyen un indicio de la preminencia 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 complementos.⁷

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 autodeterminación tecnológica de cada país. Esta situación exige el establecimiento de una estrategia global para la autodeterminación tecnológica, definiendo los campos 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.

⁷ 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.

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 estas limitaciones no tienen por qué interferir en 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.

III. LA DISTRIBUCIÓN DEL ESFUERZO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO Y SU EFECTO EN LA AUTODETERMINACIÓN

En la segunda mitad del 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 sesenta 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 las 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, Herrera⁸ 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 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 la tecnología y de 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

⁸ A. Herrera, *Ciencia y política en la América Latina, Siglo XXI* Editores, México, 1971.

negociación en la adquisición de tecnología, conducen *al imperativo de la cooperación científica y tecnológica entre los 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 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 dedicarse 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 países desarrollados.

IV. 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 autodeterminación tecnológica, la tarea siguiente es identificar los campos adecuados para la colaboración, lograr compromisos políticos y determinar programas específicos. Algunos de los campos en los cuales pueden instituirse estos programas son:

- i) 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.
- ii) 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, etcé-

- tera). En este caso la cooperación internacional no es absolutamente necesaria, pero tiene una serie de beneficios que la hacen muy aconsejable.
- iii) Campos de actividad que requieren 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.
 - iv) 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, etcétera. En este caso, la existencia de un problema común plantea la posibilidad de integrar los esfuerzos dedicados a las actividades científicas y tecnológicas.
 - v) 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, etcétera, 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 desarrollados.⁹ 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 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 cien-

⁹ Véase F. Sagasti, "Integración económica y política tecnológica, el caso del Pacto Andino", *Comercio Exterior*, México, enero de 1975, y en *Revista de la Integración*, Buenos Aires, núm. 18, enero-marzo de 1975.

cia 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.

Otro campo 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 efecto 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 comunicaciones y transportes sin evaluar sus efectos indirectos; se promueven el transporte interregional 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, aun 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 y 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 comunidades 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 extender 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.

V. 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 desarrollo.¹⁰ 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 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.

¹⁰ Estos temas se examinan con más detalle en F. Sagasti y M. Guerrero, *El desarrollo científico y tecnológico de la América Latina*, BID/INTAL, Buenos Aires, 1974.

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 varios campos. 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 mundo.¹¹ La participación 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 tomara parte en por lo menos uno durante un periodo 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 objeto de determinar las prioridades para la identificación y la estructuración de los proyectos de investigación. Este cuerpo central estaría compuesto por un pequeño grupo de profesionales altamente

¹¹ 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 fue desarrollado 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.

calificados, designados por un periodo fijo (por ejemplo, cinco años) y recibiría ayuda de consultores que trabajasen por periodos 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 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 periodo de gestación e incluso otros ya terminados. Las características de organización 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 los 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.

6. UNA APROXIMACIÓN A LA INVESTIGACIÓN SOBRE POLÍTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

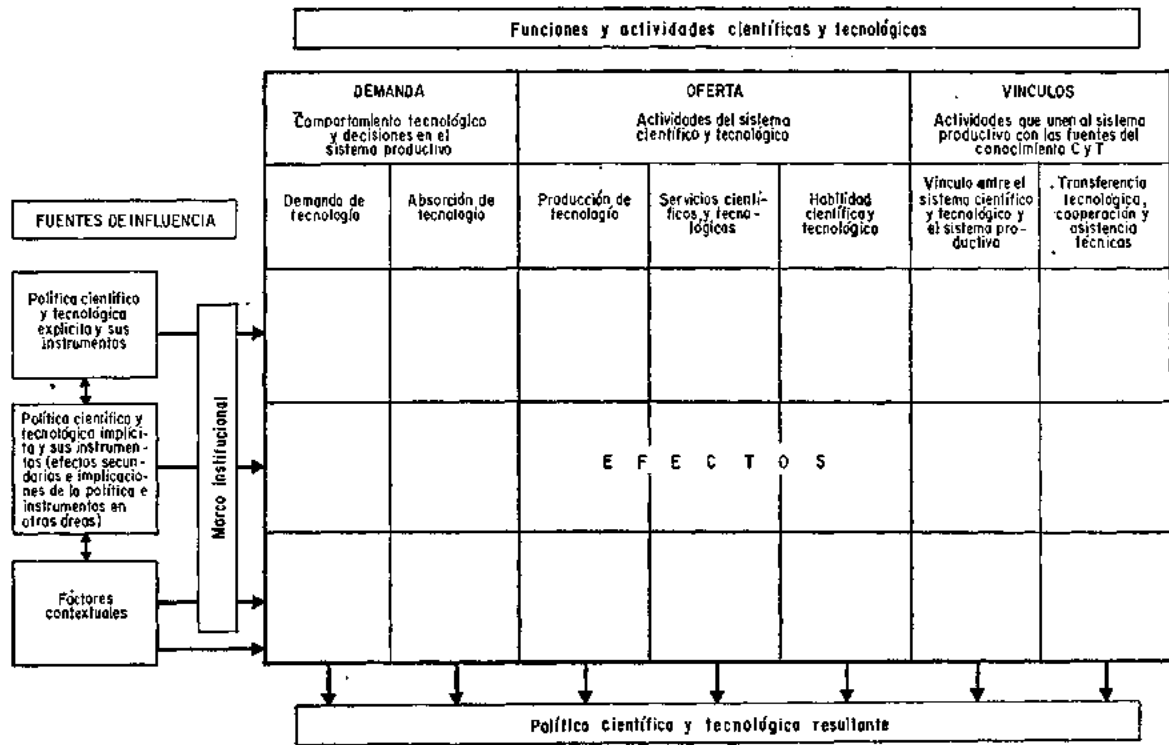
I. LOS EFECTOS DE LA POLÍTICA Y DE LOS FACTORES CONTEXTUALES SOBRE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA: UNA SINOPSIS

UNA DE las principales preocupaciones del proyecto IPCT es analizar los efectos de tres tipos de influencia sobre las funciones y las actividades relacionadas con la producción, la difusión, la transferencia y la utilización del conocimiento científico y tecnológico, que se detallan más adelante. Esto puede hacerse *a)* para todo el sector industrial y otros campos como la minería, los servicios de infraestructura, etcétera, que podrían ser de particular interés y *b)* para ciertas ramas de industria seleccionadas a través de un estudio especial. El análisis podría partir de la fuente de influencia mediante la observación de los efectos (el enfoque de arriba hacia abajo) o de cierta función o actividad científica y tecnológica, buscando el origen de las fuentes de influencia que la afectan (el enfoque de abajo hacia arriba). Ambos enfoques son complementarios.

La idea principal es explorar las relaciones de causa a efecto en forma ordenada, generando una hipótesis explicativa parcial que, una vez verificada, podría proveer una mejor base de control para las funciones y las actividades científicas y tecnológicas, con miras a que contribuyan más específicamente a los objetivos de desarrollo. Los efectos podrían caracterizarse por modificaciones de la orientación y la magnitud de las variables dependientes, o por restricciones de tales modificaciones. Se acepta que las hipótesis de causa a efecto no son fáciles de definir ni tienen una dirección única, y que, por lo tanto, será necesario incorporar muchas condiciones en su formulación; además, es posible que no sea fácil expresarlas en términos cuantitativos. En la gráfica 1 se presenta un esquema general de la interacción entre las fuentes de influencia y las funciones y las actividades científicas y tecnológicas.

Con fines analíticos se han distinguido tres grupos de *variables independientes* o tipos de influencia:

- i) *Política científica y tecnológica explícita y sus instrumentos.* Se establece aquí el fin definido e identificable de causar un efecto en las funciones y las actividades científicas y tecnológicas.
- ii) *Política científica y tecnológica implícita y sus instrumentos.* El propósito es también en este caso producir efectos



GRÁFICA 1. Matriz que muestra el enfoque de la investigación

sobre las variables que pertenecen al grupo de funciones científicas y tecnológicas, pero asociados con ellos tienen lugar ciertos *efectos secundarios* o implicaciones. Su conocimiento podría ayudar a los formuladores de política a minimizar o eliminar su influencia negativa o a elevar sus efectos positivos y, en definitiva, a transformar las políticas implícitas y sus instrumentos en políticas e instrumentos indirectos útiles para la ciencia y la tecnología.

- iii) *Factores contextuales*. Son los factores que no se pueden atribuir a las políticas gubernamentales vigentes o, al menos, a las más recientes. Son consecuencia, entre otras cosas, de la historia, las características sociales, la dotación de recursos y la geografía del país. Aunque para los fines de la investigación presente estos factores pueden considerarse como fijos, en realidad son variables a largo plazo. Su efecto sobre las funciones y las actividades científicas y tecnológicas es principalmente el de poner restricciones a su modificación, es decir, limitar los efectos de las políticas e instrumentos explícitos e implícitos. Por otra parte, pueden referirse a amplios aspectos macroeconómicos, culturales y sociales, así como a las características de las empresas, de los institutos de investigación, etcétera, que son el resultado de la evolución del país.

Es posible que las políticas y los instrumentos científicos y tecnológicos explícitos e implícitos actúen directamente sobre las variables dependientes, aunque por lo general lo hacen a través de varias instituciones encargadas de administrarlos. El marco institucional puede modificar o afectar de diversas maneras los mensajes que transmiten, alterando así la magnitud del efecto resultante sobre la variable dependiente y la eficacia del instrumento. Los factores contextuales tienen también una influencia definida sobre el marco institucional y su funcionamiento.

En este ejercicio las *variables dependientes* son las funciones y las actividades que se relacionan con la ciencia y la tecnología y que tienen que ver con su producción, difusión, transferencia y utilización. Para fines analíticos, se han dividido en tres grupos:

- i) Las de *demanda*, que tienen que ver con el comportamiento tecnológico y las decisiones tecnológicas de las unidades productivas.
- ii) Las de *oferta*, que tienen que ver con las actividades propias del sistema científico y tecnológico, que tienen como producto final el conocimiento tecnológico nuevo y los varios servicios científicos y tecnológicos.
- iii) Las actividades que podrían llamarse de *vínculo*, que afectan la unión del sistema productivo con las fuentes nacionales y extranjeras del conocimiento científico y tecnológico.

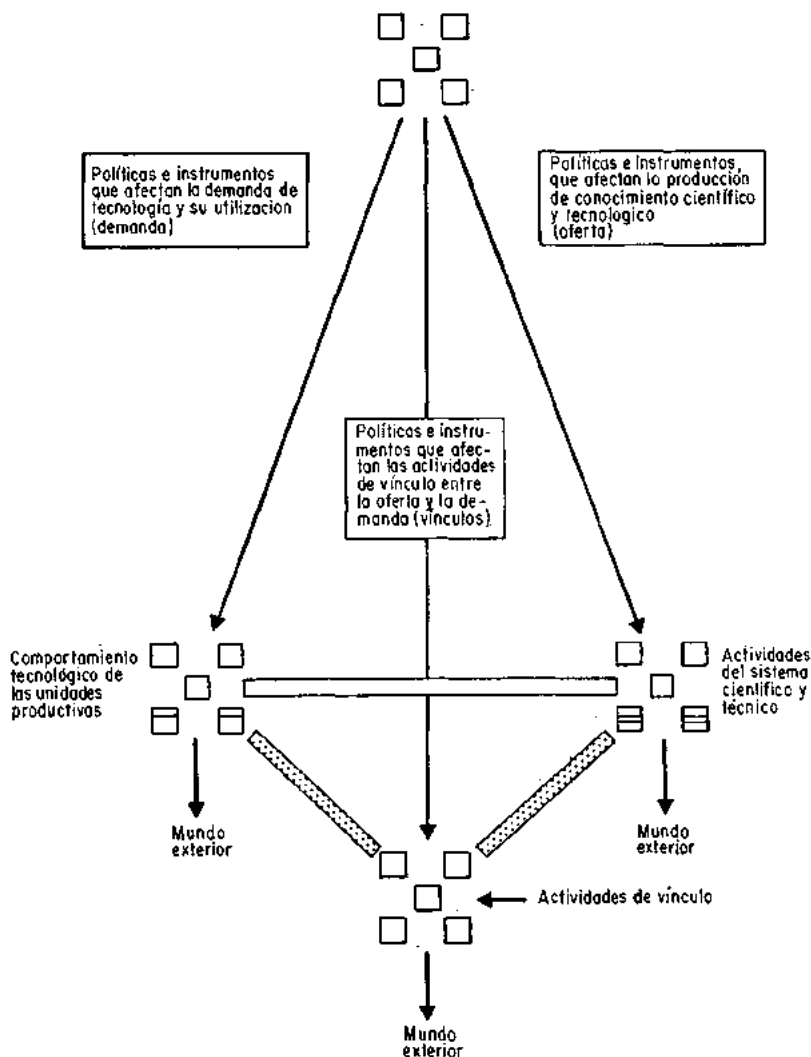
II. FUNCIONES Y ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (VARIABLES DEPENDIENTES)

Estas son las funciones y las actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología que tienen que ver con la producción, la difusión, la transferencia y la utilización del conocimiento científico y tecnológico. Los tres grupos principales a considerar son: la demanda, la oferta y el vínculo entre ambas.

La clasificación de las funciones y las actividades científicas y tecnológicas en grupos de demanda, oferta y vínculo surge naturalmente de la consideración de que el conocimiento científico y tecnológico es un insumo importante para la producción de bienes y servicios de consumo, de que las unidades productivas generan una demanda de conocimiento científico y tecnológico que se satisface con fuentes locales y extranjeras (demanda), de que hay producción de conocimiento científico y tecnológico que nutre en parte a las unidades productivas (oferta), y de que el flujo de conocimiento científico y técnico entre los productores y los usuarios de ese conocimiento tiene lugar a través de estructuras e instituciones intermedias (vínculos). Los instrumentos de la política científica y tecnológica deberían actuar sobre las funciones y las actividades de estos tres campos, con miras a lograr las metas mencionadas. La gráfica 2 ilustra estas observaciones.

El diagrama de la gráfica 2 puede interpretarse como una representación de la situación general aplicable a todas las unidades productivas y las actividades científicas de un país. Sin embargo, podría hacerse un esbozo similar para la industria, para la agricultura o para ramas específicas de la industria. En ese caso el interés recaería especialmente en problemas de política científica y tecnológica de la rama en cuestión: el vértice *unidades productivas* comprendería a todas las de la rama; el vértice *actividades del sistema científico y técnico* tomaría en cuenta las que fueran directamente pertinentes a las unidades productivas de la rama y su desarrollo futuro (se podrían incluir en este vértice otras actividades científicas que sirvan de apoyo a aquéllas); las actividades de vínculo serían las que sirven de conexión entre las unidades productivas de la rama y las actividades del sistema científico y técnico, así como las fuentes de tecnología extranjera pertinentes. Algunas políticas gubernamentales que afectan la producción, la difusión y la transferencia y utilización del conocimiento en la rama podrían ser de naturaleza industrial en general, mientras que otras podrían ser más específicas de la rama.

Una de las características clave del enfoque de investigación del proyecto IPTC es el esfuerzo por abarcar esta red compleja de interacciones, cuyos elementos son políticas, variables científicas y tecnológicas, efectos sobre las variables finales, instru-



GRÁFICA 2. *Funciones y actividades científicas y tecnológicas (Variables dependientes)*

mentos de política, etcétera, sin hacer inferencias excesivamente simples. La idea es intentar una sistematización de estas interacciones manteniendo un grado razonable de complejidad que haga que los resultados de la investigación sean útiles en la práctica.

Para los fines de la investigación debe hacerse un intento de establecer una lista de *variables dependientes* en cada uno de los tres campos principales, con miras a estudiar la relación causal de política a efecto y a presentar hipótesis explicativas que puedan servir posteriormente a los que formulan la política. Sin embargo, no es sencillo elaborar esa lista de variables dependientes en cada uno de los grupos, dado que cualquier intento de establecer *a priori* una taxonomía coherente resulta cuestionable. Es posible que resulte como subproducto del proyecto mismo una clasificación taxonómica satisfactoria, lo cual sería de especial interés para la formulación de las políticas. A esta altura sólo es posible hacer algunas sugerencias amplias a los equipos nacionales y optar por un intercambio de ideas y experiencia.

1. Aspectos de la demanda: Unidades productivas

Se pueden identificar dos conjuntos de variables importantes a nivel de la unidad productiva: la introducción de nuevo conocimiento, que se expresa como la *demanda de tecnología*, y la asimilación y mejora de la tecnología existente, que se denomina *absorción de tecnología*.

a) *Demanda de tecnología*

Se refiere al conocimiento necesario para los productos y los procedimientos nuevos (para la empresa), que se puede originar en fuentes nacionales o extranjeras y que puede aparecer separadamente del conjunto (con nombre registrado o sin él, incluyendo el conocimiento suministrado por los recursos humanos) o como tecnología incorporada (principalmente en los equipos o bienes de capital). Es conveniente detallar este rubro según el origen de la tecnología demandada:

- i) *Demanda de tecnología nacional*: puede provenir de la empresa misma (actividades de investigación y desarrollo) o de la compra de actividades de investigación y desarrollo y de sus resultados fuera de la empresa. Otra fuente es la tecnología que existe en otras partes del país y que se hace disponible mediante la *difusión*, sin que implique una compensación.
- ii) *Demanda de tecnología extranjera*, cuyas fuentes podrían ser empresas e instituciones extranjeras que venden tecnología de nombre registrado o no; la cooperación y la asistencia técnica de gobiernos extranjeros u organismos internacionales, o la aportación de conocimiento fácilmente disponible a través de publicaciones, contactos personales y visitas o adiestramiento en el extranjero.

Para atender este nuevo conocimiento y su incorporación a la producción, la unidad productiva debe tomar una serie de decisiones, que podrían denominarse *decisiones tecnológicas*. Algunas de ellas están claramente relacionadas con la selección de opciones sobre la fuente del nuevo conocimiento, el origen del equipo y el uso de tales insumos. Otras se relacionan con el refuerzo de la capacidad de la empresa (grupos técnicos y de diseño, organización administrativa, información) para hacer esa selección, para adaptar la tecnología extranjera (una actividad muy importante por la contribución que hace al uso ideal de la tecnología extranjera y del modo de vincularla a las actividades científicas y tecnológicas nacionales) y para incorporar eficazmente nuevo conocimiento a la producción. Las actitudes al nivel de las decisiones conducentes a la innovación tecnológica constituyen un ingrediente importante de la forma en que se llevan a cabo las decisiones.

b) *Absorción de tecnología*

Esta serie de actividades está dirigida a la asimilación y la mejora de la tecnología que la unidad productiva ya ha incorporado. Comprende aspectos como los siguientes:

- i) Investigación sobre producción, optimización de las plantas, desarrollo de productos, búsqueda de innovaciones secundarias, adopción de normas de control de calidad, resolución de dificultades y otras actividades técnicas similares dentro de la empresa.
- ii) Compra de servicios científicos y tecnológicos vinculados directamente a las actividades productivas, que podrían provenir del sistema científico y tecnológico o de fuentes extranjeras.
- iii) Información sobre la práctica de otras empresas, obtenida mediante el proceso de difusión.

Sería posible retroceder desde estas variables principales hacia los diversos tipos de actividades, funciones y puntos de decisión con los que se relacionan. Sin embargo, en el nivel general de las etapas iniciales del proyecto este ejercicio puede no ser necesario. La estructura que emplea actualmente la OCDE en la investigación sobre innovaciones es una guía interesante para los equipos nacionales;¹ corresponde a los criterios destacados en el cuadro 1.

¹ Se ha evitado emplear la categoría de *innovación* como variable dependiente, ya que ésta no es suficientemente precisa para los fines de este estudio y ofrece muchas interpretaciones distintas.

Cuadro 1. Funciones y actividades científicas y tecnológicas empleadas en el estudio de la OCDE sobre innovación tecnológica

Meta general: (Mejorar la capacidad de la empresa para innovar)

| <i>Objetivos</i> | <i>Subobjetivos</i> | <i>Variables seleccionadas</i> | <i>Medidas</i> |
|--|-----------------------------------|---|---|
| Mejorar: Capacidad económico-financiera | Protección contra el riesgo | Riesgo técnico Riesgo comercial | Participación en el riesgo de: a) gastos de desarrollo b) gastos de promoción de exportaciones |
| | Disponibilidad de capital | Grado de autofinanciamiento Disponibilidad de capital de riesgo Acceso a mercados financieros | Políticas fiscales Creación de establecimientos especializados Políticas que cubren el mercado de valores |
| | Mercados | Mercados del sector público Mercados extranjeros Mercados nacionales | Especificaciones de rendimiento de las ofertas Servicios de información sobre mercados extranjeros Servicios de información sobre mercados nacionales |
| Capacidad de organización | Movilidad de personal | Dentro de la empresa A la empresa y de la empresa | Financiamiento de readiestramiento del personal Pagos de redundancia asociados a la modernización de la empresa |
| | Flexibilidad | Estructuras de producción Estructura legal | Préstamos especiales para la modernización de la planta Incentivos fiscales a las consolidaciones |
| Capacidad científica y tecnológica | Empleo del conocimiento existente | Empleo de patentes propiedad del gobierno Funcionamiento del mercado de patentes y licencias Inversión extranjera | Derecho exclusivo por un periodo limitado Prohibición de cláusulas restrictivas en los acuerdos sobre licencias Trato preferencial tributario del capital importado asociado a conocimientos técnicos |
| | Descubrimiento científico | Apropiación de resultados de la investigación y el desarrollo Empleo de instalaciones externas | Legislación sobre patentes Compensación tributaria en los pagos a centros de investigación cooperativa |

| | | | |
|---------------------------------|--|--|---|
| | | Volumen de la investigación y desarrollo intramurales | Financiamiento de ciertos proyectos Exenciones tributarias |
| Ambiente económico | Mercado favorable | Facilidad de entrada | Incentivos fiscales a empresas de creación reciente |
| | | Grado de competencia | Protección arancelaria de empresas nuevas Legislación sobre acuerdos restringentes |
| | | Tamaño mínimo | Crédito a las exportaciones Acceso favorecido a mercados del gobierno |
| | Situación económica general | | |
| | Movilidad de empleo | Funcionamiento del mercado de trabajo | Organismos especializados de empleo |
| Ambiente socio-institucional | Protección del consumidor | Normas Control de productos nuevos | Creación de asociaciones de consumidores Autorización requerida antes de la venta al público general |
| | Conservación del ambiente | Disminución del ruido Disminución de la contaminación | Reglamentos sobre el nivel de ruido en los aeropuertos Reglamentos sobre detergentes |
| | Protección de los empleados | Prevención de accidentes industriales | Reglamentos de seguridad en las fábricas |
| Ambiente científico-tecnológico | Esfuerzo general de la investigación y el desarrollo | Investigación y desarrollo del gobierno I+D de la universidad | Proyectos específicos de financiamiento Financiamiento de la investigación |
| | Clima de innovación | Uso de resultados de la investigación y desarrollo Inventor individual | Creación de organismos especializados Asistencia con aplicación comercial |
| | Crecimiento de las instalaciones de investigación industrial | Acceso a instalaciones de propiedad del gobierno Centros de investigación cooperativa | Posibilidades de subcontratación de proyectos Ayuda del gobierno con suscripción de empresas |
| | Difusión de información | Publicaciones Acceso a servicios de información | Financiamiento de la universidad Establecimiento de sistemas integrados especializados |

2. Aspectos de la oferta

En este caso el resultado es la oferta del conocimiento científico y tecnológico que puede servir al sistema productivo. Podrían distinguirse tres grupos de funciones y actividades comprendidas: la generación de tecnología, la oferta de servicios científicos y tecnológicos, y la oferta de aptitudes científicas y tecnológicas.

- i) La generación de tecnología se refiere a la producción o la adaptación del conocimiento científico y tecnológico por incorporar a las actividades productivas. Hay varios parámetros y decisiones que afectan estas funciones y actividades, tales como el número y las características de los centros de investigación, la calidad de la investigación y del personal, la orientación de sus actividades, etcétera. Es precisamente en estos parámetros en los que debe centrarse un estudio de la influencia de los instrumentos de política.
- ii) Se pueden hacer observaciones semejantes con respecto a la oferta de servicios científicos y tecnológicos, que hacen posible que el sistema productivo use más eficientemente el conocimiento, ya sea generado por el sistema científico y tecnológico como comprado de fuentes extranjeras. Estos servicios se refieren también a las actividades que hacen que la producción del conocimiento se haga más eficientemente.
- iii) En lo que respecta a la demanda de aptitudes científicas y tecnológicas, el centro de atención es la serie de actividades que realizan los recursos humanos, con las aptitudes necesarias para llevar a cabo toda la gama de funciones científicas y tecnológicas comprendidas. Esto exige ir más allá del adiestramiento general que ofrece el sistema educativo tradicional. Pueden mencionarse como ejemplo las actividades de las universidades, que ofrecen capacitación en ciencia e ingeniería, y diversos programas de adiestramiento para investigadores y otros esquemas de educación continua. Tales actividades son de gran importancia si se han de fomentar eficazmente la ciencia y la tecnología, para ponerlas al servicio de los objetivos nacionales. No se intenta dar en esta guía una descripción detallada de los parámetros y las decisiones que pueden ser relevantes. Cada equipo puede ensayar una lista exploratoria, que podría luego discutirse y compartirse con los demás.

3. Vínculos entre oferta y demanda

La variable resultante es la provisión y la regulación de la transmisión del conocimiento científico y tecnológico a las unidades

productivas. Están comprendidas en esta categoría las funciones y las actividades que relacionan el aspecto de *oferta* con el de *demanda* y, en consecuencia, proporcionan los canales a través de los cuales fluye el conocimiento técnico hacia las unidades productivas. Por otra parte, canalizan también las demandas del sistema productivo a las fuentes locales o extranjeras de conocimiento.

Las actividades relacionadas con estas variables son las de los servicios de extensión, empresas de ingeniería, organizaciones para la regulación de las importaciones de tecnología, sistemas de información industrial, etcétera.

III. FUENTES DE INFLUENCIA (VARIABLES INDEPENDIENTES)

Se examinan a continuación cada uno de los tres tipos de fuentes de influencia considerados en la investigación, prestándose más atención a las políticas explícitas y sus instrumentos correspondientes, ya que muchos de los conceptos que a ellas se refieren se emplean profusamente en este trabajo, en particular al examinar las otras fuentes de influencia.

1. Política científica y tecnológica explícita y sus instrumentos

Esta categoría se refiere a las políticas e instrumentos que tienen propósitos definidos y explícitos de provocar un efecto en las funciones y las actividades científicas y tecnológicas. El propósito se origina en una *política*, expresada en documentos o declaraciones de diversos grados de poder normativo. Una política podría tener un efecto directo en la variable dependiente que se propone influir, pero con frecuencia se requiere un *instrumento* para que ésta actúe a través de una estructura de organización y un conjunto de mecanismos de operación.

a) El concepto de "instrumentos de política"

Debido a que la investigación de los instrumentos de política científica y tecnológica se centra en los temas relacionados con el diseño y la operación de los instrumentos de política, es necesario definir con mayor claridad el concepto en cuestión.²

Una *política científica y tecnológica explícita* es una declaración oficial a nivel gubernamental sobre un tema de ciencia y tecnología: expresa un fin y fija objetivos, define resultados deseados y establece metas cuantitativas. Las políticas contienen también criterios para escoger entre opciones alternativas

² Aunque la definición de un instrumento se da aquí en relación con las políticas explícitas, es igualmente aplicable a las políticas implícitas y los *instrumentos indirectos* (véase el numeral 2 de esta sección).

respecto al comportamiento de funciones y actividades científicas y tecnológicas, aportando una orientación para la toma de decisiones. Aunque, en los países en que el sector privado tiene una influencia significativa, las políticas se refieren en primer término a orientaciones fijadas por el Estado, también pueden formular políticas los representantes del sector privado.

La política puede convertirse en mera declaración retórica si no se otorgan los medios para llevar a la práctica su efecto potencial. Para esto se necesitan varios elementos que se incluyen en el término *instrumentos* de política. Un instrumento de política constituye el conjunto de modos y medios utilizados para poner en práctica una política determinada. Constituye el vehículo mediante el cual los que tienen a su cargo la formulación y ejecución de las políticas ejercen su capacidad de influir en las decisiones que toman los demás. Podría también decirse que un instrumento de política es el que intenta motivar a individuos e instituciones para la toma de decisiones acordes con la racionalidad de los objetivos colectivos establecidos por la fuente del poder. Es el vínculo entre el propósito expresado por una política y el efecto que en la práctica se persigue.

Un instrumento de política se denomina *directo* cuando se refiere explícitamente a funciones y actividades científicas y tecnológicas, e *indirecto* cuando, pese a referirse principalmente a políticas, funciones o actividades ajenas a la ciencia y la tecnología, tiene un efecto indirecto importante sobre las funciones y actividades científicas y tecnológicas, es decir, los llamados *efectos secundarios*.

Se parte del supuesto de que un instrumento es una entidad compleja que comprende uno o más de los siguientes aspectos:

- i) *Un dispositivo legal*, que podría también llamarse el *instrumento legal*. Esto incluye la política o partes de ella, en forma de ley, decreto o reglamento. Los acuerdos y contratos formales también pueden considerarse incluidos en esta categoría. La idea principal es que el dispositivo legal va más allá de la política, al establecer obligaciones, derechos, recompensas y sanciones en relación con su cumplimiento.
- ii) *Una estructura de organización*, a la que se encarga la puesta en práctica de la política. Bajo el término *estructura de organización* se incluye:
 - Una o más instituciones. Una política puede ser ejecutada por una o más instituciones existentes o puede dar lugar a que se cree otra nueva. Este es el aspecto más importante de la estructura de organización.
 - Los procedimientos, metodologías, criterios de decisión y programas que puedan abarcar una o más instituciones.

Estos son tanto de naturaleza administrativa como técnica, y especifican los pasos a efectuar en la elaboración o combinación de la información pertinente, con el propósito de aplicar la política. Puede decirse que estos procedimientos constituyen el aspecto de *especificaciones* de la estructura de organización.

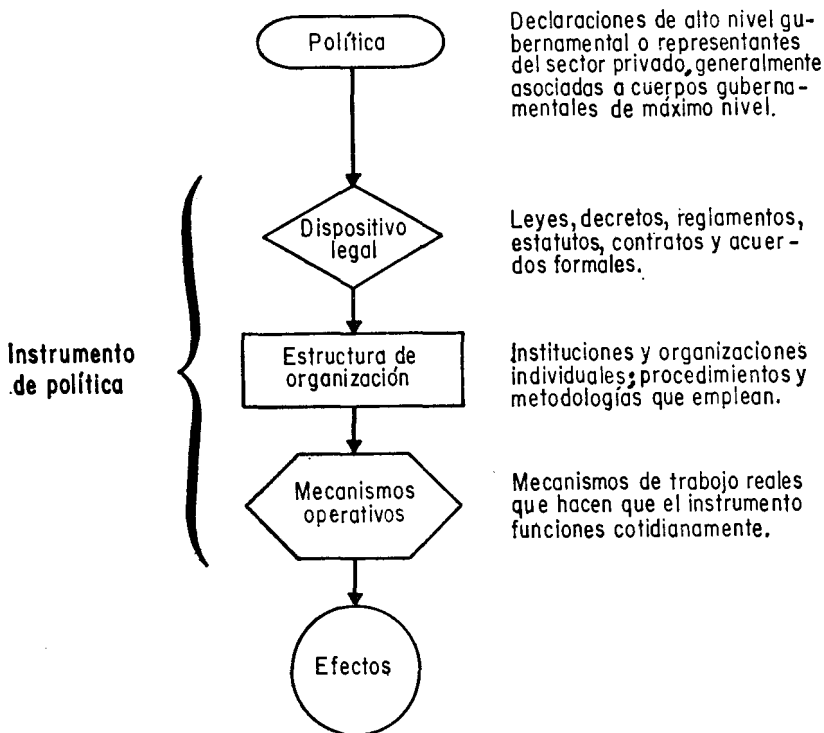
Con frecuencia, las políticas científicas y tecnológicas se ponen en práctica mediante estructuras de organización que ya existen para otros campos de política. Por ejemplo, una ley que permite la libre importación de equipo científico se pondría naturalmente en marcha mediante los mecanismos e instituciones existentes que regulan la importación.

- iii) *Un conjunto de mecanismos operativos*, que constituyen las palancas o medios reales por los que la estructura de organización aplica finalmente las decisiones y actúa para tratar de obtener el efecto deseado sobre las variables a influir con la política.

En todo el análisis de un instrumento es importante tener presentes a los *actores* o responsables de las decisiones clave, que están directamente comprometidos en el diseño y en el uso del instrumento en cuestión. El instrumento no actúa por sí mismo, sino que responde a la voluntad de quienes formulan la política, toman las decisiones, y son los que lo utilizan. Este aspecto se trata más adelante.

En la gráfica 3 figuran esta conceptualización de la política y los instrumentos vinculados. Asimismo, en la gráfica 4 se muestran tres casos más simples, que tienen las siguientes características: en el caso *a* no hay dispositivo legal: el instrumento está compuesto por el par de mecanismos constituido por la estructura de organización y la de operación. En el *b* no aparece la estructura de organización en forma específica: el instrumento se compone sólo del dispositivo legal y su acción tiene lugar mediante las estructuras sociales e institucionales existentes. Esta es la situación general de ciertos instrumentos amplios, de aplicación indiscriminada. En *c* no existe ningún instrumento para poner en práctica la política; el efecto se obtiene únicamente por medio de exhortación y persuasión a través de mecanismos culturales y emotivos. Naturalmente que en este caso existe el peligro de que la política quede en letra muerta.

Por último, se puede presentar el caso que se muestra en la gráfica 5, en el cual la decisión de política se toma dentro de una institución u organización individual que no tienen un mandato amplio para formular la política. Se trata de un caso importante que ejemplifica la situación de las políticas adoptadas en forma fragmentaria por decisiones de las empresas del Estado, sin (o a pesar de) una política central general.

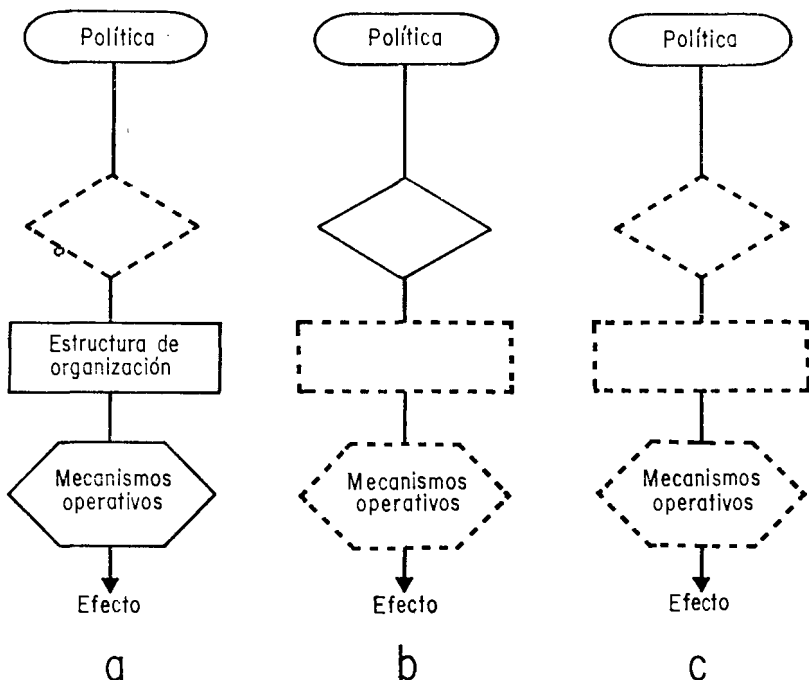


GRÁFICA 3. Estructura de un instrumento de política

Se pueden representar otras situaciones con los conceptos que se han delineado, como los casos que se describen en la gráfica 6. En el esquema (a) se trata de varios instrumentos que tienden a provocar efectos distintos a causa de una declaración de política (compleja), que comprende uno o más temas, tales como un plan de desarrollo. Esto podría denominarse un *conjunto de instrumentos orientados a una política*. En el esquema (b) diversos instrumentos, que se someten a varias políticas, tienen todos ellos efecto sobre una variable determinada. En este caso se trata de un *conjunto de instrumentos orientados a una función*. Estas dos situaciones extremas son pertinentes a la investigación, ya que el primer conjunto corresponde al enfoque *desde arriba* mientras que el segundo conjunto corresponde al enfoque *desde abajo* de las fases 3 y 4 del proyecto.

b) La descripción de un instrumento

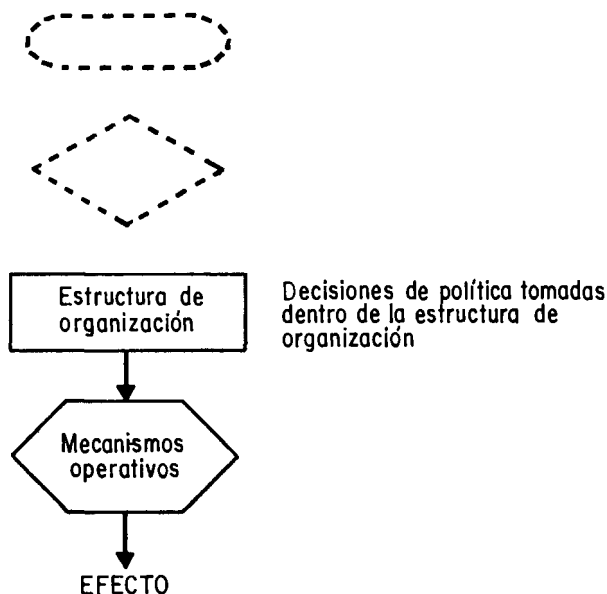
Mediante los conceptos y los diagramas precedentes es posi-



GRÁFICA 4. *Tres tipos de instrumentos de política*

ble describir y analizar políticas e instrumentos científicos y tecnológicos de naturaleza diversa. Tal descripción debe también prestar atención a los niveles de política en los que se origina el instrumento y el tipo de función o actividad científica y tecnológica en los que intenta influir.

Además de las tres categorías que se sugieren en lo que antecede para el examen de las funciones y las actividades científicas y tecnológicas, no se considera necesario entrar en una taxonomía más elaborada para auxiliar en esta tarea. Los instrumentos pueden clasificarse según que el par *política/instrumento* afecte la demanda, o la oferta o los vínculos entre ambas. Esto puede cruzarse luego con dos categorías para el nivel de la política; es decir, teniendo en cuenta si la política se origina en un organismo gubernamental que tiene un mandato de política amplio, o en una organización particular de nivel inferior (que podría incluso no pertenecer al gobierno, como sería el caso de una asociación de productores, una empresa privada grande o un instituto de investigación). La distinción entre estos dos niveles puede ser de utilidad al identificar los principales instrumentos

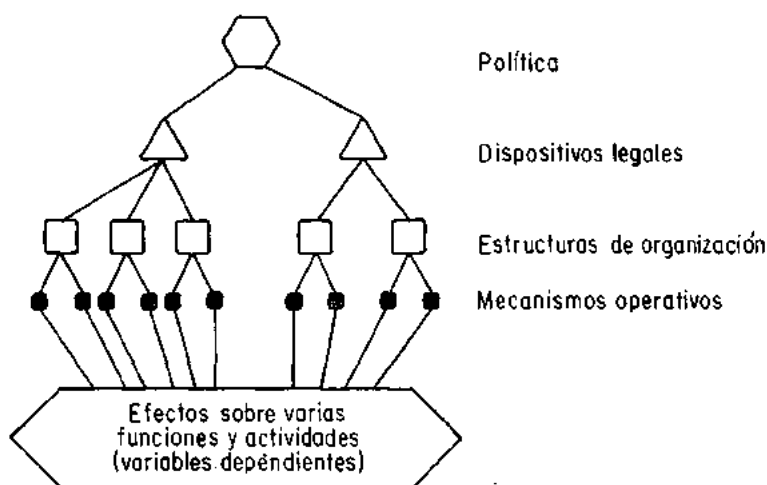


GRÁFICA 5. *Un instrumento de política sin política o dispositivo legal central*

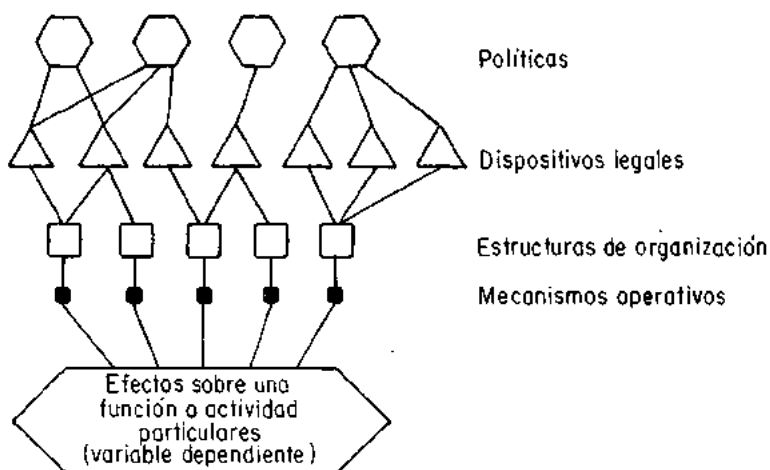
de política que actúan en una rama dada de la industria o en todo el sector industrial. El cuadro 2 muestra esta clasificación de dos direcciones, con algunos ejemplos.

Otros criterios para la clasificación de los instrumentos se establecen al tener en cuenta el carácter de la aplicación: *discriminada o indiscriminada*. El primero por parte de alguna autoridad administrativa acerca de la aplicación del instrumento, mientras que en el segundo la aplicación se establece automáticamente con base en una regla definida, sin posibilidad de discriminación. Los instrumentos de aplicación discriminada requieren suficiente capacidad administrativa y permiten enfocar las unidades productivas individuales, los institutos de investigación, etcétera, al poner en marcha las políticas. Por otra parte, dan oportunidad de que surjan interferencias en la aplicación de la política (sobornos, arbitrariedad, etcétera). Los instrumentos que no discriminan afectan las funciones científicas y tecnológicas en forma común, sin distinguir situaciones particulares de las entidades afectadas. Requieren menos infraestructura de organización y administración para aplicar la política y reducen la posibilidad de interferencia entre las partes interesadas.

Es posible lucubrar acerca de otras formas de clasificación de los instrumentos de política, incluso categorías como instrumen-



(a) Conjunto de instrumentos orientados a la política (desde arriba)



(b) Conjunto de instrumentos orientados a la función (desde abajo)

GRÁFICA 6. Conjunto de instrumentos

Cuadro 2. Clasificación de la política científica y tecnológica explícita

| Nivel de política | <i>Funciones y actividades de ciencia y tecnología afectadas</i> | | |
|---|--|---|--|
| | Demanda: comporta- miento tecnológico y decisiones del sistema productivo | Oferta: actividades del sistema científico y tec- nológico | Vínculos entre deman- da y oferta: actividades que unen el sistema productivo con fuentes de ciencia y tecnología |
| Elevado (emana de una institu- ción con un mandato de política amplio) | Por ejemplo: artículos o secciones de leyes ge- nerales, leyes de fomen- to industrial y planes de desarrollo | Por ejemplo: declara- ciones de política cien- tífica, como las com- prendidas en el presu- puesto para investiga- ción y desarrollo | Por ejemplo: políticas y legislación sobre transferencia tecnológi- ca y acuerdos de coo- peración técnica con otros países |
| Bajo (emana de una institu- ción particular sin man- dato amplio) | Por ejemplo: políticas y decisiones de bancos de desarrollo, empresas estatales y organizacio- nes gubernamentales | Por ejemplo: decisio- nes sobre contratos y subvenciones gubern- mentales sobre investi- gación y desarrollo | Por ejemplo: decisión tomada por organismos a cargo de la regulación de la transferencia de tecnología y la coope- ración técnica |

tos *positivos o negativos*, según tengan como meta estimular, facilitar o inducir las actividades, o según impongan restricciones, eviten ciertas acciones, o prohíban determinadas actividades, etcétera. No obstante, las categorías propuestas ya ofrecen un tema suficientemente amplio a desarrollar por los equipos nacionales del proyecto.

c) *La operación de un instrumento de política y el papel de los encargados de la política*³

Los conceptos adelantados hasta ahora no toman en consideración la dinámica y la característica variable de los instrumentos de política, y la intervención de los que los manejan. En la práctica un instrumento de política no permanece fijo e inmutable, sino que evoluciona a través de una serie de etapas antes de hacerse anticuado y de ser remplazado por otro instrumento de política. En este proceso de crecimiento, madurez y decadencia de los instrumentos de política, los agentes a cargo de operarlos, que se denominan *encargados de la política*, desempeñan un papel muy importante.

La génesis de un instrumento de política se extiende por un periodo que comienza con la formulación de la política misma. En esta etapa el formulador de la política desempeña el papel más importante, pues tiene la responsabilidad de dirigir su formulación hasta el punto en que se diseñan y aprueban los instrumentos para su puesta en práctica. La vida de un instrumento de política comienza cuando se establecen los dispositivos legales, las estructuras de organización y los mecanismos operativos para su funcionamiento.

La dinámica de la puesta en práctica de la política impondrá la instrucción de muchos cambios en uno o más componentes de los instrumentos. Se promulgan modificaciones de las leyes y los decretos iniciales, se alteran las organizaciones, se cambian los procedimientos operativos y, en general, el instrumento sufre un proceso de cambio a través de las modificaciones subsiguientes, para hacerlo más adecuado a los fines de las políticas que se están estudiando. Estos procesos de alteración y cambio tienen lugar mediante la intervención de quienes tienen a su cargo la operación del instrumento: *los encargados de la política*. En cierto modo se puede decir que el encargado de la política es parte del mecanismo operativo del instrumento, dado que opera dentro del marco provisto por los dispositivos legales y las es-

³ El tema desarrollado en esta sección se basa en un informe preparado por Phactuel Machado Rego, especialista en política científica y tecnológica del Departamento de Asuntos Científicos de la OEA, presentado en El Cairo durante la reunión del Comité Coordinador del proyecto IPTC, en noviembre de 1974. El título original es "Agents in the process of scientific and technological development: the policy-keepers".

estructuras de organización, y está a cargo de la operación cotidiana del instrumento de política. Sin embargo, no debe pasarse por alto el hecho de que también él es capaz de modificar el marco legal y de organización dentro del que opera.

Así, el responsable de la política surge como el agente clave que tiene como tarea mantener el instrumento funcionando de acuerdo con los criterios originales establecidos en la política y, con este propósito, debe concebir y aplicar las modificaciones que sean necesarias en su estructura. Se reduce de esto que el campo de acción del encargado de la política es mucho mayor cuando se trata de un instrumento de aplicación discriminada. También es evidente que en muchas circunstancias la distinción entre el formulador de la política y el responsable de la política puede ser artificial, y que la responsabilidad de concebir y operar el instrumento de política puede recaer en la misma persona.

d) *Evaluación del funcionamiento de los instrumentos de política*

La evaluación del funcionamiento de un instrumento de política científica y tecnológica es una tarea difícil, pero es necesario hacer una tentativa de caracterización de los instrumentos de política según su utilidad para implementar ciertas políticas. Esto suscita varios interrogantes complejos: ¿debe evaluarse un instrumento independientemente de la política a la que está asociado? ¿existe un grupo de instrumentos más idóneos que otros para un conjunto de políticas, fines o estrategias? ¿existe una medida absoluta de la eficiencia de un instrumento o debe intentarse un análisis comparativo? ¿cómo evaluar el desempeño de los responsables de la política? Estas preguntas no pueden responderse *a priori*: cada equipo debe estudiarlas en el contexto de su propia situación.

Hay, sin embargo, algunos conceptos y definiciones provisionales que pueden servir de cierta orientación a los equipos nacionales. En definitiva, la decisión sobre la alternativa de utilizar un instrumento u otro en la ejecución de políticas científicas y tecnológicas debe depender de cierta evaluación de sus características según los lineamientos antes sugeridos.

El *alcance* y el *carácter específico* de un instrumento están relacionados con las funciones y las actividades científicas y tecnológicas que afecta o los tipos de decisiones tecnológicas en que puede influir. Este atributo de un instrumento podría también referirse al tamaño y el volumen de las funciones y las actividades que afecta. Un instrumento es de mayor alcance cuanto mayor es el número de funciones y actividades científicas y tecnológicas que afecta. Por otra parte, si está concebido para afectar una función científica y tecnológica particular, centrándose en algún grupo determinado de empresas, organismos o

instituciones de investigación, se trata de un instrumento específico.

La *cobertura* de un instrumento se define como el número absoluto o la proporción de unidades productivas, organismos de gobierno, instituciones de investigación, etcétera, que puede afectar. Es posible ampliar este concepto para considerar los efectos secundarios o las implicaciones. La *equidad* de un instrumento se refiere a si tiene el mismo efecto en todas las unidades de características similares. Las situaciones diversas, excepciones y escapatorias pueden dar lugar a una situación en la que el instrumento no se aplica uniformemente en los casos similares.

La *eficiencia* de un instrumento es la relación entre el esfuerzo (administrativo, financiero, técnico) y los efectos que resultan de su empleo. El esfuerzo puede implicar consideraciones de carácter tanto cuantitativo, como el costo de su aplicación, como cualitativo, tales como la pericia para manejarlo.

Otros parámetros para evaluar el funcionamiento de los instrumentos de política pueden ser la *demora* para su aplicación, la *flexibilidad* con que se utiliza (es decir, el grado en que conserva sus propiedades a la luz de cambios contextuales) y otros parámetros de naturaleza similar.

Es particularmente importante el concepto de *eficacia* del instrumento, que se refiere a la probabilidad de obtener el resultado deseado; es decir, de poner en práctica la política e influir en el comportamiento de las unidades productivas, de las del sistema científico y tecnológico, y de las de vínculo. Sin embargo, este enfoque puede resultar complicado, ya que los instrumentos no funcionan de manera simple y lineal y que existen efectos secundarios que complican la evaluación de su eficacia. Esto indica que es necesario tomar en consideración el efecto del instrumento, no sólo sobre las funciones y actividades que se supone debe influir por su diseño, sino también sobre otras variables, y también sobre la eficacia de otros instrumentos.

Otro problema que se presenta para la evaluación de la eficacia de los instrumentos es que con frecuencia están concebidos para influir en más de una función científica y tecnológica, pudiendo lograrlo en diverso grado. Por lo tanto, su eficacia debe estudiarse como un todo, teniendo en cuenta las múltiples funciones científicas y tecnológicas que debe afectar y aun sus efectos secundarios sobre funciones y actividades de otros campos que el de la ciencia y la tecnología.

Los conceptos vertidos a través de la discusión se aplican tanto a casos específicos de un instrumento como de un conjunto de instrumentos. Por último, es necesario tomar explícitamente en consideración el hecho de que el funcionamiento de un instrumento depende de la pericia y la habilidad de los encargados de la política y responsables de su manejo.

2. Política científica y tecnológica implícita y sus instrumentos

Muchas políticas y decisiones dirigidas a funciones y actividades no comprendidas en la ciencia y la tecnología pueden tener efectos imprevistos sobre éstas. Estos efectos indirectos rara vez se toman en consideración al concebir las políticas y sus instrumentos. A lo sumo, los que formulan la política tienen una vaga conciencia de los mismos.

Es conveniente considerar dos tipos de efectos imprevistos, según sean potenciales o si de hecho ocurren. Los primeros pueden denominarse *implicaciones* y los otros *efectos secundarios*. Las implicaciones se refieren a lo que podría ocurrir a las funciones y actividades científicas y tecnológicas como resultado de nuevas políticas y decisiones en otros campos, y la verificación de cualesquiera de las hipótesis sobre las mismas llevaría a depender de opiniones y otras pruebas difíciles de sustentar con los hechos. De ahí que cualquier verificación de hipótesis sobre implicaciones resulta débil. Los efectos secundarios se refieren a lo que de hecho ha sucedido, de modo que el comportamiento real puede estudiarse con base en una verificación fuerte, con datos tangibles. A pesar de todo, no es fácil distinguir entre ambos tipos de efectos imprevistos y, en algunos casos, el estudio de los efectos secundarios puede llegar a basarse en abundantes pruebas empíricas, mientras que en otros sólo se encuentran elementos de juicio aislados. No obstante, es conveniente mantener esta distinción para los fines de la investigación en el IPCT.

Existe una amplia gama de políticas que pueden tener efectos secundarios e implicaciones sobre las variables científicas y tecnológicas. Como ejemplo pueden mencionarse por un lado las políticas de nivel global: artículos o partes de leyes generales (agrícolas, de reforma agraria, de salud, minería, etcétera), leyes de promoción industrial, planes generales y sectoriales de desarrollo, convenios internacionales (sobre todo comerciales), decisiones presupuestarias a nivel nacional, decisiones sobre salarios y seguro social, etcétera. Por otro lado se hallan las políticas y las decisiones de menor nivel, como los sistemas crediticios, las regulaciones de cambios, las características de las decisiones de inversión, las decisiones sobre comercio internacional (en particular sobre permisos de importación y tarifas arancelarias), la manipulación de controles operativos de los reglamentos de industria, etcétera; las decisiones de compra por parte de las empresas estatales y las empresas privadas grandes (sobre todo de propiedad extranjera), y en general, las decisiones de organismos gubernamentales de comportamiento más o menos autónomo que pueden afectar fuertemente las funciones y las actividades científicas y tecnológicas.

En el cuadro 3 se presenta una lista que puede servir para la

identificación de políticas de otros campos que pueden tener algún efecto sobre la ciencia y la tecnología. Se incluyen algunos temas que también pueden pertenecer a la categoría de factores contextuales.

El estudio de los efectos de las políticas implícitas puede tener un enfoque similar al de las políticas e instrumentos científicos y tecnológicos explícitos. Se procede a describir en cada caso el orden de sucesión *política-dispositivo legal-estructura de organización-mecanismo de operación*, empleándose la clasificación en seis categorías establecida en la sección precedente, tanto en las políticas implícitas como en los efectos secundarios.

El análisis de las políticas científicas y tecnológicas que se hallan implícitas en las leyes generales (sobre industrialización, minería, inversión extranjera, etcétera) debe permitir evidenciar las principales implicaciones o los efectos secundarios sobre las funciones y las actividades científicas y tecnológicas. El primer paso consiste en identificar las políticas dirigidas a otros campos que podrían tener un efecto importante sobre la ciencia y la tecnología. Para esto se requiere cierta comprensión del funcionamiento del sistema científico y tecnológico nacional, examinando su posición con respecto a los sistemas económico, social y educativo.⁴

**Cuadro 3. Política científica implícita:
Políticas que afectan indirectamente las actividades
científicas y tecnológicas**

-
- a) *Económica* (dirigidas principalmente al funcionamiento del sistema económico)
- finanzas (crédito, tasas de interés)
 - fiscales (impuestos, tasas de cambio, control del cambio)
 - comercio exterior (barreras arancelarias y no arancelarias)
 - comercio interno (precios, mercados, gestión del gobierno)
 - políticas de salarios y de compensación laboral
 - inversión extranjera, compensación y nacionalización
 - políticas de desarrollo económico
 - políticas industriales específicas
 - políticas agrícolas específicas
 - instrumentos legales y generales
 - políticas conducentes al desarrollo regional
- b) *De recursos humanos*
- sistema educativo (alfabetismo, educación primaria, secundaria, vocacional, etcétera)

⁴ Este sería el resultado de la fase 1 de la investigación, según se explica en la sección 4.

- políticas de educación superior (universidades, institutos de adiestramiento, adiestramiento gerencial, de posdoctorado)
- políticas de becas
- adiestramiento y readiestramiento industrial, adiestramiento de técnicos
- políticas para la utilización de recursos humanos extranjeros
- políticas conducentes a la emigración de profesionales
- políticas conducentes a la repatriación de recursos humanos calificados
- políticas relacionadas con la movilidad de personal calificado
- políticas para el fomento de recursos humanos
- estructura salarial e incentivos; movilidad

c) *Cultural*

- mecanismos para modificar las estructuras, actitudes, normas, etcétera, de valor general, incluso la situación de las mujeres
- políticas conducentes a la modernización y el cambio tecnológico
- popularización científica y tecnológica
- políticas conducentes a modificar la estructura de los procedimientos, mecanismos, etcétera, que confieren categoría y prestigio

d) *Físico-ecológica*

- políticas para la explotación y la conservación de los recursos naturales
- políticas conducentes al control de la contaminación

e) *Demográfica y social*

- atención médica
- tasas de mortalidad
- control de la población
- políticas de rentas, distribución de la renta
- políticas conducentes al incremento de la movilidad social

Una vez identificado el conjunto de políticas con efectos potenciales sobre las funciones y actividades científicas y tecnológicas y ordenadas según su probable grado de influencia sobre las mismas, es posible analizarlas individualmente en mayor detalle. De este modo, aunque la forma y contenido de las leyes varíe de país a país, al ir completándose la tarea de los equipos nacionales con base en un mismo esquema general para poner

en evidencia tales políticas, se puede establecer un plano de comparabilidad.

El esquema general puede proceder primeramente a un enfoque de los artículos y cláusulas legales que pueden afectar las funciones científicas y tecnológicas en las empresas, organismos gubernamentales, organizaciones de investigación, universidades, etcétera, describiendo su posible efecto. La segunda etapa consiste en reunir las implicaciones de diferentes cláusulas y artículos en relación con un mismo tema o función científica y tecnológica, para evaluar el efecto del conjunto. Así, pueden llegar a agregarse luego estos efectos o implicaciones potenciales para una o varias leyes y para diversas funciones y actividades científicas y tecnológicas, con lo que se pondría en evidencia la política implícita general. Al llegar a este punto, puede presentarse alguna de las siguientes situaciones:

- i) Las implicaciones de la política son tan obvias que basta este análisis para llegar a una *conclusión*.
- ii) Las implicaciones de la política no son tan obvias, pues su efecto depende de las reacciones de la empresa, los organismos del gobierno, los institutos de investigación, etcétera. En este caso, el contenido real y específico de la política implícita debe determinarse a través de análisis empíricos, y todo lo que puede adelantarse es formular ciertas *hipótesis* sobre sus efectos.
- iii) La ley conduce a la identificación de uno o más casos de intervención por parte de organismos gubernamentales, en los que el contenido de la política implícita *depende de cómo tomen las decisiones los funcionarios del gobierno*, es decir, los encargados de la política. Para descubrir el contenido implícito de la política en este caso debe procederse a un análisis de tales decisiones.⁵

Se puede seguir un procedimiento similar con respecto a los planes de desarrollo, pues en ellos es posible establecer una comparación directa entre políticas implícitas y explícitas que surgen del mismo documento. Un plan contiene generalmente objetivos, políticas y estrategias claramente expresados, como ocurre en el caso de los planes generales de desarrollo, los planes de desarrollo industrial, los planes de recursos humanos, etcétera. El procedimiento a seguir en este caso es el siguiente:

- i) Se resumen los principales objetivos, políticas y elementos de estrategia del plan, examinando cada uno de ellos según su repercusión en las funciones y las actividades científicas y tecnológicas.

⁵ Nótese que se trata aquí de *implicaciones*; si se dispusiera de datos empíricos para corroborar las declaraciones expresadas en la política implícita, se haría referencia a ellos como *efectos secundarios*.

- ii) Se deduce lo que se requeriría en términos de funciones y actividades científicas y tecnológicas para satisfacer los objetivos indicados, cumplir con las políticas o seguir las estrategias. Esto lleva a identificar prerequisites, desde el punto de vista de la ciencia y la tecnología, necesarios para llevar a cabo el plan. Todo conjunto de prerequisites constituye la política científica y tecnológica implícita contenida en el plan.
- iii) Se resumen los componentes del plan que se refieren explícitamente a la ciencia y la tecnología, expresándolas en términos de las funciones y las actividades científicas y tecnológicas definidas en la investigación.
- iv) Se comparan los componentes implícitos y explícitos de la política científica y tecnológica del plan, examinando la coherencia y la correspondencia entre ambas.

Un plan consiste por definición en un conjunto de declaraciones sobre lo que se va a hacer y, por lo tanto, a menos que se esté en el proceso de evaluar su funcionamiento pasado en relación con los objetivos planeados, sólo es posible derivar implicaciones, y no efectos secundarios, de su análisis.

Si el estudio de las políticas implícitas se centrara en los discursos y otros documentos, reglamentaciones legales específicas u otras fuentes de política implícita, se requeriría un enfoque diferente. Los dos casos explicados pueden tomarse como orientación para ajustar convenientemente el procedimiento de investigación.

Al poner en evidencia las políticas implícitas que afectan significativamente las funciones y las actividades científicas y tecnológicas, se identifican como consecuencia los instrumentos de política asociados a las mismas, que son los que podrían utilizarse como instrumentos indirectos de las políticas científicas y tecnológicas.

3. Factores contextuales

Están constituidos por los aspectos del sistema de sociedad que no pueden cambiarse a corto plazo, en oposición a las políticas que en principio se pueden modificar rápidamente. Como línea operativa de demarcación se conviene en que se trata de un factor contextual si cierta característica no puede cambiar significativamente durante el periodo de un plan, es decir, de unos cuatro o cinco años.

Los factores contextuales que interesan son aquellos que pueden tener efectos sobre las funciones y las actividades científicas y tecnológicas, ya sea directa o indirectamente, influyendo en la estructura de organización para implementar las políticas. Los efectos pueden tomar la forma de restricciones a lo que una política científica y tecnológica explícita intenta, o pueden ser

simples impedimentos al funcionamiento de las estructuras de organización, influyendo así en la eficacia de los instrumentos.

Se pueden identificar tres tipos de factores contextuales:

- i) *Factores contextuales invariables*: Se refieren principalmente a las características físicas y geográficas del país (dotación de recursos, clima, superficie, ubicación) que no pueden cambiarse a menos que ocurra algún cataclismo.
- ii) *Factores contextuales superestructurales*: Se refieren a la estructura sociocultural del país y, en principio, están sujetos a cambios a largo plazo, que podrían eventualmente reducirse a un periodo más corto mediante un cambio revolucionario. Los rasgos culturales, las normas de valores, las relaciones de producción, etcétera, corresponden a esta categoría.
- iii) *Factores contextuales que se derivan acumulativamente de las políticas formuladas durante un periodo relativamente largo*: Estos se refieren a características del sistema económico producidas por las políticas puestas en práctica en forma gradual durante un periodo largo. Como ejemplos pueden citarse las características de la estructura industrial que surgen de las políticas de sustitución de importaciones; el comportamiento y las actitudes de los empresarios, resultantes de un medio artificialmente fácil para llevar a cabo sus actividades; etcétera.

Es posible establecer otra subdivisión de los factores contextuales, atendiendo a su influencia ya sea sobre la economía global o principalmente la sectorial. Muchos factores contextuales tienen una connotación negativa típica del subdesarrollo, de modo que, a la larga, el desarrollo tendería a cambiarlos. Como ejemplo se señala la falta de presión por las funciones y actividades científicas y tecnológicas que existe en los países subdesarrollados, que se origina en factores contextuales derivados de la estructura económica y de la acumulación de los efectos de las políticas a través de las décadas.

La falta de demanda de actividades científicas y tecnológicas se debe en gran parte al hecho de que en los países subdesarrollados las industrias se desarrollan en un ambiente de protección arancelaria y a que sus mercados son muy limitados. Esto dio como resultado inevitable plantas de pequeña escala con diversos grados de deficiencia de costo. Dentro de este marco los ajustes en las técnicas de producción o combinación de productos tienen muy poca ventaja. Al no existir competencia no hay incentivos comerciales para reducir los costos de producción o para mejorar los productos. La sustitución de importaciones suele justificarse como medio para reducir la dependencia extranjera, incrementar el empleo, equilibrar la industria y la

agricultura y fortalecer la balanza de pagos; pero las políticas indiscriminadas y excesivas de protección y sustitución de importaciones pueden traer como consecuencia la disipación de los recursos y tener otros efectos tecnológicos secundarios altamente nocivos. No se pueden esperar mejoras tecnológicas sin un marco racional de política industrial. Algunas características que emanan de esas políticas son: dualismo tecnológico; exceso de capacidad en muchos sectores de la actividad industrial; deformación de los mecanismos de precios; predominio de la inversión extranjera en ciertos sectores de actividad económica; conservadurismo y falta de innovación en grupos de empresas locales; elevado desempleo, y gran desigualdad en la distribución de la renta.

Estas características se interpretan como factores contextuales significativos que limitan y condicionan los efectos de la política científica y tecnológica explícita y sus instrumentos. La lista puede hacerse más extensa si se agregan otros factores contextuales de naturaleza económica, como el tamaño de la economía nacional, la dependencia de unos pocos artículos de exportación, la carencia de una amplia gama de opciones tecnológicas eficientes, la inflación crónica, la dependencia notable de la tecnología extranjera, las modalidades de tenencia de la tierra, el pequeño tamaño de muchas empresas, las estructuras oligopólicas y monopólicas, las estructuras de salario y características de la legislación laboral desventajosa, las comunicaciones y los sistemas de información deficientes, etcétera. También pueden mencionarse los factores culturales como factores contextuales de importancia: los hábitos de dependencia cultural; las ataduras de los científicos a la red internacional de la ciencia; las actitudes, normas y estructuras de valor desventajosas, tales como el desprecio por el trabajo manual; las tradiciones humanísticas y anticientíficas; las actitudes hacia el trabajo de la mujer; la estructura de posición social y prestigio, etcétera.

IV. ENFOQUES DE LA INVESTIGACIÓN DEL IPCT

En principio, el estudio de la puesta en práctica de la política científica y tecnológica puede tener dos enfoques. Uno es partir de las políticas y seguir sus efectos *desde arriba*; y el otro, partir de los efectos y seguirlos hasta sus fuentes de influencia, es decir, *desde abajo*. Ambos enfoques se complementan. El primero es útil para el examen de los efectos de las políticas existentes o las proyectadas (legislación, planes de desarrollo y prácticas de los organismos gubernamentales). Si se exploran las políticas clave (explícitas o implícitas) de una rama de industria dada o aun de todo el sector se puede determinar la política *resultante*. Tal política expresaría los efectos combinados de las políticas clave sobre las variables científicas y tec-

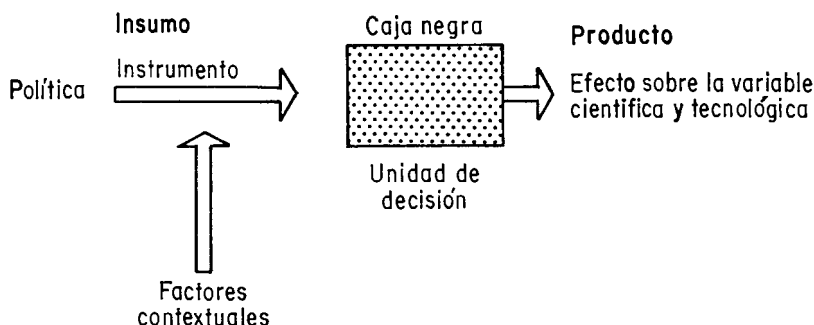
nológicas, actuando a través del cuadro institucional existente y dentro de las restricciones impuestas por los factores contextuales pertinentes.

El segundo enfoque busca responder a preguntas más específicas sobre las fuentes de influencia que actúan sobre un aspecto dado, o sobre alguna variable o esfera problemática de las funciones y las actividades científicas y tecnológicas. Por ejemplo, puede quererse investigar por qué las empresas estatales de la industria metalúrgica compran sus bienes de capital principalmente en el exterior, o por qué el sector industrial moderno en general tiende a emplear tecnologías intensivas de capital. El enfoque desde abajo llevaría a identificar las influencias significativas, tanto externas (políticas, instrumentos y contexto) como internas (capacidad técnica, información disponible y modalidades de las decisiones que no se refieren estrictamente a asuntos científicos y tecnológicos) de la unidad productiva. Este conocimiento serviría para, eventualmente, mejorar la situación modificando las políticas existentes, introduciendo nuevas políticas, eliminando restricciones, generando nuevos instrumentos, etcétera. Un análisis de este tipo serviría también para evaluar el grado de congruencia de los diversos instrumentos de política y de las decisiones que emanan de las distintas fuentes, que se han denominado el conjunto de los instrumentos orientados hacia la función y, consecuentemente, el efecto que el conjunto tiene sobre la variable en estudio.

Se ha hecho referencia en lo que antecede a la *demand*a de ciencia y tecnología; es decir, la que tiene lugar en las unidades productivas; mas se podrían dar ejemplos similares con respecto a la oferta de tales unidades y a aspectos de vínculo entre oferta y demanda. Para evitar subdividir demasiado los esfuerzos, los equipos de investigación deberían centrarse en unas pocas políticas importantes y sus instrumentos, y en unos pocos temas sobre las funciones y las actividades científicas y tecnológicas. Esto implica seleccionar algunas ramas de industria en cada país, y quizá sería necesario restringir aún más el ámbito de estudio.

El orden de las etapas de investigación en cualesquiera de los dos enfoques sería: *a*) identificación de los presuntos vínculos de causa a efecto; *b*) formulación de las hipótesis sobre el efecto de las variables de política (explícitas o implícitas) en las variables científicas y tecnológicas dependientes, así como de las hipótesis sobre la ciencia de los instrumentos de política científica y tecnológica explícita, y *c*) verificación (*débil o fuerte*, según sea el caso) de tales hipótesis.

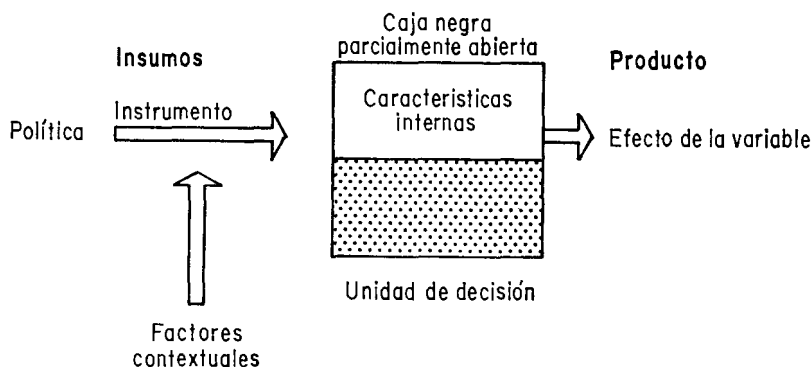
En algunos casos bastará considerar las interacciones entre fuentes de influencia y variables científicas y tecnológicas, sin introducir en el análisis las características internas de la unidad de decisión (unidad productiva, unidad de oferta de tecno-



GRÁFICA 7. La unidad de decisión tecnológica como caja negra

logía, unidad de los vínculos) cuyo *producto* se estudia. Como puede apreciarse en la gráfica 7, esto es igual que considerar la unidad como una *caja negra* que recibe un insumo, la política que actúa mediante un instrumento dentro de las restricciones de los factores contextuales pertinentes, y produce un resultado, es decir, cambios en la variable científica y tecnológica en estudio. Esta simplificación podría ser útil en los casos en que el investigador está interesado en el efecto total de la variable de política sobre muchas unidades de decisión tomadas conjuntamente, y también cuando estas unidades no son demasiado grandes y tienen características semejantes, de modo que se pueda inferir cierto grado de homogeneidad. Sin embargo, si se trata de unidades grandes cuyo comportamiento ofrece especial interés, o que se encuentran en una situación monopólica o dominante dentro de su rama o sector (tales como una empresa estatal grande en el campo petrolífero o petroquímico, o un instituto de investigación agrícola que abarca la mayor parte de los estudios del sector agrícola) se necesita también investigar qué ocurre dentro de la unidad. Esto exige una comprensión de las características internas que, conjuntamente con la influencia externa de la variable o variables de política, permitiría una mejor explicación del efecto sobre las funciones y las actividades científicas y tecnológicas que se estudian. De ahí que se debería abrir suficientemente la *caja negra*, como para formular mejores hipótesis y más fuentes. Esta es la situación reflejada en la gráfica 8.

En el caso de una unidad productiva, las características internas que interesan son sus aspectos de *capital* (recursos físicos y humanos, y organización) y de *especificaciones* (procedimientos, metodologías y normas de decisión, y motivaciones detrás de éstos) que son especialmente pertinentes a la forma en que la unidad toma la serie de decisiones tecnológicas que constituyen su *comportamiento tecnológico*. La ventaja principal de esta



GRÁFICA 8. *La unidad de decisión tecnológica como caja negra parcialmente abierta*

apertura de la caja negra es que podría dar a los investigadores una idea mejor sobre las características internas a modificar mediante otras políticas, con miras a permitir que la política científica y tecnológica explícita, existente o propuesta, obtenga los efectos deseados.

Se podría aplicar un tratamiento paralelo al sugerido para las unidades productivas, a las unidades de oferta y de vínculos: las unidades grandes que dominan un sector o rama requerirían un análisis de las características internas que condicionan su comportamiento tecnológico. Existe así una posibilidad firme de estudiar el comportamiento tecnológico de los tipos principales de unidades de cada grupo. Debido al hincapié de los IPCT en el sector industrial, y en vista de las condiciones que se dan en la mayor parte de los países participantes, sería conveniente que tales estudios se concentrasen en:

- i) En el caso del sector productivo, en empresas estatales grandes, en razón de su papel real o potencial en algunas de las ramas productivas principales.
- ii) En instituciones de investigación industrial, cuando se trata de la demanda.
- iii) En las compañías grandes de consultoría y diseño de ingeniería, para el estudio de los vínculos.

Estos estudios de comportamiento tecnológico podrían también ser un insumo de algunas muestras que intentan estudiar los equipos nacionales del proyecto.

Otro campo importante de investigación del IPCT es el que se refiere a ciertas organizaciones o instituciones encargadas de la ejecución de muchas políticas científicas y tecnológicas explícitas, a través de una variedad de mecanismos operativos. Tam-

bién suelen comportarse como formuladores de política a nivel bajo, justificándose así una descripción y un análisis cuidadoso de sus estructuras de organización, en especial, de los siguientes tipos:

- i)* Las oficinas de los ministerios encargados de formular las políticas tecnológicas y de regular su puesta en práctica.
- ii)* Las organizaciones encargadas de formular las políticas científicas (en el sentido estricto) y de regular su puesta en práctica, tales como los consejos científicos o de investigación, etcétera.
- iii)* La red de organizaciones a cargo de la promoción y la ejecución de las actividades científicas y tecnológicas, incluso los laboratorios de las universidades, los institutos de investigación, etcétera.

Finalmente, hay ciertas actividades que se llevan al cabo con la participación de un amplio conjunto de personas e instituciones, con el fin de definir los objetivos de la política, sus instrumentos y sus programas de acción. Entre éstos se encuentra la preparación de planes científicos y tecnológicos en los niveles nacional, sectorial o regional. Tal actividad merece ser estudiada por su importancia real o potencial para el tema del IPCT; se sugieren dos tipos de estudios: *a)* estudios normativos sobre la metodología y la organización de la planificación científica y tecnológica en países de menor desarrollo, y *b)* análisis empíricos del proceso de planificación científica y tecnológica en los países que participan en el IPCT.

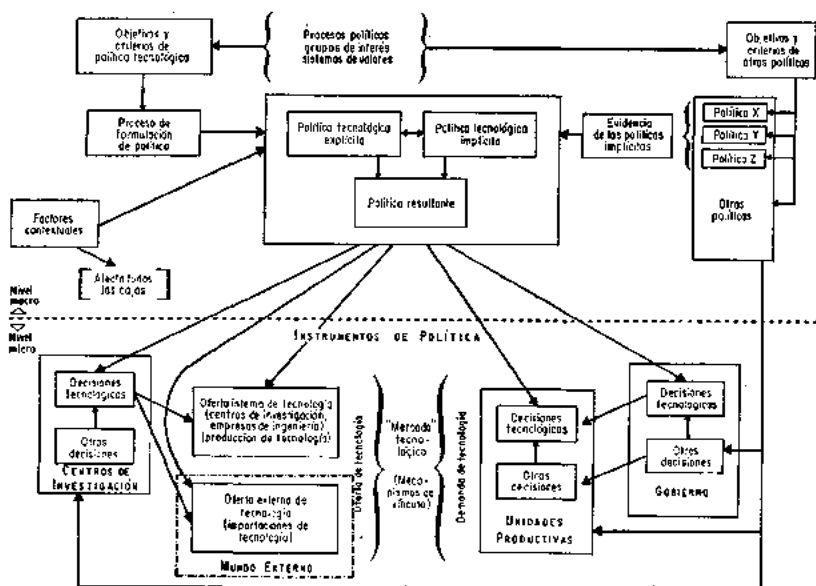
V. VERSIÓN RESUMIDA DE LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO DE IPCT

En las secciones precedentes se ha presentado el marco conceptual del proyecto IPCT y su enfoque. Previamente a la organización de las actividades de investigación es conveniente resumir el progreso alcanzado hasta el presente.

A nivel nacional o sectorial la contribución de la ciencia y la tecnología a los objetivos del desarrollo está condicionada por el comportamiento de los agentes envueltos en la realización de las funciones y las actividades científicas y tecnológicas, incluso las empresas, los centros de investigación y los organismos gubernamentales. Como ocurre generalmente en materias tan complejas, el comportamiento tecnológico general del país o de la industria es más de lo que representan la suma de sus partes. La contribución de la ciencia y la tecnología al desarrollo es el resultado de interacciones entre muchos tipos de decisiones tecnológicas, tomadas por distintos agentes en varios niveles, así como de decisiones que no tienen el propósito directo de afec-

tar funciones y actividades científicas y tecnológicas, que las condicionan en forma indirecta.

El problema de la ejecución de la política científica y tecnológica consiste así en idear y aplicar los instrumentos de la política que podrían orientar las funciones y las actividades científicas y tecnológicas en la dirección que especifican los objetivos de la misma. Este es un proceso que debe llenar el vacío que existe entre la formulación de la política a nivel gubernamental (macro) y la toma de decisiones al nivel de la empresa, el centro de investigación o la compañía de ingeniería (micro). El diagrama de la gráfica 9 muestra algunos agentes y elementos que intervienen en el proceso de creación y aplicación de los instrumentos de política.



GRÁFICA 9. Temas de política tecnológica. Formulación y puesta en práctica

Las políticas de ciencia y tecnología en el mundo real son el resultado de interacciones complejas entre las políticas *explícitas* y las *implícitas* y no una simple traducción de los objetivos científicos y tecnológicos a los criterios de formulación de la política gubernamental. Si por un lado se hallan los objetivos o los criterios conducentes a la formulación de las políticas tecnológicas explícitas, por el otro hay otros objetivos y criterios para la formulación de otras políticas (industriales, financieras,

laborales, de comercio exterior, etcétera) que también tienen efecto en el desempeño de las actividades científicas y tecnológicas. En consecuencia, es necesario descubrir las implicaciones de esas otras políticas, con miras a apreciar la dirección que tomará la política real resultante de la interacción entre las políticas implícitas y las explícitas.

En este análisis es probable que se encuentren muchas incoherencias, de modo que la política *resultante* puede contener muchos elementos contradictorios, cuyo predominio está determinado por la fuerza relativa del instrumento para ponerla en práctica. Por ejemplo, se reconoce generalmente que los incentivos fiscales a la investigación y el desarrollo en la industria constituyen un instrumento relativamente débil en comparación con los mecanismos crediticios que motivan al empresario a adquirir tecnología en el extranjero. Por lo tanto, es probable que el componente de la política resultante que fomenta la importación de la tecnología prevalezca sobre el que motiva la investigación y el desarrollo locales.

En la gráfica 9 se señala también que las decisiones tecnológicas tomadas por las empresas determinan la capacidad de absorción tecnológica del país o de la industria, así como la pauta de demanda de tecnología. Las decisiones tomadas por los centros de investigación y las compañías de ingeniería determinan la oferta interna de tecnología, mientras que las decisiones de los consultores extranjeros, las empresas multinacionales, los concesionarios, los administradores de equipos, etcétera, determinan la oferta externa de tecnología. Entre los factores que condicionan las decisiones tomadas por cada uno de estos agentes se hallan los *instrumentos de política* empleados por el gobierno. El problema básico del diseño y la operación de un instrumento es determinar su influencia relativa en las decisiones tomadas por estos actores. Si no se conoce con cierto grado de certeza es virtualmente imposible prever el efecto y las repercusiones reales de la política y sus correspondientes instrumentos.

En el estudio de la puesta en marcha de la política científica y tecnológica también es necesario tomar en consideración a los individuos a cargo del diseño y la operación de los instrumentos de política, ya que éstos no surgen ni funcionan independientemente de los que formulan y administran. La evaluación del efecto relativo de los instrumentos de política debe tomar en cuenta las exigencias de aptitud y las características de quienes están a cargo de aplicarlos. Finalmente, debe también considerarse la influencia de los factores contextuales, ya que las políticas, los instrumentos de política y los responsables de la política no existen en un vacío sino que influyen fuertemente en ellos los factores contextuales.

VI. COMENTARIOS FINALES

Los conceptos y los enfoques propuestos en esta aproximación a la investigación sobre política científica y tecnológica deben considerarse como un marco de referencia para el estudio de situaciones concretas. En este sentido, será necesario adaptar y reformular algunos de los conceptos para hacer que correspondan a las diferentes situaciones bajo estudio.

En última instancia, el diseño de políticas e instrumentos de política para el desarrollo científico y tecnológico tendrá éxito en la medida en que el conjunto de políticas e instrumentos sea capaz de afectar la realidad científica y tecnológica en un país o región determinado. Desde esta perspectiva, la aproximación y la metodología propuesta proporcionan un punto de partida para las tareas de investigación sobre política científica y tecnológica.

7. APRECIACIONES SOBRE EL EFECTO SOCIAL DEL CAMBIO TECNOLÓGICO EN LOS PAÍSES SUBDESARROLLADOS

ESTAS notas tienen por objeto explorar algunos efectos sociales del ritmo actual del cambio tecnológico para los países subdesarrollados. No pretenden tratar el problema en toda su amplitud sino más bien sugerir algunas líneas de estudio que ayuden a desentrañar los efectos de la aceleración de tal ritmo, así como proponer algunas pautas para la elaboración de estrategias que permitan a los países subdesarrollados contrarrestar sus consecuencias negativas.

En primer lugar, como es ya tradición en la América Latina, es necesario señalar que no se puede estudiar cabalmente este fenómeno de una manera aislada. Al concentrarse en los aspectos sociales del efecto del ritmo acelerado del cambio técnico en los países del Tercer Mundo, es necesario no perder de vista el carácter global del fenómeno del subdesarrollo, tanto en su escala geográfica como en su concepción integral. Las interacciones entre el "subdesarrollo" de los países periféricos y el "desarrollo" de los países centrales son muy complejas y no pueden ser estudiadas independientemente ya que se condicionan mutuamente. Además, tales interacciones abarcan una pléyade de aspectos que van de lo social a lo educacional, de lo político a lo económico y de lo cultural a lo ideológico. Sin embargo, para los propósitos de estas notas trataremos de limitar el campo de análisis a dos o tres manifestaciones centrales del efecto del ritmo actual del cambio técnico en los países subdesarrollados, sin que por ello se pierda de vista la magnitud y la complejidad del problema.

En la segunda mitad del siglo xx se observa un *proceso de concentración* en las fuentes originarias de cambio técnico, el cual es impuesto a nivel mundial —a un ritmo que se acelera continuamente— por un número reducido de países y de unidades económicas transnacionales dominantes. Las manifestaciones más claras de este proceso son: el grado de interpenetración existente entre los intereses de defensa nacional y los intereses industriales de las grandes potencias, lo que ha sido llamado el "complejo militar industrial", al cual se añadió durante el decenio de los sesentas la industria aeroespacial, y la interpenetración de los intereses de investigación y desarrollo de las grandes empresas transnacionales, una de las características centrales de lo que ha sido llamado el "sistema global industrial". Ambas manifestaciones muestran claramente que la velocidad y la orien-

tación del cambio tecnológico actual son determinadas en gran medida por intereses que poco o nada tienen que ver con las aspiraciones y las metas de los países subdesarrollados, y que el grado de concentración es tal que un número limitado de empresarios de empresas transnacionales o de funcionarios de agencias gubernamentales en países desarrollados pueden ejercer una influencia decisiva a escala mundial sobre la naturaleza del avance tecnológico.

Entre muchas formas que asume el avance técnico en la actualidad examinaremos brevemente dos de singular importancia para los países subdesarrollados debido a su efecto en el orden social: los avances técnicos en la producción de bienes y servicios, y los avances en técnicas de comunicación y transporte. Dejamos así de lado avances en los campos de educación, medicina, biología, ciencias de la información, y muchas otras que afectan las interrelaciones entre desarrollo y subdesarrollo, condicionando las posibilidades de avance para los países del Tercer Mundo.

De manera general los avances tecnológicos en la producción de bienes y servicios han permitido aumentar la eficiencia en el uso de los factores de producción y la utilización de materias primas y recursos naturales, y ampliar enormemente la gama de bienes y servicios ofrecidos a los consumidores.

El aumento de la productividad del capital y del trabajo, y de la eficiencia en el uso de materias primas han permitido "hacer más con menos", particularmente en los sectores primario y secundario de la actividad económica. Esto a su vez ha cambiado la naturaleza de la demanda de recursos humanos, tendiendo a una creciente especialización y restringiendo las oportunidades de empleo cuando se utilizan técnicas modernas, particularmente en las industrias manufactureras. Igualmente, la tendencia es hacia la utilización intensiva de capital en plantas de mayor escala que requieren fuertes inversiones y que emplean un número muy limitado de trabajadores altamente calificados. El efecto social de estas tendencias para los países subdesarrollados es obvio: con la utilización de tecnologías avanzadas las posibilidades de generar empleo para la creciente población son cada vez más limitadas y las necesidades de capital aumentan considerablemente. Más aún, la flexibilidad en el uso de recursos financieros, y por ende de la capacidad de ahorro, disminuye notablemente: tales inversiones inmovilizan grandes capitales por muchos años.

La única manera efectiva de hacer frente a estas tendencias es modificar la orientación actual del cambio técnico. Esto a su vez requiere romper el grado de concentración de sus fuentes y realizar un esfuerzo innovativo que lleve a reexaminar conceptos básicos tales como las "economías de escala", y a diseñar procesos productivos que correspondan a las sociedades en que se inser-

tan (sin abandonar por ello las posibilidades de incursionar en el mercado mundial). Nótese que esto no lleva inexorablemente al uso de tecnologías "arcaicas" —o aun "intermedias"— dejadas de lado por los países que se encuentran ya en el umbral de la sociedad posindustrial. Por el contrario, se hace imperativo aplicar conceptos avanzados de ingeniería de diseño tomando en cuenta aspectos sociales y culturales además de variaciones en la disponibilidad de factores de producción, y utilizando la base tecnológica tradicional local como uno de los puntos de partida para el desarrollo de nuevas tecnologías. Estas nuevas tecnologías no tienen por qué corresponder al concepto de "tecnología moderna" de los países altamente industrializados.

Sin embargo, es poco probable que un esfuerzo de innovación tecnológica en este sentido pueda por sí solo llevar a técnicas de producción para los sectores primario y secundario que generen un volumen de empleo compatible con las necesidades que enfrentan la mayoría de los países subdesarrollados. Las posibilidades de generar empleo en gran escala se encuentran probablemente en el sector terciario, incluyendo servicios tales como educación, salud pública, conservación del medio ambiente, y algunas actividades tales como la industria de la construcción y las obras públicas. Es aquí donde encontramos un vacío significativo que no ha sido llenado por las fuentes principales del avance tecnológico en la actualidad y que requiere movilizar la capacidad de innovación de los países del Tercer Mundo. Es posible encontrar algunos ejemplos aislados (servicios médicos en la República Popular China, por ejemplo), pero se hace imperativo examinar en profundidad la posible formulación de una estrategia de empleo para los países subdesarrollados basada en la expansión y la racionalización del sector terciario.

La tendencia a utilizar las materias primas con mayor eficiencia está acompañada en los países y las empresas generadores del avance tecnológico por una sustitución progresiva de materias primas naturales por sintéticos, lo cual tiene serias repercusiones económicas para los países del Tercer Mundo, cuyas economías dependen en gran medida de la exportación de productos primarios. Desde el punto de vista social, el que un país subdesarrollado pierda una fuente importante de divisas por este motivo afecta significativamente la capacidad de inversión en actividades productivas y la generación de empleo.

El ritmo acelerado del avance tecnológico ha permitido, además, ampliar la gama de bienes y servicios ofrecidos a los consumidores, es decir "hacer cada vez más cosas". La diversificación de las actividades productivas aumenta con celeridad y continuamente se crean nuevos productos y procesos cuya demanda es promovida por la doble presión de la oferta y la publicidad. Esto ha alterado radicalmente los patrones de consumo en los países altamente industrializados, y ha dado mayor impulso al

uso de la "obsolescencia planeada" como un componente estratégico en el desarrollo de la actividad empresarial en dichos países. Las empresas transnacionales, por su parte, frecuentemente elaboran una estrategia mundial de mercado que contempla el desplazamiento progresivo de productos de un mercado a otro, siendo los países del Tercer Mundo los últimos receptores de maquinaria, procesos y productos obsoletos. Incidentalmente se observa, además, una expansión en la provisión de servicios de recreación en la medida en que aumenta la proporción de tiempo que los trabajadores en los países desarrollados pueden dedicar a las actividades no productivas.

En resumen, se crea una presión mundial de oferta de productos y servicios cada vez más diversificada, y que tiene escasa relación con los patrones de consumo de la mayoría de la población en los países subdesarrollados. En estos países tal diversificación beneficia sólo a los privilegiados de ingresos más altos, haciendo que sus niveles de vida y sus patrones de consumo se asemejen más a los de los países de donde provienen los avances tecnológicos.

Las posibilidades de "hacer más con menos" y "hacer cada vez más" producen una serie de contradicciones, cuya resolución ha sido acompañada por un desperdicio masivo de recursos naturales y por un proceso de contaminación de la biosfera que ya ha alcanzado proporciones alarmantes. Estos efectos nocivos de un desenfrenado esfuerzo por convertir en ganancias económicas los resultados de avances tecnológicos, sin estudiar adecuadamente los costos sociales y los efectos de segundo orden que acarrearán, han dado lugar a un renacimiento de tendencias malthusianas, a planteamientos que preconizan limitaciones a la industrialización y el uso de recursos naturales y energéticos, y a una acalorada controversia sobre quiénes deben cubrir los costos sociales derivados de una disminución de la tasa de crecimiento en la producción de bienes y servicios a escala mundial.

La influencia de estas corrientes de pensamiento sobre los países subdesarrollados es de capital importancia. No debe aceptarse que en nombre de "impedir que se agoten los recursos de globo" se impongan límites artificiales y trabas al ya escaso crecimiento de sus economías, como tampoco debe aceptarse la posición de que "crecer y desarrollarse necesariamente implica contaminarse". Es perfectamente posible formular una estrategia de desarrollo que incluya la dimensión ecológica como una de sus variables centrales para mantener la calidad de vida a nivel aceptable, lo cual a su vez llevaría a modificaciones en los patrones de consumo y a nuevos retos a la inventiva tecnológica de los países del Tercer Mundo. Por ejemplo, es posible diseñar tecnologías de explotación de bosques tropicales que a la vez que permitan mantener el delicado equilibrio de los ecosistemas

utilicen mano de obra en forma intensiva y generen mayores oportunidades de empleo. Asimismo, es posible elaborar esquemas de localización industrial y regulaciones para el control de emisiones nocivas que permitan un desarrollo industrial que esté en armonía con el mantenimiento de la calidad de la biosfera. Otro ejemplo de singular importancia lo da el transporte urbano, con todos sus efectos sobre la producción y el uso de automóviles, sobre la provisión de transporte colectivo, y sobre la introducción de otros medios de transporte uni o bipersonales (bicicletas por ejemplo).

En resumen, el aumento de la productividad de los factores, la diversificación de los bienes y los servicios producidos, y los efectos nocivos sobre el medio ambiente que estas dos tendencias y sus contradicciones conllevan, caracterizan, desde la perspectiva de la producción de bienes y servicios, el ritmo acelerado del avance tecnológico que se origina en los países desarrollados y en las grandes empresas transnacionales de los mismos. Estas características tienen un profundo efecto social en los países subdesarrollados, condicionando aspectos tales como los patrones de consumo, la capacidad de generar empleo, las necesidades de inversión, las estrategias de conservación del medio ambiente, las posibilidades de competir en el mercado internacional y la necesidad de desarrollar una vigorosa campaña de desarrollo tecnológico autónomo.

En el campo de la comunicación y del transporte internacional los avances tecnológicos se han producido a un ritmo sin precedente. En menos de veinte años los satélites han revolucionado los patrones de interacción social, permitiendo el uso intensivo y global de los medios masivos de comunicación y facilitando la comunicación interpersonal. Esto, unido a la creciente computarización de los sistemas de interconexión y control de las comunicaciones internacionales (tornándolos más flexibles y asequibles), ha hecho prácticamente imposible permanecer aislado de los grandes acontecimientos mundiales. Además, han permitido ampliar notablemente el ámbito de control operativo para las grandes empresas, coadyuvando así a la emergencia de consorcios transnacionales.

Los avances en telecomunicaciones han dado lugar a lo que podríamos llamar el *efecto incorporación* para los países del Tercer Mundo, y en especial para los sectores de ingresos más altos, los cuales encuentran prácticamente imposible permanecer al margen de los grandes acontecimientos mundiales. Acciones bélicas, actos deportivos, reuniones de estadistas, y otros acontecimientos se ven, leen y escuchan diariamente en diversos rincones del globo poco tiempo después de haber ocurrido. Los países del Tercer Mundo se ven así "incorporados" —lo hayan decidido conscientemente o no—; aunque les es posible mantenerse —al menos temporalmente— marginados de tal flujo,

pero el grado de control político necesario para lograrlo se da sólo en contados países. El "efecto incorporación" liga a la gran mayoría de naciones a un sistema mundial de información masiva cuyos canales de comunicación son controlados por grandes empresas transnacionales, y cuyo contenido de programación es principalmente determinado por agencias de publicidad que operan a escala internacional.

El *efecto incorporación* produce una serie de distorsiones en los patrones culturales, de comunicación y de consumo en los países del Tercer Mundo, afectando en mayor grado a los sectores de la población que tienen acceso a la televisión, el radio, las revistas internacionales, los periódicos y otros medios de comunicación masiva. En esta forma se acentúan las desarticulaciones sociales que caracterizan a los países subdesarrollados y se refuerzan los patrones de dependencia de los grupos privilegiados con respecto a los países altamente industrializados. La emergencia de una "élite global consumista" a nivel mundial es uno de los resultados inmediatos del *efecto incorporación*.

Comentarios de orden similar pueden hacerse con respecto a la intensificación del turismo a nivel mundial como resultado de los avances tecnológicos en la industria de la aviación. Sin descartar los posibles efectos beneficiosos de tal intercambio, es necesario examinar en detalle las consecuencias que trae para los países del Tercer Mundo, especialmente para las regiones relativamente más atrasadas, el continuo contacto con visitantes de países mucho más avanzados en el sentido estrictamente material, portadores de hábitos y costumbres muy distintos, y ajenos al contexto social de los países receptores. Alguna vez se habló de estudiar la "contaminación cultural" que tales patrones de interacción social generan.

Este breve examen de algunos aspectos globales del efecto social del ritmo acelerado de cambio técnico en los países del Tercer Mundo ha señalado campos problema a los cuales es menester prestar atención. Cabe destacar que no hemos tocado una multitud de aspectos que se refieren a los efectos del cambio tecnológico sobre los individuos o sobre grupos sociales en los países subdesarrollados. Existe una amplia bibliografía referente a la "modernización" de sociedades tradicionales que trata en profundidad este tema. Nuestra intención fue centrarnos en dos o tres características principales del ritmo actual de cambio técnico, buscando derivar sus influencias sobre los países subdesarrollados en conjunto.

Tomando lo mencionado en consideración, es posible delinear algunas pautas para la acción con objeto de hacer frente a la orientación y el ritmo que toma en la actualidad el proceso de cambio tecnológico. En primer lugar se hace imperativo romper el alto grado de concentración en las fuentes originarias de cambio técnico. Esto requiere una acción concertada por parte

de los países del Tercer Mundo, agrupados en una forma u otra de acuerdo con intereses comunes, regiones geográficas, vínculos culturales, etcétera. La colaboración en materia de ciencia y tecnología es necesaria para superar la masa crítica que permita obtener resultados positivos en la producción de tecnología, para compartir el riesgo de emprender programas de investigación y desarrollo de gran magnitud, para acrecentar el poder de negociación frente a los principales proveedores de conocimientos tecnológicos, y para atacar problemas cuya dimensión escapa a los límites de las fronteras nacionales.

El proceso de intensificar los patrones de colaboración entre países del Tercer Mundo debe hacer hincapié en el desarrollo de tecnologías avanzadas que correspondan más de cerca a sus problemas y sus necesidades. Es decir, se debe intentar llenar los vacíos en el acervo mundial de conocimientos tecnológicos generando tecnologías que permitan resolver los problemas particulares de los países subdesarrollados, los cuales hasta el momento no parecen interesar mayormente a los países desarrollados y a las empresas transnacionales en donde se origina el cambio técnico en la actualidad. Una cuestión de particular interés sería la posibilidad de organizar una estrategia de empleo basada en el diseño de nuevas técnicas para el sector terciario de la actividad económica.

En segundo lugar, el desarrollo de una capacidad de identificación, previsión, análisis y evaluación de los efectos del ritmo actual del cambio tecnológico sobre los países del Tercer Mundo se hace impostergable. Tal capacidad se ha concentrado hasta el momento en los países desarrollados y en las empresas transnacionales que originan el cambio técnico.

Los países del Tercer Mundo han sido afectados por cambios técnicos sin realmente comprender su naturaleza, apreciar sus efectos y aun sin entender que las direcciones que toma su propio desarrollo están sujetas en gran medida a la influencia de las fuentes generadoras del cambio técnico. Pese a que en muchos casos existen ya procedimientos para examinar los efectos sociales asociados con la introducción de innovaciones tecnológicas, tomando en cuenta incluso las modificaciones en el orden institucional que las acompañan, los países del Tercer Mundo rara vez se han detenido a examinar tales efectos. Nuevas plantas industriales se erigen en zonas rurales sin una apreciación de los posibles efectos de orden social y cultural, se adoptan métodos de transporte y comunicación sin entender sus repercusiones, se plantean esquemas de desarrollo urbano y de infraestructura vial sin examinar la dinámica de intercambio y migración entre el campo y las zonas urbanas, se promueven nuevas técnicas de producción en la agricultura sin examinar su relación con los patrones culturales y sociales preexistentes, etcétera. La lista de las acciones tomadas sin examinar debidamente los efec-

tos indirectos podría extenderse indefinidamente, sobre todo cuando se toma en cuenta la dimensión ecológica. Precisemos que esto no significa postergar toda acción orientada hacia el desarrollo en pro de un estudio exhaustivo de sus posibles efectos. Esto sería tan absurdo como la posición que preconiza actuar pensando sólo en resultados inmediatos y sin examinar consecuencias de segundo orden. Lo que se requiere es desarrollar la capacidad de "aprender haciendo" y de realizar tareas de investigación orientadas hacia la acción.

El desarrollo de tal capacidad debe llevar a identificar, anticipar y bloquear los aspectos del ritmo acelerado del cambio tecnológico que pueden tener un efecto nocivo sobre los objetivos y la estrategia de desarrollo previstos.

Por otro lado, se hace imperativo estudiar aquellas características del proceso actual de cambio técnico que pueden ser beneficiosas y coadyuvar a la puesta en práctica de una estrategia de desarrollo.

Mientras los países del Tercer Mundo no adquieran la capacidad de examinar los efectos del ritmo y la orientación del cambio técnico impuesto por las potencias y las unidades económicas transnacionales dominantes, será imposible realizar esfuerzos que permitan la elaboración y la puesta en práctica de una estrategia de desarrollo, dado que uno de sus principales determinantes externos —la disponibilidad mundial de conocimientos tecnológicos— no sería tomado en cuenta explícitamente.

Segunda Parte

CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO
LATINOAMERICANO

8. ESBOZO HISTÓRICO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA AMÉRICA LATINA

I. INTRODUCCIÓN

ESTAS notas tienen por objeto ofrecer una visión global y sucinta del desarrollo histórico de la ciencia y la tecnología en la América Latina. Han sido preparadas como parte de un trabajo más amplio, desarrollado por el autor en el marco del Proyecto sobre Instrumentos de Política Científica y Tecnológica (STPI),¹ y constituye sólo un insumo parcial para un examen del papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de la América Latina. El marco conceptual general que está detrás de estas notas ha sido desarrollado inicialmente en otro trabajo del autor (Sagasti, 1977).

La parte principal del ensayo está dedicada a esbozar la forma en que la ciencia moderna fue introducida en la América Latina, partiendo de la situación existente antes de la llegada de los españoles y los portugueses; examinando luego las características de la actividad científica en la Península Ibérica, pasando a reseñar el efecto de la Ilustración, y concluyendo con un somero análisis de las ideas positivistas. La segunda sección trata sobre el surgimiento de las actividades científicas vinculadas a la industria y sus proyecciones hasta el periodo que sigue a la segunda Guerra Mundial. En otros trabajos, que se encuentran en preparación actualmente, abordaré el tema de la vinculación entre la evolución de la ciencia y la tecnología y el desarrollo económico latinoamericano, así como el de la periodización de tal desarrollo.

II. EL SURGIMIENTO DE LA CIENCIA EN LOS PAÍSES DE LA AMÉRICA LATINA

Al examinar la forma en que fue introducida la ciencia occidental en los países de la América Latina, conviene empezar con una somera revisión de la situación local imperante al momento de iniciarse la expansión de la ciencia occidental.

En la América Latina las civilizaciones prehispánicas de México (azteca, maya) y de los Andes (inca) habían alcanzado importantes niveles de desarrollo material, social e intelectual antes

¹ Véase "The evolution of sciences and technology in the STPI countries", Part II, Modules, Ottawa, International Development Research Centre (en prensa). En el presente ensayo se han eliminado las referencias al Medio Oriente, la India y el sudeste asiático.

de que los conquistadores irrumpieran en la escena local durante la primera mitad del siglo xvi. Los logros agrícolas, arquitectónicos y de ingeniería de estos pueblos han sido ampliamente reconocidos, como lo han sido sus formas de organización social que, como fue el caso en la región andina, garantizaron la subsistencia y el bienestar material de la población. Murra (1975) ha descrito cómo los grupos étnicos locales, bajo la hegemonía del imperio incaico, imbricaron sus conocimientos sociales con los tecnológicos para asegurarse la adecuada utilización de las diversas condiciones ecológicas de las regiones costeras, serranas y selváticas del antiguo Perú. Patiño (1965) ha señalado que a pesar de las dificultades existentes para la actividad agrícola no hay testimonio de hambrunas masivas y prolongadas en el mundo precolombino.

Aunque todas las altas civilizaciones de Mesoamérica y Sudamérica mantuvieron registros bastante precisos de sus observaciones astronómicas, generalmente en relación con actividades agrícolas, fueron los mayas quienes más desarrollaron las habilidades de la observación sistemática. Esto está estrechamente vinculado al hecho de que los mayas pudieron desarrollar un lenguaje escrito, útil para el registro y el estudio de los acontecimientos siderales. El desarrollo matemático, que incluyó el empleo del cero, y el astronómico, que comprendió el uso de tablas para la predicción de eclipses, estuvieron relacionados con enfoques astrológicos y religiosos, con los sacerdotes desempeñando el papel principal en la acumulación y la transmisión del conocimiento (Piña Chan, 1973).

Es así como antes de la llegada de los conquistadores españoles las antiguas civilizaciones americanas habían logrado elaborar una base sustantiva de conocimientos desarrollados a través del tiempo, partiendo de la experiencia directa y del dominio personal de oficios y actividades artesanales, y evolucionando hacia la transmisión oral y escrita de conocimientos empíricos y especulativos (Ballesteros Gabrois, 1968, pp. 27-37 y 115-125).

Entre los primeros cincuenta y cien años de la conquista se produjo un complejo proceso de aculturación, que comprendió un mutuo intercambio de conocimientos, productos y técnicas. Los conquistadores aprendieron a operar en un medio extraño, y trajeron con ellos un bagaje cultural y técnico que fue adaptado a la situación americana, a la vez que muchos productos y plantas fueron transferidos de América a Europa (Crosby, 1972; Ballesteros, 1968). El efecto de la conquista española pasmó la evolución gradual y el desarrollo del conocimiento práctico y especulativo en América, desquició la urdimbre social, y condujo al entrecruzamiento y a la incómoda coexistencia de tradiciones tecnológicas europeas y locales, particularmente en la agricultura.

El cuadro general resultante de una visión de las actividades

tecnológicas y especulativas en la América Latina antes de la llegada de la ciencia occidental, sugiere que se contó con una base tecnológica local bien desarrollada, encaminada principalmente a la producción artesanal, a las obras arquitectónicas y de ingeniería y a la realización de tareas agrícolas. En algunos campos prevalecieron formas desarrolladas de organización social, y el pensamiento especulativo había alcanzado, al menos en la cultura maya, un nivel importante.

La introducción de la tecnología occidental en la América Latina causó un serio desquiciamiento de la tradición tecnológica local y llevó a una significativa pérdida de variedad de respuestas tecnológicas locales, pese a lo cual la tradición tecnológica local logró sobrevivir de un modo u otro. El planteamiento de Ravines (1976) respecto a la tecnología andina bien podría ser aplicado a otras regiones:

Muchas de las industrias practicadas durante la época prehispánica han sobrevivido sin cambios o con ligeras modificaciones hasta nuestros días. Cuando se recuerda cómo las prácticas artesanas fueron transmitidas de maestros a aprendices, de padres a hijos, y que por centurias, a veces milenios, han sobrevivido métodos de construcción o de manufactura, hay que suponer, entonces, que su desaparición fue exclusivamente consecuencia de una ruptura drástica en la tradición cultural... suficiente para alterar la armoniosa relación establecida a través de las edades entre hombre y naturaleza.

En los Andes centrales, hoy, pese a los quinientos años de cultura hispánica, no es difícil aún apreciar esta continuidad cultural. En muchas partes del territorio, particularmente en la zona que ocuparon las antiguas culturas peruanas, el cuadro es particularmente claro, y sin mucho esfuerzo podrían obtenerse datos de primera mano sobre las artes e industrias indias que el arqueólogo ha reconstruido laboriosamente de evidencias fragmentarias (Ravines, 1976, p. 158).

La cultura de Europa Occidental, y la perspectiva científica que la acompañó, fueron sobreimpuestas a la civilización local tradicional de las regiones conquistadas. En este proceso, la situación cultural y científica de la potencia colonizadora, así como la circunstancia cronológica de la colonización, afectaron de manera profunda la forma en que habrían de implantarse los modos de pensamiento europeos en las nuevas colonias. Es necesario también tomar en cuenta que la conquista de América se realizó durante el Renacimiento, cuando la revolución científica se encontraba en embrión, y que la colonización de América habría de hacer importantes aportes a la transformación de Europa durante el periodo de la revolución científica, no sólo en términos de recursos sino también en términos de problemas de

orden científico y moral, que estimularon el desarrollo de las ideas europeas en este periodo (Cohen, 1960).

España desempeñó un papel clave en la transmisión del conocimiento clásico a Occidente (Vernet, 1978), y permaneció en estrecho contacto con los grandes centros del humanismo italiano. El descubrimiento de América, con las grandes tensiones intelectuales y sociales que ocasionó, así como los estrechos vínculos mantenidos por España con otros centros europeos, contribuyeron a preparar el terreno de la revolución científica y tecnológica que habría de aparecer en Europa unos decenios después.

Sin embargo, esta situación empezó a modificarse radicalmente a partir del último tercio del siglo XVI. López Piñero (1969) ha planteado que esto se debió a tres motivos: el triunfo de la contrarreforma en España, con el consecuente predominio del escolasticismo y la imposición del aislamiento ideológico (como en el caso de la prohibición, decretada por Felipe II de que los españoles estudiaran o enseñaran en el extranjero); la obsesión por los asuntos prácticos, no del todo desvinculada de las tensiones sociales surgidas de la conquista de América, que concentró los esfuerzos en el desarrollo del conocimiento aplicado en detrimento de la ciencia abstracta,² y el exterminio de la comunidad judeo-española, que durante la Edad Media había sido el grupo social más importante desde el punto de vista de las actividades científicas, y que pudo haber suministrado un canal para empalmar la tradición medieval y los avances del Renacimiento con la aparición de la ciencia moderna en el siglo XVII.

Por estos motivos, España estuvo ausente de los grandes desarrollos científicos del periodo posrenacentista. Según López Piñero (1969)

... puede dividirse la ciencia española del siglo XVII en tres periodos distintos. Durante el primero, que corresponde aproximadamente al tercio inicial de la centuria, nuestra actividad científica fue una mera prolongación de la renacentista, completamente de espaldas a los nuevos planteamientos. El segundo periodo, que comprende, a grandes rasgos, los cuarenta años centrales del siglo, se caracteriza por la introducción, en el ambiente científico español, de algunos elementos modernos, que fueron aceptados como meras rectificaciones, o simplemente rechazados. Solamente en las dos últimas décadas del siglo, rompieron abiertamente algunos autores españoles con los esquemas clásicos e iniciaron la asimilación sistemática de las nuevas corrientes (p. 23).

² Sin embargo, esta obsesión por asuntos prácticos no fue acompañada por una valorización del trabajo manual, y no sirvió de base para el desarrollo de la ciencia experimental. Estas contradicciones aparentes en el desarrollo de la ciencia española se destacan en la antología *La polémica de la ciencia española*, Madrid, Alianza Editorial, 1970.

Como resultado de esto España se mantuvo al margen de los desarrollos europeos del siglo xvii, que fue precisamente el periodo formativo de la ciencia moderna. Su distanciamiento de las propias tradiciones medievales y renacentistas le impidió, un siglo más tarde, aprovechar anteriores desarrollos con el fin de amalgamarlos con las nuevas ideas y emprender con vigor diversas empresas científicas. López Piñero también apunta que fue sólo después de 1682 que comenzó una tímida reacción de la sociedad española contra la "deshonra legal" del trabajo manual, noción que fue preciso rechazar para incurrir en actividades experimentales y desarrollar una ciencia vinculada a la industria.

Esta situación no pudo sino afectar la naturaleza de las actividades intelectuales de las colonias españolas. El rígido control central, que se mantuvo durante los primeros dos siglos del periodo colonial, y la intensa influencia de las órdenes religiosas, limitaron seriamente el espectro de actividades científicas entendibles y emprendidas. Similar situación prevaleció en Portugal, aunque con un carácter más extremo, lo que afectó aún más negativamente el desarrollo de la actividad intelectual del Brasil. En cambio, durante el breve periodo de dominio holandés en Pernambuco, entre 1630 y 1654, llegaron a este último país muchos científicos, que partieron con la vuelta de los portugueses (Stepan, 1976).

Pese a que durante el periodo colonial muchos científicos europeos visitaron las colonias, éstos no consideraron sus actividades como algo integrado a la incipiente comunidad intelectual local. Es así como, en la América Latina, tras el renacimiento científico ocurrido en España durante el reinado de Carlos III, a fines del siglo xviii, la mayoría de los científicos, tanto europeos como locales, vivía con los ojos puestos en los asuntos científicos de Europa. La opinión de Safford (1976) respecto a la investigación de dos naturalistas franceses en Colombia a comienzos del siglo pasado (luego de la independencia) apunta a una situación representativa de los intereses de la mayoría de los científicos durante el periodo colonial:

Sin embargo, una vez observados los fenómenos y reunidos los especímenes, los científicos europeos volvían de manera natural a las comunidades científicas que habían dejado y que eran las que suministraban sus marcos de referencia profesionales; Bousingault y Roulin nunca consideraron su viaje al Nuevo Mundo algo más que un trabajo de campo ampliado (p. 103).

Estas consideraciones señalan que la preocupación de los europeos por las actividades científicas en las colonias fue vista principalmente como una extensión de la empresa científica local de sus propios países, y que tras las investigaciones más

aplicadas existían motivaciones utilitarias, todo lo cual se adecua al modelo que Basalla (1967) ha descrito como "ciencia colonial", sin haber llegado a contribuir al establecimiento de una tradición intelectual y científica independiente y acumulativa.

A pesar de todo esto, la ciencia logró un cierto desarrollo en las colonias de la América Latina, donde tuvo un carácter más práctico. Roche (1976a) ha señalado que:

Las motivaciones de la ciencia hispanoamericana en el período colonial fueron eminentemente prácticas, y esto se ve óptimamente ejemplificado por el proceso de amalgamar, en el siglo XVI, las expediciones botánicas, los estudios antropológicos de Bernardino de Sahagún, la adaptación de muchas especies de plantas y animales procedentes de Europa, y la fundación del Real Colegio de Minería en México, en el siglo XVIII, y en la expedición que trajo la vacuna, a comienzos del siglo XIX (p. 807).

Las primeras empresas científicas fueron obra de unos cuantos hombres de talento que trabajaron aislados, y la historia de la ciencia ha tenido hasta ahora, en la América Latina, un enfoque biográfico, descriptivo de la vida y la obra de estos científicos destacados. (Babini, 1963; Bateman *et al*, 1971; Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, 1965; Trabulse, 1974; de Gortari, 1973; Stepan, 1976; López Sánchez, 1964). Un factor de gran importancia en la introducción de la ciencia occidental, aunque tamizado por la religión, fue el esfuerzo de las órdenes religiosas, especialmente de los jesuitas, quienes tuvieron una posición preponderante en la educación en los territorios españoles y portugueses durante el siglo XVII y parte del XVIII, en que fueron expulsados. Su interés en promover una educación superior y una formación científica, que derivó en la fundación de muchos colegios y universidades, tenía claros nexos con su estrategia general de "conquista espiritual". Sobre esta cuestión ha dicho Steger (1974) que:

La diferencia fundamental entre el sistema educativo de los jesuitas y los anteriores reside en el hecho de que... la formación científica no fue considerada —como en la época humanista— un valor en sí, sino más bien un arma de la cruzada misionera contra herejes y paganos (p. 182).

Los jesuitas no tardaron en hacerse del monopolio de la educación en los colegios, instituciones previas al nivel universitario, a través de las cuales controlaron el acceso al sistema universitario mismo, y en cuyas disciplinas y en cuyos métodos de enseñanza lograron influir. Su distancia del centro del poder español les concedió algún margen en el acceso a las obras de los científicos europeos contemporáneos de aquella época. Refiriéndose al colegio jesuita de San Pablo, en Lima, que controlaba el acceso a la

Universidad de San Marcos y era el centro jesuita latinoamericano para la distribución de libros, Martin (1968) anota que,

Los intereses científicos de los jesuitas de San Pablo no se circunscribían a la economía, la agricultura, la geografía y la astronomía. En aquella lejana y somnolienta ciudad existía un grupo de hombres interesados e informados sobre los últimos desarrollos científicos europeos... los estantes de la biblioteca de San Pablo albergaban la *Opera Omnia* de Newton... los jesuitas de San Pablo recibían y leían... publicaciones francesas (de la Académie des Sciences)... y estaban además conscientes de la existencia y de las actividades de la *Akademie der Wissenschaften*, que funcionó en Berlín desde 1711 bajo la presidencia de Gottfried Wilhelm von Leibniz... El lector proclive a lo científico tenía también a su disposición los cincuenta y ocho tomos en italiano de una obra titulada *Nueva colección de panfletos científicos*...

El interés científico de los jesuitas de San Pablo era más que especulativo y hacia mediados del siglo XVIII ya habían formado un pequeño laboratorio científico en la parte trasera de la biblioteca. Así lograron probar, con máquinas matemáticas y físicas importadas de Europa, las nuevas teorías científicas (pp. 93-95).

Esto indica que hubo algunos pocos centros de actividad intelectual que trataron de mantenerse al día con los nuevos desarrollos de Europa. Sin embargo, la animosidad entre jesuitas y autoridades universitarias, y la subordinación de los intereses científicos a los espirituales, impidieron la expansión de las ideas cultivadas en estos núcleos religiosos al resto de la sociedad colonial.

La fundación de las universidades hispanoamericanas fue un factor clave en la introducción y la conservación de algún tipo de tradición intelectual, principalmente escolástica. Sin embargo, al resistir todo cambio más adelante, particularmente en el curso de los siglos XVIII y XIX, ellas pasaron a ser bastiones de ideas conservadoras y retrógradas. Se ha señalado que la fundación de universidades en la América hispánica poco después de la conquista no fue un acontecimiento predecible o natural (Steger, 1974) y que su instalación fue producto de diversas suertes de presiones de los inmigrantes españoles a las colonias. Según Konetzke (1968)

Los motivos del trasplante de la universidad europea al nuevo mundo provienen, esencialmente, de la configuración y de las necesidades de la propia vida colonial. Había entre los círculos eclesiásticos y laicos de la población española americana un probado deseo de poseer sus propias instituciones de educación superior (p. 169).

La universidad hispanoamericana sufrió en el periodo colonial una serie de modificaciones, pero el dominio religioso y la predominancia de ideas conservadoras —entre otros factores— le impidieron ampliar y desarrollar las nuevas ideas científicas que iban apareciendo en Europa. Sin embargo, la universidad desempeñó un papel de cierta importancia en la difusión de las ideas asociadas con la Ilustración en los últimos decenios del siglo XVIII, especialmente luego de la pérdida de la posición dominante de los jesuitas en la educación superior. En el Brasil la situación fue diferente, ya que los portugueses no fundaron allí universidades sino hasta el siglo XX (aunque en el siglo XIX se fundaron escuelas superiores con rango de universidad), y la Universidad de Coimbra continuó como el principal centro intelectual del mundo lusitano.

La Ilustración alcanzó a la América española y portuguesa en la segunda mitad del siglo XVIII, y lo hizo con fuerza explosiva. Los cambios iniciados por los administradores borbones abrieron las puertas españolas y coloniales a las nuevas ideas. Los dominios españoles intentaron ponerse al día con la ciencia europea; en Lima, por ejemplo, el virrey aprobó, en 1771, un nuevo plan de estudios que incluía las enseñanzas de Leibniz, Bacon, Gassendi y Descartes (Arciniegas, 1965). Más o menos por la misma época llegaron a Bogotá las ideas copernicanas, y a través de todo el continente las universidades iniciaron una transformación que modificó el tradicional dominio de la teología y la filosofía, y que introdujo una perspectiva “científica” en la enseñanza de disciplinas como la botánica, la medicina y las ciencias físicas (Steger, 1974).

Lanning (1961) subrayó el grado en que tuvo éxito, hacia fines del siglo XVIII, este esfuerzo por ponerse al día con Europa:

Lo cierto es que en lugar de una brecha cultural de tres siglos entre Europa y las colonias americanas, separaba a estos dos continentes un hiato de aproximadamente una generación, entre innovador europeo y académico americano. Aun los argumentos respecto de una brecha constante y general entre las atrasadas universidades europeas y las inactivas universidades americanas, cesaron de tener verosimilitud a medida que se fue aproximando el año 1800. En efecto, a medida que fue pasando el siglo XVIII la brecha fue cerrándose... Entre 1780 y 1800, con concesiones al transporte y al aislamiento, tal brecha dejó de existir... En realidad entonces los americanos no recibieron propiamente la Ilustración, sino que la reprodujeron de las fuentes mismas empleadas por sus exponentes europeos (páginas 89-90).

Aunque tanto Lanning como Arciniegas precisan que hubo algunos antecesores de la Ilustración en América, inspirados principalmente por los franceses, y que los avances se dieron a

un ritmo muy acelerado, el impulso principal vino de fuera y el progreso intelectual no conoció una amplia difusión en la sociedad. La formulación de Safford (1976) para Colombia puede ser considerada representativa de la situación científica general de la América Latina en los decenios que precedieron a la Independencia:

El impulso inicial de introducción de las orientaciones científicas y tecnológicas vino de fuera. Los administradores borbones españoles alentaron la instrucción científica y técnica, a la vez que los científicos europeos, llegados para investigar los fenómenos naturales del territorio, despertaron el interés científico de algunos pobladores locales. En los últimos dos decenios del periodo colonial, un puñado de criollos, con apoyo de la corona, se dedicaba activamente a la investigación científica —especialmente al acopio de datos sobre el medio ambiente— y a la difusión del conocimiento científico moderno en la sociedad (p. 83).

El trauma que representó la Revolución Francesa para España produjo algunos intentos de cortar el flujo de ideas revolucionarias, asociadas con la Ilustración, a los territorios americanos. Sin embargo, la independencia de las colonias americanas estaba ya en ciernes y tales intentos demostraron ser tardíos. Empero, a pesar de que el fluir de ideas no se redujo significativamente, y de que ingleses y franceses cobraron nueva influencia en las Américas, las guerras de independencia resultaron un marco demasiado agitado para la incipiente y embrionaria comunidad científica. Lanning (1961) sostiene que "...en vez de acelerarse con aquellas guerras, la Ilustración, que ya era una realidad en curso medio siglo antes de que ellas estallaran, conoció en muchos aspectos un retroceso de veinte a treinta años" (p. 77). Safford (1976) es más explícito sobre este punto al tratar el caso colombiano:

Sin embargo, el trauma y el triunfo de la Independencia abortaron el desarrollo de una *élite* científica y tecnológica local. En el siglo XIX la actividad científica recibió aprobación formal, pero ningún apoyo institucional. La inestabilidad política privó a la república de los recursos necesarios para apoyar la investigación o la instrucción científica en grado significativo. Pocos individuos pudieron seguir carreras científicas, y carecieron del refuerzo de una comunidad de pares (p. 83).

La Ilustración y las guerras de la independencia también afectaron la estructura del sistema universitario. Steger (1974, pp. 256-257) ha sugerido que en el ámbito dominado por el espíritu urbano de la "burguesía comercial" predominó una versión radical de la Ilustración, principalmente derivada de las obras de

los enciclopedistas, mientras que en el ámbito de la "hacienda", determinado por el pensamiento rural, triunfó la Ilustración conservadora, para lo cual, en última instancia, el *Contrato social*, de Rousseau, era algo así como una versión secularizada del "contrato político" del jesuita Francisco Suárez. Estas dos corrientes habrían de coexistir todo el periodo posterior a la emancipación, y sus interacciones y sus conflictos habrían desempeñado un papel decisivo en la conformación de la fisonomía social de la América Latina. Tal división es también perceptible en el ámbito universitario, la primera corriente asociada con las universidades "nacionales" laicas de perspectiva internacionalista, y la segunda vinculada a las universidades católicas, de perspectiva más americanista.

La situación fue algo distinta en el Brasil, pues allí la Ilustración llegó en la segunda mitad del siglo XVIII a través de los esfuerzos del Marqués de Pombal, que expulsó a los jesuitas e inició una reforma profunda del sistema educativo. En los años 1770 fue fundada una sociedad científica, iniciado un pequeño jardín botánico y realizada una serie de experimentos científicos. El traslado de la corte real de Portugal de Lisboa a Río de Janeiro en 1808 tuvo como consecuencia una profunda transformación de la sociedad brasileña y proporcionó renovado estímulo para las actividades literarias y científicas (Stepan, 1976).

Los decenios cuarto y quinto del siglo XIX, o sea aquellos que siguieron a la emancipación, fueron periodos de luchas intestinas, inestabilidad política y dificultad económica para las nuevas naciones de la América Latina. Entre las conmociones latinoamericanas de la época es posible identificar: la lucha entre "centralistas" y "federalistas" en México; los avances y los retrocesos sociales e intelectuales de la Argentina, bajo Rivadavia y Rosas, respectivamente, y los conflictos internos del Perú, que determinaron la secesión de Bolivia, y las incesantes pugnas por el poder en Colombia. Todo esto conspiró contra el crecimiento ordenado y acumulativo de las actividades científicas en las repúblicas latinoamericanas. A pesar del ya mencionado carácter de excepción de la experiencia brasileña, lo planteado por Babini (1963) para la Argentina bien podría servir como resumen de la situación del continente en este periodo:

Con la caída de Rosas se cierra un ciclo de la vida cultural argentina, ciclo cuyos signos precursores pueden verse en las gestiones de un virrey progresista... pero que culmina... cuando una nueva Argentina despierta y dirige sus miradas hacia la "iluminada Europa" con ansias de incorporar a su seno los beneficios de la "Ilustración" y los "progresos del conocimiento", y cuando por primera vez vientos europeos traen a la Argentina una leve corriente científica.

Pero la debilidad del esfuerzo sucumbe ante las condicio-

nes políticas adversas, y al finalizar el primer tercio del siglo, las actividades culturales declinan y las instituciones científicas argentinas se aletargan.

En la Argentina de entonces, sus dos universidades, su museo, su biblioteca, yacen muertos, inertes, y mientras algunos naturalistas europeos recorren su suelo como aves de paso, un naturalista francés cuida su jardín en un rincón correntino y un naturalista argentino desentierra fósiles en las barrancas de Luján (pp. 39-40).

La segunda mitad del siglo XIX presentó un renacimiento científico en toda la América Latina, asociado tanto a la creciente influencia del positivismo como al logro de condiciones económicas y políticas más estables. Estas últimas constituyeron en gran medida reflejo del modo en que las economías latinoamericanas fueron integradas a la férula de un capitalismo en expansión, y la manera como encontraron su lugar como proveedores de materias primas en el marco de la división internacional del trabajo, que acompañó a tal expansión.

Las ideas positivistas tuvieron gran influencia en la vida intelectual y política de las naciones latinoamericanas. Las diversas ramas del positivismo, que en Europa habían interactuado estrechamente, penetraron en diversos países latinoamericanos y fueron adaptadas a las condiciones locales imperantes, con poco contacto posterior entre ellas. El positivismo modificó la forma de pensar, la religión, la educación, la política e incluso la filosofía, y tuvo además gran efecto en el desarrollo de las ciencias aplicadas.

No sorprende, si se toma en cuenta el estado de relativo atraso científico de la América Latina en la primera mitad del siglo XIX, que el ideal positivista se haya adelantado al desarrollo de la ciencia experimental. Ardao (1971) ha señalado que:

La principal diferencia entre el positivismo latinoamericano en su conjunto, y el europeo, también en su conjunto, reside en que el primero anticipó y precipitó la cultura científica, en vez de ser, como en Europa, una resultante del pensamiento científico.

En Europa el positivismo evolucionó como una filosofía del científicismo. Se desarrolló como una reacción contra la filosofía, como consecuencia natural del triunfo de las ciencias naturales positivas... De Saint Simon a Comte el positivismo pasó a ser una doctrina establecida durante la primera mitad del siglo XIX, cuando la teoría científica desarrolló una elevada perspectiva histórica y al multiplicarse, durante la revolución industrial, la aplicación práctica de los procesos científicos...

En la América Latina el proceso fue exactamente al revés. El positivismo científico no se originó a partir de la ciencia: fue la ciencia la que se generó a partir de la experiencia científica, estableciéndose así un modelo al que podemos

acudir al tratar de establecer la ciencia en la América Latina con ayuda del positivismo como herramienta ideológica.

Cuando las doctrinas positivistas empezaron a llegar a Latinoamérica, en la segunda mitad del siglo XIX, nuestros países adolecían de una falta total de cultura científica en el sentido de un conocimiento experimental físico-matemático. Por lo tanto, las doctrinas positivistas fueron más allá de la adquisición de nuevos conocimientos; implicaron la adopción de una nueva metodología: la de las ciencias naturales. Los patrocinadores del positivismo empezaron predicando la introducción de tales ciencias y su enseñanza en nuestros centros culturales, que entonces se encontraban bajo la influencia de la teoría romántica sobreimpuesta al neoclasicismo, sin contradicción alguna con la mentalidad metafísica tradicional (pp. 12-13).

La influencia del positivismo en la política es transparente en el caso mexicano. Las reformas políticas introducidas a partir de 1860 y continuadas en los siguientes decenios estuvieron estrechamente vinculadas al movimiento positivista. Gortari (1973) ha vinculado el desarrollo de las ideas positivistas con la emergencia del capitalismo, y ha mostrado cómo ambos se insertaron en el escenario mexicano y la parte que les cupo en diversos conflictos políticos. El positivismo fue considerado "un invaluable instrumento para el mantenimiento del orden" y el Partido Liberal vio en la implantación del positivismo un medio de sustituir a la iglesia, pero sin alterar fundamentalmente la estratificación social del país. De este modo el positivismo tuvo un extraño efecto en la sociedad mexicana. Por un lado proporcionó a la burguesía local emergente el aparato ideológico necesario para remplazar a la iglesia e instaurar su propio orden social conservador. Así pues, según Gortari, la burguesía mexicana trató de "imponer la obediencia ciega a los dictados de la ciencia, cuyo usufructo se confiaba, en monopolio, a una minoría privilegiada, al servicio del régimen político y económico y, para ello, se intentaba extender la instrucción a todas las clases sociales" (pp. 80-81). Por otro lado, como ha señalado el mismo autor, "...es indudable que la reforma positivista dio un impulso formidable a la enseñanza y que, al mismo tiempo, con ella se establecieron, por fin, en México, las condiciones elementales para el cultivo de la ciencia moderna" (1973).

Sin embargo, a medida que el siglo avanzó y llegó a su término, los liberales, que habían introducido las ideas positivistas en México y que las habían empleado como fundamento de su credo político, se fueron compenetrando cada vez más con el aparato gubernamental, volviéndose cada vez más retrógrados en su perspectiva social. Esto afectó el sistema educativo y llevó al estancamiento de la ciencia, al extremo de que Gortari (1973) afirma que:

Para el año 1900 la ciencia que había sido, sin duda alguna, uno de los elementos integrantes del programa de la Reforma Liberal de México, estaba reducida a su enseñanza muerta y era empleada como elemento mágico dentro de la política del llamado "partido científico". Y, lo que es más, se había transformado en parte integrante de la concepción religiosa de una nueva organización eclesiástica, que los positivistas "ortodoxos" pretendían neciamente formar (p. 82).

Es así como en cuarenta años los seguidores del positivismo en México lograron dar una vuelta de ciento ochenta grados y regresar casi a la situación inicial, pero esta vez con la "ayuda" de las ideas científicas. Esto generó una violenta reacción contra el "partido científico" y de modo indirecto contra las propias ideas científicas, a pesar de que los herederos de la Reforma Liberal habían abandonado hacía tiempo los principios básicos del positivismo, reduciendo la enseñanza de las ideas científicas a un mero ejercicio formal (Raaf, 1977).

El positivismo también llegó a la Argentina, el Brasil, Centroamérica, Uruguay, Chile y el Perú,³ aunque su influencia se dejó sentir más en la Argentina, el Brasil y México. La difusión del positivismo coincidió con importantes transformaciones del sistema universitario del continente, que pasó a conformar lo que Steger llama una "universidad de abogados", con hincapié en el entrenamiento profesional.

La última parte del siglo XIX presentó una imagen mixta del estado de la aventura científica en la América Latina, que había sido estimulada por las ideas positivistas y por la creciente demanda de insumos técnicos provenientes de economías en expansión y de industrias en incipiente crecimiento. Sin embargo, diversos problemas de carácter político, económico e institucional, como los recién descritos en el caso mexicano, impidieron el pleno desarrollo de una tradición científica acumulativa. En la Argentina, por ejemplo, tres decenios de significativos avances científicos, de 1860 a 1890, fueron seguidos por un periodo de declive de la ciencia pura, mientras que los campos técnicos y económicos registraron avances sustantivos. La "crisis de los 1890" en la ciencia argentina estuvo constituida por este contraste entre una ciencia estacionaria y una tecnología floreciente. Según Babini (1963)

... [esta crisis] puso de manifiesto cómo en pos de un afán utilitario y de un interés material y al compás de un aluvión inmigratorio creciente las actividades técnicas y económicas se impusieron y absorbieron las actividades intelectuales, posponiendo toda preocupación hacia la ciencia

³ Véanse los artículos de Arciniegas, Ardao, Cruz Costa, Zea y Romero, R. L. Woodward (comp.), 1971.

pura, y trabando toda iniciativa en favor de las investigaciones desinteresadas.

Se cayó así en el error de adoptar y absorber las aplicaciones de la ciencia antes que la ciencia misma, sin advertir que detrás del excitante esplendor del progreso industrial y técnico se oculta, ineludiblemente, el trabajo puro y desinteresado, que en medida decisiva contribuye a aquel progreso (pp. 75-76).

El estado de dependencia científica y tecnológica de la América Latina era bastante significativo, y puede ser mejor ejemplificado acudiendo a la situación de Colombia en los años de 1880, situación que se mantuvo inmodificada hasta fines de aquel siglo. Según Safford (1976).

Hasta los años 1880 Colombia se encontraba en una inconfundible relación colonial con los centros científicos de Occidente. Todas sus ideas científicas y técnicas se originaban en el extranjero, y muchos de sus ingenieros o instructores científicos eran, o extranjeros, o educados en Europa y los Estados Unidos. El apoyo institucional a la actividad científica y técnica nacional era casi inexistente. Tras 1880 la dependencia técnica colombiana siguió siendo evidente, pero los colombianos con entrenamiento técnico empezaron a avanzar por lo menos hacia una autonomía marginal (página 145).

La situación del Brasil, que había gozado de un proceso más sostenido de desarrollo institucional a lo largo del siglo XIX, fue representativa de un país que había alcanzado una etapa superior en el desarrollo de las actividades científicas, y ha sido caracterizada por Stepan (1976) de la siguiente manera:

...hacia 1900 el número de pequeñas instituciones científicas era creciente, y los recursos de varias de ellas habían mejorado. También había crecido el número de científicos extranjeros que trabajaban en el Brasil, muchos de ellos bajo contratos gubernamentales, y ellos contribuyeron a despertar una actitud más desinteresada ante la ciencia... Lentamente fueron multiplicándose las oportunidades de seguir carreras científicas, especialmente en la medicina y la ingeniería.

Sin embargo, a pesar de este "despertar"... la organización científica era reducida, y no había porción de la estructura educativa o científica del país capaz de producir o entrenar científicos investigadores de manera sistemática. La originalidad en ciencia continuaba siendo producto del esfuerzo individual, del entrenamiento europeo, y a menudo, de una fortuna personal... La institucionalización de los valores científicos distaba mucho de haberse completado, especialmente en las burocracias gubernamentales encargadas de administrar instituciones científicas (pp. 36-37).

En Chile, el Perú y Venezuela sólo unos cuantos individuos investigaban, en un aislamiento casi completo, a pesar de que las escuelas de ingeniería ya se habían fundado y de que las ciencias físicas y de ingeniería eran cada vez más enseñadas y practicadas.

Las condiciones en que se desarrollaba la actividad científica hacia fines del siglo XIX, y la conciencia que sobre ella existía en la América Latina, se evidencian en la cita de un editorial de la publicación colombiana *Anales de ingeniería*, aparecida en septiembre de 1894:

Hoy día nuestra ciencia es de copia o de compilación; aprendemos o repetimos lo que otros han pensado o hecho, mas no indagamos por nosotros mismos; a esta falta de originalidad en las aspiraciones y en los métodos, es a lo que, indudablemente, debe atribuirse el desfallecimiento de que adolecemos. Con condiciones naturales propicias al desenvolvimiento de la aspiración científica, permanecemos, sin embargo, inactivos.

¿Qué estamos esperando? ¿Que vengan otros a resolver nuestros problemas científicos, como esperamos que van a dar solución a nuestras dificultades industriales?

Si... nuestra actividad científica está aún muy restringida, no es esto un motivo que deba desalentarnos; antes, al contrario, es causa de aliento para marchar adelante: *Fac et spera* es un buen lema para los trabajadores del pensamiento (pp. 36-37).

Tras esta breve reseña de la manera en que ingresó la ciencia occidental a la América Latina, es posible ofrecer algunos comentarios generales acerca del estado de la ciencia y la tecnología a fines del siglo XIX y comienzos del XX, justo antes de que comenzara el impulso hacia la industrialización. Hasta entonces, en ninguno de los países de la América Latina había logrado la ciencia constituirse en una actividad bien establecida, con pleno apoyo de las instituciones gubernamentales, capaz de realizar aportes significativos al conocimiento mundial. Los factores causantes de esto son muchos y complejos e impidieron el desarrollo cumulativo de una tradición científica, así como el surgimiento de un medio ambiente favorable para el cultivo de las ciencias.

El primero de estos factores fue la ausencia de una demanda social para la ciencia, por lo cual no hubo alicientes para que las mentes más capaces asumieran empresas de carácter científico y tecnológico. Esto fue, a su vez, consecuencia del incipiente desarrollo económico, incapaz de crear una demanda sostenida para los insumos científicos y tecnológicos, y del hecho de que la superioridad intelectual y tecnológica de Europa Occidental la convirtieran en la fuente lógica de ideas y de técnicas productivas.

Un segundo factor se encuentra en aquellos valores y aquellas

actitudes que no propician un medio ambiente favorable para el desarrollo de las actividades científicas. Los rasgos culturales hispánicos y portugueses, que fueron trasplantados a la América Latina, constituyen un buen ejemplo de esto. El sentido de la futilidad de los asuntos mundanos, unido a un profundo sentimiento religioso, actúan como frenos efectivos a la constitución de una tradición científica (Roche, 1975 y 1976b).

Dado que la ciencia y la tecnología vinculada a ella requieren un largo tiempo para su desarrollo, hay un tercer factor que ha conspirado contra el establecimiento de una tradición científica local: la inestabilidad política y económica de los países latinoamericanos, ya que esfuerzos de varios decenios fueron minados y sofocados en periodos posteriores. Por último, está el hecho de que las actividades científicas deben venir precedidas por el desarrollo de una identidad cultural y por la percepción de la legitimidad de la propia civilización (Zea, 1970).

Es así como, cuando la industria moderna, así como la ciencia y la tecnología que la acompañan, empezaron a ser incorporadas a las economías y las sociedades de la América Latina, la situación no fue la más adecuada para la absorción de la ciencia vinculada a la industria, y menos aún para la internacionalización de los valores asociados a ella. La actividad científica no había echado raíces y no era capaz de proporcionar una base para la adaptación y el perfeccionamiento de las técnicas industriales introducidas en aquella época, cuya inserción en la economía de los países latinoamericanos habría de intensificarse en el curso de la primera mitad del siglo xx.

III. EL INICIO DE LA CIENCIA INDUSTRIAL EN LA AMÉRICA LATINA

La evolución de la ciencia y la tecnología en los países latinoamericanos en el curso del siglo xx siguió un curso más regular y estuvo estrechamente vinculada al crecimiento de la industria (exceptuando las ciencias médicas). Los esfuerzos por industrializarse empezaron a crear una demanda para las actividades científicas y tecnológicas, especialmente aquellas de carácter aplicado y de servicios.

El desarrollo de la profesión de ingeniero en la América Latina fue en gran medida resultado de la presión causada por la expansión de las obras de infraestructura y el desarrollo de las actividades manufactureras, fenómenos que comenzaron a fines del siglo pasado pero cuyo desarrollo pleno no se da sino con el presente.

La construcción de los ferrocarriles constituye un buen ejemplo de las oportunidades y de las limitaciones que significó el desarrollo de las obras de infraestructura y de la manufactura para el desarrollo de una ciencia y una tecnología locales. En

el último tercio del siglo XIX la América Latina vivió un proceso de construcción masiva de líneas férreas, principalmente motivado por un esquema de crecimiento económico orientado hacia las exportaciones y por el ingreso de fondos —principalmente ingleses— disponibles para ese fin. Esto generó una demanda de insumos tecnológicos locales que estuvo limitada por una diversidad de factores. Félix (1973) ha señalado que uno de los elementos que atentaron contra una mayor contribución de la construcción de ferrocarriles al desarrollo latinoamericano fue:

...el limitado efecto y la poca diseminación tecnológica. Los talleres de reparación locales existieron en casi todos los países latinoamericanos, pero los rieles, el material rodante y la mayor parte de los equipos auxiliares, siguieron siendo importados... Lo mismo puede afirmarse respecto de otras tecnologías de infraestructuras importadas, tras la bonanza de exportación: remolcadores, equipo de carga portuario, barcos y equipo de reparación de barcos, instalaciones de gas, líneas tranviarias, sistemas telegráficos, eléctricos y de transmisión... gran parte de la propiedad era de extranjeros... [y] el contenido de importación de estas actividades infraestructurales disminuyó muy lentamente (p. 24).

Entre los factores que contribuyeron a este limitado efecto y a esta poca diseminación, Félix identifica "la madurez y la relativa estandarización de las tecnologías de infraestructura y su incorporación a redes de equipamiento y suministro extranjeros altamente desarrollados... y empresas constructoras con amplio acceso a los mercados financieros de los países avanzados al momento de comenzar su diseminación por el continente" (Félix, 1974, p. 24). Más aún, los acuerdos y los nexos vigentes, y el alto contenido de importación en las obras de infraestructura, no hubieran durado tanto —hasta muy entrado el siglo XX— de no haber existido deficiencias en la capacidad empresarial e industrial latinoamericana, así como las dificultades con que tropezaron los empresarios locales en su desplazamiento hacia la manufactura de equipo y maquinaria, relativamente más refinados.

Aunque existen algunos ejemplos notables de éxitos empresariales y tecnológicos en algunos países latinoamericanos durante el siglo XIX y a comienzos del XX,⁴ la incipiente base industrial existente, sobre todo de naturaleza artesanal, no fue capaz de transformarse en un sector industrial moderno y de generar una demanda significativa de actividades científicas y tecnológicas locales. La base artesanal originaria estaba dividida, a grandes

⁴ Véanse los artículos de Safford, Cline y Rippey en la sección II del vol. 2 de L. Hanke (comp.), *History of Latin American Civilization: Sources and Interpretations*, Londres, Methuen, 1969.

rasgos, en un sector de producción artesanal tradicional y en un sector monetarizado moderno. Respecto del primero añade Félix (1974) que éste

...se encontraba demasiado alejado de los usos tecnológicos e institucionales europeos como para ser terreno fértil para la absorción y diseminación tecnológica. La cuidadosa promoción por parte de políticas estatales ilustradas hubiera podido modificar tal situación pero (entre 1860 y 1920) las políticas optaron por tratar a las poblaciones indígenas principalmente como fuentes de mano de obra agrícola y minera... El resultado fue una degeneración de las artes y oficios tradicionales, en lugar de una progresiva vinculación de las habilidades artesanales indígenas con las europeas (pp. 26-27).

El sector artesanal moderno se orientó principalmente al suministro de implementos para la minería, la agricultura, la construcción y el transporte por carretera, así como hacia bienes de consumo y durables, como alimentos procesados, textiles, muebles, artículos de cuero, vajilla, y así sucesivamente, para aquella parte de la población vinculada a las actividades de exportación y de servicios. Debido a su baja calidad,

...los productos artesanales modernos eran muy vulnerables a la creciente competencia de las importaciones de productos manufacturados más baratos... El aluvión de importaciones competitivas demostró ser demasiado grande como para permitir que el artesanado local se adaptase a través del aprendizaje. Sin embargo, la artesanía fue dejada a su suerte, lo cual significó bajar los precios y sobreexplotar a la mano de obra en el esfuerzo por sobrevivir. El círculo vicioso de las utilidades decrecientes, de los altos riesgos crediticios, de la incapacidad de financiar perfeccionamientos, y de la imposibilidad de elevar la calidad y la productividad, llevaron al deterioro de muchas líneas artesanales (Félix, 1974, p. 27).

Safford (1976) ha confirmado estas observaciones al señalar la incapacidad del sector artesanal colombiano para transformarse y pasar a ser la base de una industria moderna, y también al subrayar el efecto desquiciador de las importaciones de los países europeos.

Las nuevas actividades industriales y la expansión de las actividades existentes, tales como minería, proporcionaron empleo a los graduados de las nuevas escuelas de ingeniería. Empero, con la ampliación de la escala de las operaciones, muchas de las actividades productivas, iniciadas por empresarios y técnicos locales, fueron transferidas a propietarios extranjeros. Esto es claro en el caso de la minería:

...el capital nativo pionero de la temprana expansión de las exportaciones de mineral [fue] casi totalmente desplazado por grandes empresas extranjeras. La minería había sido en muchos países de la cordillera, el núcleo del sector exportador durante el periodo colonial, y en torno de ella se había desarrollado un conjunto de habilidades, tecnologías y redes de suministro en gran medida locales... Al expandirse la demanda mundial, bajar los fletes y avanzar la tecnología minera extranjera, América Latina pasó a ser la principal zona de la inversión minera extranjera, de modo que en vísperas de la primera Guerra Mundial la minería de exportación había pasado a ser una actividad mayormente controlada por intereses extranjeros. Con la transición fueron sustantivamente reducidos los porcentajes de insumos de las economías locales. Las nuevas tecnologías eliminaban mucha mano de obra, dependían de equipos, combustibles, técnicos y supervisores extranjeros, transferían las utilidades a los propietarios de fuera y tributaban mínimamente en los lugares de operación (Félix, 1974, p. 36).

Casos similares pueden encontrarse en la Argentina, en la época en que los saladeros locales fueron remplazados por los frigoríficos en el procesamiento y la exportación de carne. Los primeros, basados en una tecnología desarrollada localmente, no alcanzaron a adaptarse y trasladarse a los nuevos procesos, y esto llevó a la hegemonía de las empresas extranjeras (Cortés Conte, 1974).

La proliferación de las escuelas de ingenieros a través de la América Latina a comienzos de este siglo,⁵ la fundación de las sociedades de ingenieros (que empezaron a presionar por una mayor participación local en los proyectos de inversión) y la creciente demanda de servicios técnicos, condujeron al establecimiento de varios centros de actividad científica y tecnológica industrial. Paralelamente, el sistema universitario sufrió algunas transformaciones —especialmente tras el movimiento de la Reforma Universitaria iniciado en Córdoba, en 1918— y los gobiernos comenzaron a prestar más atención a las cuestiones técnicas, a medida que fueron cobrando forma los esfuerzos por industrializarse.

La industrialización por sustitución de importaciones condicionó el subsiguiente crecimiento de la ciencia y la tecnología vinculadas a la industria. Sánchez Crespo (1972) ha hecho notar la estrecha relación que existe entre las dificultades técnicas enfrentadas por la industria en diversas etapas del proceso de sustitución de importaciones y la aparición de las instituciones

⁵ La fundación de escuelas politécnicas y de ingeniería en la América Latina estuvo estrechamente ligada a motivos militares. Las escuelas de ingeniería militar en Brasil, Colombia y Venezuela, sentaron las bases para el desarrollo de la profesión a fines del siglo XIX y comienzos del XX.

encargadas de realizar las actividades científicas y tecnológicas necesarias para resolverlas. Por ejemplo, una vez iniciado el primer impulso decidido hacia la sustitución de importaciones se hizo necesario estandarizar la manufactura de diversos productos. La importación de equipo y maquinaria de los Estados Unidos y Europa llevó a una proliferación de normas y especificaciones técnicas, dificultando el crecimiento ordenado de la industria y el establecimiento de nexos entre diversas ramas industriales. Las normas técnicas y los institutos de estandarización fueron establecidos en la Argentina en 1935, en el Brasil en 1937 y en México en 1945. En Colombia, Venezuela y el Perú, cuya industrialización fue a la zaga de los tres países latinoamericanos más grandes, los institutos de normas técnicas no se establecieron sino a fines de los años cincuenta y comienzos de los sesenta.

Las dificultades enfrentadas por el proceso de sustitución de importaciones una vez alcanzado el punto de saturación en la producción de bienes de consumo, y los esfuerzos realizados por pasar hacia la manufactura de bienes intermedios y de capital, trajeron una nueva preocupación al sector industrial latinoamericano: incrementar la productividad. Tanto los gobiernos como los sectores privados crearon organizaciones para incrementar la productividad, y éstas se difundieron rápidamente a través del continente a menudo estimuladas por la asistencia externa. En la Argentina el Instituto Nacional de Productividad fue fundado en 1957, mientras que la Asociación Argentina de Productividad, fue fundada en 1959. En el Brasil instituciones similares fueron fundadas en 1958-1960, y en Colombia, México, el Perú y Venezuela ellas aparecieron entre 1955 y 1960. En un comienzo el movimiento por la productividad estuvo más estrechamente asociado con mejoras en la organización y la administración, mientras que la preocupación por cuestiones tecnológicas fue en gran medida dejada de lado.

La fundación del Instituto de Tecnología Industrial Brasileño ocurrió en los años treinta, pero en la mayoría de los países latinoamericanos este tipo de institución apareció en los años cincuenta. México estableció su Instituto de Tecnología Industrial en 1950, la Argentina en 1957, Colombia y Venezuela en 1958, y el Perú a principios del decenio de 1960. Sin embargo, hasta mediados de los años sesenta la participación de estas instituciones en las actividades industriales fue bastante limitada, ya que todavía no se había difundido por la América Latina la preocupación por las cuestiones tecnológicas. Todas estas instituciones se abocaron primero a la investigación industrial aplicada, generalmente adaptando tecnologías importadas y también suministrando servicios especializados para la industria.

IV. COMENTARIOS FINALES

El examen de la evolución histórica de la ciencia y la tecnología en la América Latina permite una mejor apreciación de su estado de subdesarrollo científico-tecnológico. Es así como el conocimiento de la dinámica de los procesos que llevaron a esta situación se torna imprescindible para el diseño de políticas encaminadas al desarrollo de una capacidad científica y tecnológica en los países de la América Latina.

En efecto, a través de los siglos se puede observar un divorcio entre las actividades encaminadas a generar conocimientos científicos y las prácticas vinculadas a la producción con técnicas modernas, mientras que la base tecnológica tradicional permanece aislada. No se manifiesta el proceso de interacción continua entre el desarrollo de la actividad científica y la evolución de las técnicas productivas, que caracterizara a los países europeos que cuentan con un acervo científico-tecnológico endógeno (Sagasti, 1977). Más aún, con referencia a las técnicas productivas en el ámbito industrial, se puede apreciar un cierto retroceso en los desarrollos locales, concurrente con la difusión masiva de técnicas productivas provenientes de Europa y los Estados Unidos de América.

El desarrollo de una capacidad científico-tecnológica propia se ve así obstaculizado por la inercia que presenta la dinámica de los procesos históricos, hostiles al desarrollo de la ciencia y la tecnología en la América Latina. Por lo tanto, se hace necesario identificar campos en los cuales la inercia de los procesos históricos permita un mayor margen de maniobra para contrarrestarla. Este es de los criterios fundamentales que deben ser tomados en cuenta para el desarrollo selectivo de una capacidad científico-tecnológica y para la endogeneización de la revolución científico-tecnológica en la América Latina.

REFERENCIAS

- Arciniegas, G. (1965), *El continente de siete colores*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana.
- Ardao, A. (1971), "Assimilation and Transformation of Positivism in Latin America", R. L. Woodward Jr. (comp.), *Positivism in Latin America 1850-1900*, Lexington, D. C., Heath & Co.
- Babini, J. (1963), *La ciencia en la Argentina*, Buenos Aires, EUDEBA.
- Ballesteros Gabrois, M. (1968), "Niveau culturel des indigenes americains a l'arrivée des européens" (pp. 27-37), y "Apport des traditions indigenes a la nouvelle cosité americaine" (pp. 115-125), *La decouverte de l'Amerique*, Dixième Stage International d'Études Humanistes, Tours, Paris, Librairie Philosophique, J. Vrien, 1968.

- Basalla, G. (1967), "The spread of Western Science", *Science*, 156, pp. 611-622.
- Bateman, A. y otros (1971), *Apuntes para la historia de la ciencia en Colombia*, Bogotá, OLCIENCIAS.
- Cohen, I. B. (1960), "The New World as a Source of Science for Europe", *Actas del IX Congreso Internacional de Historia de la Ciencia*, Barcelona, pp. 95-130.
- Cortés Conde, R. (1974), *The First Stages of Modernization in Latin America*, Nueva York, Harper and Row.
- Crosby Jr., A. W. (1972), *The Columbian Exchange*, Westport Conn., Greenwood Press.
- De Gortari, E. (1973), *Ciencia y conciencia en México (1767-1883)*, México, Sepsetentas.
- Dirk Raat, William (1977), "The Anti-positivist movement in pre-revolutionary Mexico", *J. Inter-Am. Stu. and Wld. Affrs.* 19, pp. 83-98.
- Elliot, J. H. (1972), *El Viejo Mundo y el Nuevo 1492-1650*, Madrid, Alianza Editorial.
- Félix, D. (1973), "On the Diffusion of Technology in Latin America", *Congreso sobre difusión de tecnología y desarrollo económico*, Bellagio, 1973.
- Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (1965), *La ciencia, base de nuestro progreso*, Caracas, Ediciones ivic, pp. 91-181.
- Konetzke, R. (1968), "Les motifs des fondations des universités en Amérique", *La découverte de l'Amérique*, París, Librairie Philosophique, J. Vrien.
- Lanning, J. T. (1961), "The Reception of the Enlightenment in Latin America", A. Whitaker (comp.), *Latin America and the Enlightenment*, Ithaca, Cornell University Press.
- López Piñero, J. M. (1969), *La introducción de la ciencia moderna en España*, Barcelona, Ariel.
- López Sánchez, José (1964), *Tomás Romay y el origen de la ciencia en Cuba*, La Habana, Academia de Ciencias.
- Martín, L. (1968), *The Intellectual Conquest of Peru*, Nueva York, Fordham University Press.
- Murra, J. (1975), *Formaciones económicas y políticas del mundo andino*, Lima, Instituto de Estudios Peruanos.
- Patiño, V. M. (1965), *Historia de la actividad agropecuaria equinoccial*, Cali, Imprenta Departamental.
- Piña Chan, R. (1973), *Ciencia y tecnología en México prehispánico*, CONACYT, México.
- Ravines, R. (1976), "Tecnología andina", *Cuadernos del CONUP*, Lima, núms. 22-23.
- Roche, M. (1975), "La ciencia en la civilización española e hispanoamericana", *Descubriendo a Prometeo*, Caracas, Monte Avila.
- (1976), Factors Governing the scientific and technological development of a country, *Scientia*, 111, pp. 75-84.
- , (1976), Early history of science in Spanish America, *Science*, 194, pp. 806-810.
- Safford, F. (1976), *The Ideal of the Practical*, Austin, University of Texas Press.
- Sagasti, F. (1977), "Reflexiones sobre la endogeneización de la revolución científico-tecnológica en países subdesarrollados", *Interciencia*, 2, pp. 216-221.

- Sánchez Crespo (1972), *Esbozo del desarrollo industrial en la América Latina y de sus principales implicaciones sobre el sistema científico y tecnológico*, Washington, D. C., Depto. de Asuntos Científicos, OEA.
- Steger, H. A. (1974), *Las universidades en el desarrollo social de la América Latina*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Stepan, N. (1976), *The Beginnings of Brazilian Science*, Nueva York, Science History Publications.
- Trabulse, E., (1974), *Ciencia y religión en el siglo XVII*, México, El Colegio de México.
- Vernet, J. (1978), *La cultura hispano-árabe en Oriente y Occidente*, Barcelona, Ariel.
- Zea, L. (1970), *América Latina en su historia*, Madrid, Ediciones Revista de Occidente.

9. POLÍTICA TECNOLÓGICA Y DESARROLLO INDUSTRIAL EN LA AMÉRICA LATINA: UN RESUMEN DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS DEL PROYECTO STPI

I. CONTEXTO DE UNA PREOCUPACIÓN

EL INTERÉS general por la política científica y tecnológica provino de una creciente conciencia de que la tecnología de base científica se había convertido en factor clave del crecimiento de la industria occidental en estos últimos 150 años. Los logros tecnológicos de una diversidad de industrias de los países desarrollados destacaron la gran importancia del papel desempeñado por la tecnología moderna como instrumento de competencia en las economías de mercado, y también como medio de perfeccionar el empleo de los recursos productivos en las economías planificadas. A esto se sumó la reintroducción de consideraciones de carácter tecnológico en la teoría económica —que las había soslayado durante la mayor parte del segundo tercio de este siglo. También las diferencias en dinamismo y liderazgo entre la industria europea y la norteamericana fueron atribuidas a causas tecnológicas, como fueron puestas en relieve también las cuestiones de liderazgo tecnológico en las consideraciones de carácter defensivo entre Este y Oeste. Todos estos elementos contribuyeron a transformar la ciencia y la tecnología en uno de los campos clave de las elaboraciones de política.

La insuficiencia y el fracaso relativo de los esfuerzos de los países subdesarrollados por industrializarse en esta última posguerra, así como la nueva preeminencia que fueron cobrando la ciencia y la tecnología en el mundo industrializado, se combinaron para atraer la atención de los países del Tercer Mundo hacia los problemas de política científica y tecnológica. También los organismos y los expertos internacionales contribuyeron a dar publicidad y a difundir esta preocupación por el mundo subdesarrollado. Inicialmente esta preocupación se manifestó como un impulso por identificar aquellas instituciones, capacidades y recursos de ciencia y tecnología presentes en los países desarrollados y ausentes en los subdesarrollados, y la atención se concentró en una bien desarrollada infraestructura institucional de organizaciones para investigación y desarrollo en los centros educativos superiores, en las instituciones de apoyo a la ciencia, e incluso en los organismos de alto nivel para la formulación de política científica y tecnológica. Esto vino acompañado de un

caudal de estudios diagnósticos que buscaban describir la situación de la ciencia y la tecnología en el mundo subdesarrollado.

Estas manifestaciones iniciales de preocupación propiciaron muchas recomendaciones de política, prácticamente todas basadas en alguna concepción ideal de cómo debía ser el "sistema" científico y tecnológico, y todas adoptando implícitamente como modelo la realidad de los países industrializados. Se procedió a identificar las instituciones que faltaban, a sugerir políticas y a iniciar esfuerzos de planificación, pero generalmente soslayando las diferencias en los contextos específicos del subdesarrollo, empleando modelos abstractos como guía en la formulación de políticas, y atendiendo únicamente a la oferta del conocimiento científico y tecnológico. El común denominador de tales recomendaciones fue una ingenua y difundida confianza en las posibilidades, y la efectividad, de la intervención gubernamental en el desarrollo de una base científica y tecnológica local, capaz de generar tecnología adecuada a las necesidades de la industria, tecnología que sería, a su vez, adoptada por la industria al momento de producirse su disponibilidad. De este modo se dio una superimposición de recomendaciones generales de política científica y tecnológica sobre estructuras industriales, científicas y tecnológicas relativamente desconocidas.

Las limitaciones de semejantes enfoques no tardaron en ser evidentes. Aun en los casos en que las políticas y las medidas gubernamentales demostraron éxito en la creación de una infraestructura científica y tecnológica, fue notoria la ausencia de eslabonamientos con la producción industrial. Enfrentadas a una falta de demanda para sus servicios, institutos de investigación, universidades y organizaciones de apoyo desarrollaron una lógica particular, verbalizando la "relevancia" de sus actividades y exigiendo una cuota creciente de asignaciones gubernamentales para el financiamiento de su expansión. En parte como reacción a lo anterior, y con base en una nueva disponibilidad de estudios empíricos probatorios de los abusos de los proveedores de tecnología del mundo industrializado, especialmente las corporaciones multinacionales, surgió un movimiento que atribuyó la falta de demanda de ciencia y tecnología locales —y en consecuencia el aislamiento de la producción que sufría la estructura científica y tecnológica— a la importación indiscriminada de tecnología extranjera. En poco tiempo aparecieron en el mundo subdesarrollado propuestas para la regulación de tales importaciones, a partir de lo cual surgieron algunas instituciones, lo que ayudó a reducir los abusos más visibles, o cuando menos a reducir su visibilidad.

Ambos enfoques —el que buscó la solución en un incremento de la oferta local de conocimiento científico y tecnológico, y el que la buscó en las restricciones al ingreso de tecnología extranjera— asumieron de manera implícita que el aparato estatal re-

presentaba los intereses de grupos nacionalistas orientados hacia un desarrollo autónomo, y que bastaba con ilustrar, convencer, y motivar a quienes detentaban el poder respecto de la necesidad de un desarrollo local de capacidades científicas y tecnológicas.

Los magros resultados observables un decenio más tarde revelan, en retrospectiva, lo limitado e inapropiado de tales iniciativas. Fuera de unas cuantas excepciones detectables en un puñado de países y en determinados sectores, la situación original no ha variado sustantivamente: las tecnologías de base científica generadas en los países subdesarrollados apenas llegan a dar cuenta de una modesta porción de la tecnología empleada en su producción industrial, lo cual dio pie, a comienzos de los años setenta, a una preocupación por comprender de manera más profunda los procesos de formulación y ejecución de políticas de ciencia y tecnología, relacionándolos a los contextos específicos del subdesarrollo y a las características de las diferentes ramas industriales.

Dos años de trabajos exploratorios, de consultas con investigadores y formuladores de políticas, y de desarrollo conceptual llevaron a la organización del Proyecto STPI (siglas en inglés de Instrumentos de Política Científica y Tecnológica) en 1973. La idea fue generar conocimientos que propiciarán una mejor comprensión de las complejas interrelaciones entre ciencia, tecnología e industria en el contexto del subdesarrollo, y que además ayudaran en la formulación de políticas gracias a un perfeccionamiento de la información. Ahora, una vez completado el proyecto, queda claro que las investigaciones iniciales de STPI, especialmente en su desarrollo de categorías conceptuales, no estuvieron libres de los dos condicionamientos descritos líneas arriba.

Empero, la estructura del proyecto, la escala del esfuerzo intelectual que éste implicó y la diversidad de puntos de vista que alcanzó a incorporar, ayudaron a superar limitaciones de su elaboración y a convertirlo en un ejercicio de aprendizaje colectivo.

II. APRENDIENDO SOBRE LA EJECUCIÓN DE POLÍTICAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS: EL PROYECTO STPI

El reconocimiento de que se habían gastado demasiados esfuerzos en formulaciones abstractas de política científica y tecnológica, de que los resultados eran escasos y de que se había hecho poco por evaluar el efecto de tales políticas, se vio complementado por un descontento respecto a la forma en que las cuestiones tecnológicas eran abordadas por la teoría del desarrollo económico. Al iniciarse el Proyecto STPI este descontento no se había articulado con claridad, pero a medida que el proyecto avanzó y que fue evidente la falta de conceptos teóricos con

poder explicativo, entraron en foco las limitaciones de las teorías existentes y empezó a surgir entre los participantes de la red de investigación del STPI un consenso tácito: a pesar de no existir acuerdo general respecto a cuál era el mejor camino teórico a seguir para la comprensión del papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo científico, quedaba claro que los esfuerzos de acopio de datos empíricos, centrados en determinados contextos industriales, en la naturaleza del cambio técnico en algunas ramas seleccionadas y en la intervención estatal, eran absolutamente necesarios como paso previo a cualquier esfuerzo por formular teorías que dieran explicaciones satisfactorias.

En vista de estas dos preocupaciones —una práctica relacionada con una mejor formulación de políticas, y una teórica vinculada a una mejor comprensión— el Proyecto STPI fue organizado como proceso de aprendizaje colectivo orientado hacia la acción, con el doble objeto de proporcionar insumos a los formuladores de políticas, obteniendo a cambio una visión privilegiada de la índole de las preocupaciones de tales formulaciones, y de adelantar los conocimientos en el campo. Más aun, el Proyecto STPI ha de ser considerado como la convergencia temporal de un apreciable número de investigadores y formuladores de políticas con una preocupación común que trasciende los linderos del STPI; cómo adecuar más eficazmente la ciencia y la tecnología a los objetivos del desarrollo. Muchas de las personas que asumieron un compromiso con el STPI ya habían trabajado en el campo de la política científica y tecnológica, y la mayoría de ellas continuaron en él una vez formalmente concluido el proyecto, a fines de 1976.

Desde un inicio se aceptó que el campo de interés del Proyecto STPI era de especial complejidad, idea que se mantuvo presente a través de todo el proceso de investigación. Pero una cosa es reconocer tal complejidad y otra desarrollar formas efectivas de manejarla dentro del contexto de la investigación orientada hacia la acción. Fue preciso resistir la tentación de fragmentar el campo de estudio en subproblemas menores y más asequibles, y de introducir supuestos simplificadores que la hubieran puesto al alcance de enfoques de investigación más convencionales. El espectro de la investigación fue ampliado con el fin de introducir consideraciones habitualmente pensadas como externas al campo de la política científica y tecnológica. Se hizo necesario, asimismo, dotar al proyecto de una organización altamente descentralizada, reunir diversas disciplinas y hacer hincapié, aunque con intensidad variable en el caso de cada equipo nacional, en los contactos con formuladores de política, que proporcionaron sustento realista a los esfuerzos de investigación.

El proceso de convertir formulaciones de política en fuentes de influencia para una toma de decisiones real respecto a asuntos tecnológicos pasó a ser el vértice de la investigación. Esto

se llevó a cabo tomando en cuenta de manera explícita la amplitud del contexto histórico y económico de la ciencia industrial y las políticas tecnológicas, así como el cambio técnico en los niveles del sector y de la empresa. Sin tales puntos de amarre, la investigación del STPI hubiera caído en la trampa de producir hallazgos y recomendaciones carentes de contexto.

El espectro de las actividades científicas y tecnológicas examinadas como parte del Proyecto STPI trascendió las categorías tradicionales de "investigación y desarrollo" tal como son concebidas en los países industrializados. Se reconoció que una diversidad de actividades "menores" de ciencia y tecnología (CYT), tales como el control de calidad, la ingeniería de diseño, la ingeniería en reverso, el mantenimiento, la optimización de planta, y otras más, desempeñaban un papel de primera importancia en el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en los países del Tercer Mundo. Más aún, a pesar de que no fue el foco principal de la investigación, el ámbito del desarrollo de una base adecuada de recursos humanos fue considerado como uno de los objetivos más importantes para el desarrollo científico y tecnológico.

La decisión de centrar la investigación del STPI en el sector industrial, y por tanto en el desarrollo de capacidades de CYT para la industria, significó también la necesidad de examinar una amplia gama de políticas de desarrollo industrial y económico, sobre todo en términos de su efecto en el desarrollo de capacidades de CYT. Por ejemplo, los grandes proyectos de inversión, capaces de crear una sustantiva demanda de actividades locales de CYT, rara vez son vistos en términos de sus implicaciones tecnológicas. Es así que se reconoció que el espectro de las indagaciones del STPI debía incorporar factores que no son habitualmente considerados como parte del concepto tradicional de "política científica y tecnológica".

El primer marco conceptual y el diseño de investigación adelantado por la coordinación internacional a los equipos locales fue, como era esperable de un diseño *a priori*, bastante formalista, derivado del pensamiento de "enfoque de sistemas". Sirvió, empero, como punto de partida para que los equipos locales se iniciaran en esta compleja problemática, y como esquema modificable con el avance de las investigaciones. En su debido momento se añadieron y descartaron categorías conceptuales, se introdujeron marcos explicativos, y se alteraron repetidas veces los procedimientos de investigación. Sin embargo, la preocupación unificadora de los equipos del STPI siguió siendo el proceso de implementación de políticas, que delineó los límites de las modificaciones realizadas.

Además de la preocupación unificadora de los equipos de investigación, hubo al comienzo una idea tácita que guió la búsqueda de conocimientos sobre implementación de políticas: que

era posible reducir aquellos errores de los formuladores de políticas cuyo origen estaba en la ignorancia, y que la armonización de los intereses de las diversas partes que intervienen en el proceso de desarrollo científico y tecnológico podía ser alcanzada a través de un mejor conocimiento de los efectos directos e indirectos de sus acciones. Esta idea tácita se fue modificando considerablemente a medida que los hallazgos fueron revelando que en los demás campos las políticas estaban siendo formuladas e implementadas con total desatención de sus consecuencias tecnológicas, y que esto no se debía sólo a la ignorancia, sino también a la existencia de genuinos conflictos entre los grupos de interés presentes en el proceso de crecimiento industrial. Es así cómo hacia la conclusión del proyecto y, a medida que fue materializándose el acopio de datos empíricos, la idea implícita de que la armonización de los conflictos en torno del desarrollo científico y tecnológico era posible a través de un mejor conocimiento y de un conjunto más ilustrado de formuladores de política fue cediendo el paso a otra idea: que era más importante comprender mejor la naturaleza de tales conflictos de intereses y exponer las premisas de valor en que se asentaban los diversos puntos de vista.

Por último hubo otro elemento aglutinador de los esfuerzos de investigación de los equipos participantes: la convicción de que la ciencia y la tecnología desempeñan un papel de primera importancia en los esfuerzos por lograr la autonomía de decisión requerida para la orientación del crecimiento industrial hacia el desarrollo autosostenido. Para lograr esto, un país subdesarrollado debe lograr un cierto grado de control sobre su propia evolución tecnológica, identificando y desarrollando alternativas de ciencia y tecnología industrial, y determinando el rumbo a seguir. La colaboración entre países menos desarrollados fue considerada esencial para el logro de este objetivo, y el propio Proyecto STPI puede ser visto como un paso en tal dirección.

III. ALGUNAS CUESTIONES DESPRENDIDAS DE LOS HALLAZGOS DE INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO STPI

El estudio de la elaboración y la ejecución de políticas científicas y tecnológicas en el Proyecto STPI consideró tres aspectos estrechamente vinculados: el contexto histórico y socioeconómico, las características de la intervención estatal y la naturaleza del cambio técnico en las ramas industriales. El examen de las cuestiones derivadas de los hallazgos de la investigación cubrirá cada uno de estos aspectos, examinando los factores contextuales que condicionan la elaboración y la implementación de las políticas de ciencia y tecnología, la forma en que operan e interactúan los

instrumentos de política, y el efecto de estas dos cuestiones sobre el cambio técnico al nivel de la rama industrial y sobre el desarrollo de capacidades de CYT para la industria.

1. *El contexto de la ejecución de políticas de ciencia y tecnología*

Una de las premisas básicas de la investigación en el STPI consistió en que las características específicas del subdesarrollo, y la variedad de los contextos locales, debían ser examinadas para una correcta comprensión del papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo industrial y en el funcionamiento de los instrumentos de política. La dinámica de la evolución histórica, especialmente en la industria, la ciencia y la educación; el medio económico en que se da el crecimiento industrial, y otros factores culturales, sociales y geográficos, condicionan intensamente las oportunidades para el desarrollo tecnológico de la industria, incluso a niveles de rama y de empresa, y con ello influyen sobre la eficacia de los instrumentos de política.

La importancia de los factores contextuales obliga a considerar los peligros de la extrapolación, ya que hallazgos y recomendaciones de carácter específico no pueden ser trasladados de un contexto a otro. Empero, a pesar de que los hallazgos en sí carecen de validez universal —cuando menos hasta que llegue a desarrollarse una teoría general que los interprete— sirven de hecho para centrar la atención sobre campos problemáticos relevantes, sobre variables, fuentes de influencia, y posibles interferencias, todo lo cual requiere examen. Esto daría pie a una transmisión parcial de conocimientos, aunque importante y utilísima, que atravesaría diferentes contextos. Estos comentarios no se aplican exclusivamente a las comparaciones de los diversos resultados de los equipos locales, sino también al examen y a la extrapolación de resultados de una rama industrial a otra dentro de un mismo país.

Vale la pena hacer hincapié en este último punto. Uno de los temas principales surgidos en la investigación del Proyecto STPI es la gran importancia de un enfoque de la elaboración y de la operación de las políticas de ciencia y tecnología y de sus instrumentos en *ramas industriales específicas*. Esto conlleva la necesidad de ampliar el concepto tradicional de rama industrial, como lo viene definiendo la estadística económica, de modo que englobe a entidades gubernamentales, institutos de investigación, empresas consultoras, entes financieros, y así sucesivamente. Una y otra vez los resultados obtenidos por los equipos locales mostraron que las políticas científicas y tecnológicas diseñadas para la industria concebida como un conjunto eran ineficaces. Al otro extremo, son escasos los ejemplos hallados de instrumentos de política susceptibles de operar cambios técnicos en una unidad productiva individual o en un puñado de ellas; es más que

probable que semejantes instrumentos sean poco efectivos y difíciles de manejar.

Para que la elaboración y la implementación de políticas de ciencia y tecnología industrial procedan con un razonable conocimiento de la situación local, es preciso examinar una diversidad de factores contextuales. Aquí sólo abordaremos los más importantes, planteándolos como interrogantes a ser respondidos. Estas preguntas se sobreponen parcialmente, y abordan cuestiones como el surgimiento de la industria, las relaciones entre industria y agricultura, la importancia del sector extranjero, la naturaleza del mercado interno, y otras similares.

a) ¿Cómo empezó el proceso de industrialización, cómo se mantuvo, y cuál fue entonces el papel del Estado? La respuesta a esta pregunta daría una idea del proceso histórico de emergencia de la industria, de las fuerzas que le dieron forma, y de la incidencia de la intervención estatal en la orientación del proceso de industrialización. Estos factores afectarán a su vez la posibilidad de promover y orientar el crecimiento de capacidades de ciencia y tecnología para la industria. En la mayoría de los países del Proyecto STPI la industrialización comenzó en forma casi involuntaria, impulsada por crisis externas (recesiones, guerras) o por dificultades en la balanza de pagos, que a su vez forzaron al país a una restricción de importaciones, particularmente de bienes de consumo, y a comenzar una producción interna. Este impulso inicial vino seguido de políticas deliberadamente proteccionistas que buscaron el estímulo del crecimiento de una industria local a través de medidas como la aplicación de barreras arancelarias, licencias de importación, controles de cambio y prohibiciones a la importación. En determinados casos los impuestos a la importación fueron considerados una fuente de ingresos fiscales. Con muy pocas y recientes excepciones, las medidas proteccionistas no han sido consideradas en los países de STPI como medios para guiar el crecimiento industrial, sino como mecanismos correctivos a ser empleados en situaciones de urgencia económica. Esto no ha dejado de condicionar el estilo y el modo de funcionamiento de los instrumentos de política para la protección y el estímulo industrial, en el sentido de que ellos son rara vez empleados para guiar selectivamente la expansión de las actividades industriales. En consecuencia, se ha prestado aún menos atención a un posible crecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas específicas para la industria.

b) ¿Cuál fue la naturaleza de las relaciones intersectoriales en la economía durante el proceso de industrialización de los países menos desarrollados? En todos los países del Proyecto STPI la base originaria de acumulación para el crecimiento industrial vino del sector primario, el cual —generalmente a consecuencia de la integración del país en la división internacional del trabajo en condiciones de exportador de materias primas— pudo gene-

rar el excedente económico y las divisas que serían canalizadas hacia la expansión industrial. El peso principal del apoyo a la industria recayó sobre la actividad agrícola, que proporcionó las divisas para la importación de maquinaria y productos intermedios para la industria; suministró mano de obra barata a través del periódico desplazamiento del campesinado hacia la ciudad; proporcionó los productos agrícolas que fueron base de muchas industrias (textiles, procesamiento de alimentos); presentó un mercado para el consumo masivo de productos industriales, y también efectuó transferencias ocultas a los centros industriales urbanos al suministrar alimentos baratos para la población urbana y al adquirir a precios elevados los productos industriales de la ciudad. Otras actividades primarias (producción petrolera, minería, pesca), orientadas principalmente hacia la exportación, desempeñaron papeles similares al de la agricultura en la generación de divisas.

Aun si por un tiempo requiere transferencias de recursos de otros sectores, el crecimiento de la industria puede ser considerado un objetivo de política lícito en los países subdesarrollados. Sin embargo aquí se impone prestar atención a la actitud relativamente complaciente derivada de un largo historial de apoyo en las transferencias intersectoriales como medio de sostener y expandir la industria, y a las implicaciones de tal actitud para el incremento de la productividad y el desarrollo de una base tecnológica local. Añádase que estas incesantes transferencias de recursos someten la suerte de la industria a fluctuaciones en la producción y la exportación de bienes primarios.

c) ¿Cómo aparecieron las diversas ramas industriales, cómo llegaron a entrelazarse con el tiempo, y cómo afectaron los patrones de demanda de tecnología? En los países del Proyecto STPI, como en casi todos los subdesarrollados, las ramas industriales de bienes de consumo no durables y durables fueron las primeras en aparecer, impulsadas por el estímulo de medidas proteccionistas que restringían la importación de tales bienes, pero que no protegían la manufactura de bienes de capital e insumos industriales. Aparecieron incentivos para la importación de maquinaria y equipos, así como de insumos necesarios para la producción de bienes de consumo. En consecuencia, el desarrollo de una industria local de bienes de capital se ha vuelto una tarea difícil y ha demandado un esfuerzo decidido por parte de los gobiernos. Además de promulgar medidas especiales para promover el crecimiento de las ramas de bienes de capital, los gobiernos intervinieron financiando grandes proyectos de inversión en la industria básica, y generando una demanda para la maquinaria y los equipos producidos localmente.

Es así como, a resultas de procesos históricos y bajo el efecto cumulativo de medidas gubernamentales, las ramas industriales de bienes de consumo se desarrollaron más que las de bienes

intermedios o de capital. Desde la perspectiva tecnológica esto ha implicado la importación masiva de maquinaria y equipos que incorporan tecnología moderna, a la vez que los elementos adicionales de conocimiento tecnológico requeridos para la producción de bienes de consumo han sido importados “desincorporados”, sobre todo a través del sistema de licencias y de la ayuda técnica extranjera.

d) ¿Cómo evolucionaron y se influyeron mutuamente la demanda y la oferta de tecnología externa, y cuál fue el efecto de ambas sobre el crecimiento de una capacidad tecnológica local? El proceso de industrialización por sustitución de importaciones vio primero establecerse la estructura de una demanda de productos industriales a través de la importación de bienes de consumo, con su natural fomento de determinados hábitos y gustos. Por esto las nuevas industrias locales de bienes de consumo hubieron de imitar lo más estrechamente posible los productos que antes eran importados, lo cual a su vez exigía maquinaria, tecnología e insumos intermedios importados. Pasó el tiempo, y la incipiente base científica y tecnológica local no estuvo en condiciones de poner al alcance de la industria los conocimientos necesarios para la expansión de sus actividades (salvo algunas pruebas rutinarias, ciertas normas y estándares, etcétera), de donde se generó un reforzamiento de los lazos de dependencia frente a los proveedores extranjeros de tecnología. El funcionamiento comprobado de la tecnología extranjera, el que el proveedor extranjero estuviera en condiciones de garantizar una producción sin tropiezos si se empleaba su tecnología, y la renuncia a tomar riesgos de parte de los empresarios locales (incluidas aquí las empresas estatales), contribuyeron a reforzar esta dependencia respecto a fuentes extranjeras de tecnología.

Otros mecanismos coadyuvaron a fortalecer tales lazos. El financiamiento externo de proyectos industriales —a través de créditos gubernamentales, agencias multilaterales o bancos privados— estableció como condición frecuente el empleo de tecnología, equipo y maquinaria extranjeros, lo cual deparó pocas oportunidades para la participación de grupos locales de ingenieros o investigadores.

Por último, la expansión de la inversión directa extranjera, particularmente a través de las corporaciones multinacionales, fortaleció todavía más los lazos entre la industria local de los países subdesarrollados y los proveedores de tecnología del mundo industrializado. Más aún, el papel predominante de las corporaciones transnacionales en muchas ramas industriales se ha visto reflejado no sólo en su participación en el mercado, sino también en el hecho de su imposición de las tendencias tecnológicas que las empresas deben seguir para sobrevivir y poder competir con las empresas extranjeras.

La presión de la oferta indiscriminada de tecnología extran-

jera ha propiciado una actitud pasiva por parte de los empresarios locales, lo cual ha minimizado los esfuerzos por diversificar las fuentes de abastecimiento, o por evaluar la tecnología extranjera en oferta. Huelga decir que los recursos locales potenciales (si acaso se les podía denominar así) fueron dejados de lado. Esto ha derivado en un agudo grado de dependencia de la tecnología extranjera que hace vulnerable a la industria local. Sin embargo, esto no implica que las importaciones de tecnología siempre limiten el crecimiento de las capacidades locales de CYT, sino más bien que la importación de tecnología a granel, sin ningún esfuerzo por tamizarla, controlarla o absorberla, suele pasmar el crecimiento de las capacidades de CYT. De allí que el problema no sea cortar el ingreso de la tecnología extranjera, sino más bien regularlo. Nótese que este alto índice de dependencia respecto a la tecnología extranjera no es rasgo privativo de la industrialización por sustitución de importaciones. Una estrategia orientada hacia la exportación de productos manufacturados requiere la importación de la tecnología necesaria para la producción de bienes para la exportación, y exige también el acceso a los canales de comercialización que permitan la colocación de los productos en los mercados de los países industrializados.

e) ¿Cuál ha sido el papel del sector externo en el proceso de industrialización y cuál su efecto sobre la capacidad tecnológica local? La mayor parte de los países subdesarrollados, y todos los del Proyecto STPI, son economías abiertas en las que el sector externo desempeña un papel significativo. El inicio de los procesos de industrialización responde en buena medida a situaciones de crisis en el comercio exterior, y la naturaleza de la inserción de la mayor parte de los países menos desarrollados en la división internacional del trabajo (como exportadores de bienes primarios, como exportadores de productos manufacturados trabajo-intensivos), así como la estrechez relativa de sus mercados internos, los ha hecho altamente dependientes del comercio exterior y de las transferencias de recursos del exterior para su expansión industrial.

Crónicas carestías de divisas han limitado la capacidad de importación y ello ha afectado, entre otras cosas, las importaciones de bienes de capital e insumos necesarios para la producción industrial. En el largo plazo esto ha actuado como un estímulo limitado para la producción local de ciertos tipos de maquinaria y de equipos, o por lo menos para la prolongación de la vida útil de la maquinaria importada a través de reparaciones, mantenimiento y reconstrucción. Contrario ha sido el caso de países (por lo general ricos en petróleo) sin problemas de divisas que limitaron su capacidad de importación. Las crisis internacionales (recesiones, guerras), cuando se restringe la oferta de productos de importación, han operado en forma similar a las ca-

rencias de divisas, aunque su efecto ha sido bastante más complejo.

También han desempeñado un papel importante en la industrialización las transferencias internacionales de recursos. La inversión extranjera ha proporcionado una buena parte del capital requerido para la expansión de algunas ramas tecnológicamente avanzadas, y los préstamos extranjeros (amarrados a tecnología extranjera) han suministrado una alta proporción del capital para los grandes proyectos de inversión, generalmente fuera del alcance de la capacidad de acumulación de los países subdesarrollados. Por otro lado, las transferencias de utilidades, intereses, regalías, honorarios por asistencia técnica, etcétera, de empresarios o subsidiarias locales a las principales de las corporaciones multinacionales, han privado al sector industrial de los países subdesarrollados de una parte importante del escaso excedente que su industria es capaz de generar.

f) ¿Cuál ha sido el efecto del mercado interno y de la estructura del consumo en el crecimiento de la industria y de las capacidades tecnológicas? La estructura de la industria (y en consecuencia sus características tecnológicas) mantiene estrecha vinculación con la estructura del consumo. El volumen del mercado interno, su relación con la distribución del ingreso, y los hábitos de consumo de la población, son todos elementos que condicionan, dimensionan y caracterizan toda la estructura industrial: qué ha de ser producido, para quiénes, en qué cantidades y con qué atributos. Tales son las decisiones básicas o primarias en el desarrollo de la industria, de las que se derivan las decisiones de carácter tecnológico. Empero, los países en vías de desarrollo rara vez han intentado orientar y condicionar la estructura global de la industria, y los pocos ensayos habidos no han sido todos exitosos. Así los diseños del consumo y su evolución quedan en manos de las fuerzas del mercado, y en consecuencia los requisitos tecnológicos de la expansión industrial proceden de ellas, pero de modo arbitrario.

En estas apreciaciones acerca de los factores contextuales que condicionan el crecimiento de las capacidades tecnológicas, subyace el hecho de que la industria del subdesarrollo no surgió de un proceso endógeno de fusión de una evolución gradual de las técnicas productivas con los resultados de las actividades científicas para obtener las técnicas de base científica empleadas en la industria moderna. Este fue un proceso exclusivo de un número limitado de países occidentales, y que tardó bastante en madurar. Ninguno de los países en vías de desarrollo había empezado a desarrollar una base cumulativa para las actividades científicas y tecnológicas antes de comienzos del siglo xx, y aun así este desarrollo fue principalmente una derivación de la evolución científica y tecnológica de los países industrializados.

La falta de una tradición histórica continua en la ciencia y la

tecnología, y el carácter limitado de los recursos humanos, físicos y financieros de buena parte de los países subdesarrollados dificulta considerablemente el desarrollo de un esfuerzo científico y tecnológico viable, traba salvable con el establecimiento de acuerdos de cooperación. Tampoco encontramos una base artesanal, técnica y de ingeniería en escala similar a la de los países industrializados occidentales, la cual hubiera permitido la absorción y la internalización de los resultados científicos orientados hacia la producción industrial.

Los países subdesarrollados se encuentran ahora en proceso de adquirir la base artesanal, técnica e ingenieril por un lado (a menudo a través de la evolución de tecnologías tradicionales), y por el otro, de adquirir la capacidad de realizar ciencia moderna, condiciones, ambas, necesarias para el primer impulso hacia una industria endógena de base científica. Esta es una fase que casi todos los países actualmente industrializados recorrieron en la segunda mitad del siglo XIX y los primeros dos decenios del siglo XX. Existe, entonces, un desfase casi innato en los esfuerzos por desarrollar endógenamente industrias de base científica en los países subdesarrollados, dado que los países industrializados transitan hoy la fase de la producción sistemática y organizada de nuevas tecnologías basadas en hallazgos científicos. No sólo está este proceso acelerándose a gran velocidad en el mundo industrializado, sino que también la incesante transferencia de las tecnologías resultantes de estas actividades está pasmando el desarrollo de una base científica y tecnología endógena para la industria de los países del Tercer Mundo.

Enfrentados a tales condiciones, ¿cuáles son las oportunidades y las limitaciones para el desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología industrial en los países subdesarrollados? Como paso previo es preciso disipar la ilusión de que la actual distribución desigual de las capacidades industriales y de innovación entre países industrializados y países subdesarrollados puede mitigarse drásticamente en el corto o el mediano plazo. El proceso de establecimiento de una base científica y tecnológica para la industria es muy largo, y exige esfuerzos específicos y sostenidos por periodos considerables. Existen, sin embargo, muchas iniciativas que pueden ser tomadas para el corto y el mediano plazo, tanto como preparación del terreno para esfuerzos más relevantes como para paliar algunos de los efectos nocivos asociados con la importación indiscriminada de tecnología, convirtiéndola en una fuerza positiva para el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas locales.

Está bastante claro que las oportunidades de un desarrollo de la ciencia y la tecnología industrial capaz de incrementar la autonomía de decisión están limitadas desde arriba por el crecimiento y la evolución de la propia industria. Si las capacidades de ciencia y tecnología industrial (investigación y desarrollo, edu-

cación técnica, servicios de apoyo, experimentación, información, etcétera) se desarrollan más allá del estado de la industria local, caen inevitablemente en un vacío formado por la ausencia de demanda efectiva. Entonces las instituciones de investigación tienden a centrarse en sí mismas, el personal especializado emigra, y los recursos son desperdiciados en el desarrollo de una infraestructura imposible de aplicar en un uso efectivo. Por otra parte, la industria a menudo se desarrolla más allá de lo que sería un nivel adecuado o correspondiente en términos de una base para la generación científica y tecnológica y la absorción de tecnología importada, con lo cual se desvanecen las oportunidades de establecer una base de ciencia y tecnología local. La frecuencia con que se importan plantas llave en mano en forma de paquete proporciona un buen ejemplo de lo que es el desarrollo de una capacidad productiva sin el correspondiente logro de capacidades tecnológicas. De allí que el problema consista en equilibrar el desarrollo de la producción industrial con el de la capacidad científica y tecnológica, de modo que una fortalezca a la otra. En semejante proceso el desarrollo de recursos humanos, las actividades de ingeniería y el desarrollo de una base científica ingenieril que permita la absorción de tecnología importada, pasan a ser quizá más importantes incluso que el crecimiento de una capacidad local para la investigación y el desarrollo aplicados, al menos en las fases iniciales. Más tarde, una vez adquirida la base de ingeniería, el acento puede pasar a la investigación y el desarrollo.

Por lo tanto, considerar el desarrollo de la ciencia y la tecnología industrial con prescindencia del crecimiento de la propia industria equivale a una divagación incoherente; las políticas de ciencia y tecnología deben ser integradas con las políticas de desarrollo industrial. Pero entonces, ¿en qué condiciones podrán explotarse al máximo las limitadas oportunidades existentes? El logro de semejante situación exigiría la convergencia de muchos factores (voluntad política, adecuadas condiciones internacionales, base local de recursos, etcétera), y la presencia de uno singularmente importante para el proceso de elaboración e implementación de políticas de ciencias y tecnología: la necesidad de que los grupos políticos, empresariales y tecnoburocráticos compartan una visión del desarrollo de la industria y del papel que en él cabe a la tecnología. La combinación de sus intereses crearía presiones para el crecimiento de capacidades científicas e ingenieriles relacionadas con la industria.

Peró semejantes grupos no surgen de la nada; constituyen la expresión de intereses sociales más amplios, materializados a su vez en la acción del Estado, y reflejan los intereses de los diversos grupos de presión que luchan por participar en el ejercicio del poder. Esto pone en relieve el problema de la naturaleza del Estado y la forma en que ella determina el proceso de industria-

lización en general, y el crecimiento de capacidades de ciencia y tecnología industrial en particular.

Por lo tanto la pregunta relevante es: ¿cuál es el papel del Estado en el proceso de elaboración e implementación de políticas de ciencia y tecnología industrial en los países subdesarrollados?

A este respecto es preciso recordar que la mayoría de los países subdesarrollados constituyen economías mixtas en las que cabe al Estado un importante papel de regulador de la actividad económica, de agente directo de la producción y de proveedor de servicios básicos. Dada la debilidad relativa del sector privado local, en muchos países subdesarrollados el Estado cobra una importancia aun mayor, al extremo de que es posible afirmar que no existen economías liberales —en el sentido tradicional de la palabra— entre los países subdesarrollados.

Más aun, dado el peso de la intervención estatal se vuelve de fundamental importancia examinar qué intereses representa el Estado: ¿los de los comerciantes, los de los exportadores de materias primas, los de la burguesía industrial local, los de las empresas extranjeras, los de los militares, los de los grupos agrarios, los de los campesinos, los de los obreros, etcétera? ¿Cómo llegan a conquistar y a compartir el poder tales grupos? ¿Qué implicaciones tiene para la industria local la hegemonía de uno u otro grupo de interés?

Y de allí, ¿cuál es la importancia relativa de los objetivos de los industriales? ¿Qué estrategia de industrialización ha de seguirse? ¿Quién ha de sufragarla? ¿Cuál es, por último, el papel (si acaso lo tienen) que se concede a los objetivos de desarrollo científico y tecnológico?

Tales preguntas carecen de respuestas sencillas y abren más bien múltiples interpretaciones destinadas a cambiar con el correr del tiempo. Sin embargo, las respuestas deben ser continuamente respondidas y revisadas si es que la elaboración y la ejecución de políticas de ciencia y tecnología han de efectuarse en concordancia con el proceso de desarrollo.

2. Características del funcionamiento de los instrumentos de política

La respuesta a las preguntas que cierran la sección anterior determinará el entorno operacional de los instrumentos de política científica y tecnológica (para una lista de ellos véase el cuadro respectivo más adelante) y la posibilidad de definir una política de ciencia y tecnología adecuada a las políticas de desarrollo industrial.

Como resultado de la interacción entre diferentes grupos de interés que compiten por el control del Estado, y de la estrategia económica resultante, en países subdesarrollados como los del Proyecto STPI la intervención estatal se ha orientado sobre todo

hacia el establecimiento de condiciones para un crecimiento industrial rápido, especialmente de la industria privada. Aunque se han dado posiciones conflictivas y contradictorias dentro del aparato estatal en diversos momentos y en diferentes entidades gubernamentales, se ha recurrido a instrumentos de política para promover la expansión de la industria en general, pero rara vez se los ha empleado para orientar los patrones de consumo y la correspondiente estructura industrial. Esto ha conocido algunas excepciones, y los gobiernos han tratado de intervenir a este respecto, pero generalmente de modo reactivo y en torno de industrias específicas, con frecuencia respondiendo a los intereses de uno u otro grupo de presión.

Por ejemplo: entre el acervo de instrumentos de política para la industrialización que uno encuentra en los países del Proyecto STPI es frecuente hallar medidas que se aplican a todas las industrias, cuyo objetivo es reducir el costo de la mano de obra (subsidios y alivios tributarios sobre la nómina para alentar el empleo industrial, capacitación de la fuerza de trabajo en institutos gubernamentales); reducir el costo del capital (créditos generosos para la industria, incentivos tributarios para promover la inversión); aportar servicios básicos e insumos industriales a bajo costo (energía, agua, transporte, comunicaciones, hierro y acero), y restringir las importaciones de productos competitivos (aranceles, licencias de importación, control de divisas). Es así que las empresas industriales funcionan en el interior de un sistema de medidas promocionales que suelen aplicarse por igual a las empresas de propiedad local y extranjera, aunque a veces las primeras reciban, cuando menos nominalmente, más apoyo.

Las políticas de ciencia y tecnología industrial son correspondientemente vagas. A falta de una estrategia de industrialización bien definida y discriminada las políticas de ciencia y tecnología no pueden tener sino un carácter de apoyo general. De allí que los instrumentos empleados para ponerlas en práctica tengan un carácter relativamente pasivo, proporcionando incentivos y atractivos, estableciendo una infraestructura general para la ciencia y tecnología industrial, pero incapaces de guiar selectivamente el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas para la industria. También es cierto lo contrario, y los países que han definido una estrategia de industrialización, establecido prioridades y determinado el alcance y la naturaleza de la intervención estatal, han descubierto además la necesidad de emprender la formulación de políticas de ciencia y tecnología que apoyen, y coincidan con, los objetivos de un desarrollo industrial.

En su fase inicial el Proyecto STPI postuló una diferenciación entre instrumentos y políticas de ciencia y tecnología "explícitos" e "implícitos", afectando directamente con los primeros aquellas decisiones vinculadas al crecimiento de una capacidad local de ciencia y tecnología, y con los segundos afectándolas

supuestamente de modo indirecto, a través de efectos y consecuencias secundarios de otras decisiones tomadas en la industria, el gobierno o las propias organizaciones de ciencia y tecnología. Pero el gran peso —en número y en influencia— de los instrumentos implícitos limita el efecto potencial de los instrumentos explícitos. Por esto la distinción entre estas dos categorías resulta menos útil al estudiarse su efecto en el desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología, circunstancia en que el análisis gravita naturalmente hacia el conjunto de las políticas implícitas de ciencia y tecnología, a pesar de que uno de los objetivos centrales de la formulación de políticas de ciencia y tecnología puede ser el de reunir las políticas implícitas y las explícitas.

Pero existe una cuestión de carácter más fundamental que ha de ser tomada en cuenta al examinarse el efecto de los instrumentos de ciencia y tecnología, y ella se refiere a si los instrumentos de política empleados para implementar políticas de desarrollo industrial tienen en general algún efecto significativo sobre las unidades productivas. Se dan casos en que el conjunto de instrumentos de política ha sido elaborado con escaso conocimiento, o con un entendimiento muy ingenuo, de la naturaleza de la actividad productiva industrial, de la racionalidad de los empresarios y del juego de fuerzas que orienta el crecimiento de la industria. El resultado es una superimposición formal de políticas e instrumentos de política sobre una estructura industrial que no corresponde a las medidas prescriptivas, motivadoras o coercitivas que ellos contienen: mientras los instrumentos de política son elaborados e implementados por el gobierno de acuerdo con una realidad percibida o presupuesta, en los hechos la industria se rige por una lógica distinta y responde a otros estímulos.

Las trampas que supone formular políticas y legislar sin conocimiento de la marcha interna de la industria y de las empresas industriales, o ignorar la complejidad y las contribuciones de los intereses y las presiones que van delineando su evolución, se evidencian a la postre en la irrelevancia y la falta de influencia de los instrumentos de política. Es obvio que en tales circunstancias los instrumentos de política de ciencia y tecnología tienen pocas posibilidades de efectividad.

A la luz de las anteriores observaciones, se hace necesario adoptar una postura más cauta respecto a las posibilidades de conducir efectivamente el desarrollo de las capacidades de ciencia y tecnología para la industria. La elaboración y el manejo de instrumentos de política precisos y capaces de producir los efectos deseados de manera directa ha de continuar siendo una ilusión tecnocrática. Los instrumentos de política pueden quedar cortos respecto a la influencia que se les exige, ya que hay demasiados factores en juego y también diversas fuentes de influen-

cia en conflicto; añádase a esto que los propios instrumentos pueden ser difíciles de manejar en la práctica.

Nada de esto, empero, tiene por qué interpretarse como motivo de desaliento, sino como aliciente para una mayor comprensión y un menor formalismo. Se dan casos de instrumentos de política de diversos tipos empleados con éxito en el desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología, y todos ellos fueron elaborados e implementados con plena conciencia de las oportunidades, limitaciones, contradicciones de intereses y posibilidades reales de efectuar el cambio.

No es fácil caracterizar individualmente los instrumentos de política científica y tecnológica, y en todo caso reviste más importancia el examen de sus interacciones. Por esto la conveniencia de caracterizar el acervo de instrumentos de política —tanto implícitos como explícitos— en su conjunto, enfocando unos cuantos rasgos que definan el estilo de la implementación de políticas. Los resultados del Proyecto STPI destacaron varios de estos rasgos que merecen atención. (Véase el cuadro en el anexo.)

a) *Generalidad*. La mayoría de los instrumentos de política identificados por el Proyecto STPI habían sido diseñados para operar en el nivel de la industria en su conjunto o de ramas industriales, en el sentido de que se esperaba que su efecto se hiciera sentir en decisiones correspondientes al crecimiento industrial en general y en decisiones que afectan a varias ramas (incentivos a la promoción de inversiones, o estructuras arancelarias para promover el crecimiento de ciertas ramas). Otros instrumentos habían sido diseñados para afectar las decisiones sobre líneas de productos en el interior de determinada rama industrial (incentivos para determinados tipos de productos, alivios tributarios para ciertas exportaciones manufacturadas). Hubo, por último, unos pocos casos en que los instrumentos de política habían sido elaborados para afectar determinadas elecciones tecnológicas de carácter específico en el interior de las líneas de productos (créditos industriales atados al empleo de determinada tecnología).

Pero se encontró que la mayor parte de los instrumentos de política eran aplicados por igual a todas las ramas industriales y a todas las empresas, con prescindencia del tipo de producto manufacturado o de la tecnología empleada, de donde queda la impresión de un conjunto de instrumentos de política carentes de la selectividad necesaria para orientar el crecimiento de capacidades de ciencia y tecnología industrial. Un presupuesto implícito que seguro subyace en este enfoque sería que todas las ramas industriales y todos los tipos de empresa son iguales en importancia, y también que los motivos detrás de la conducta de las diversas empresas y ramas son los mismos.

Algunos instrumentos de política han sido elaborados de modo tal que implican cierto *poder discrecional* por parte de las enti-

dades gubernamentales encargadas de aplicarlos. En teoría esto debería contraequilibrar la generalidad de los instrumentos de política, ya que la entidad puede discriminar de acuerdo con las particularidades de cada caso. Esto ha sido intentado en varias oportunidades, pero la carencia de criterios definidos para el empleo del poder discrecional ha impedido de hecho un uso más selectivo de los instrumentos de política. Por ejemplo, los registros de contratos de licencias, diseñados para regular las importaciones de tecnología, confieren poderes discrecionales a los funcionarios que aprueban los contratos, poderes que rara vez han servido para regular el flujo de tecnología importada de acuerdo con las estrategias de desarrollo industrial, y esto precisamente por la ausencia de políticas industriales bien definidas y la consiguiente imposibilidad de establecer criterios para filtrar y aprobar los acuerdos de licencia.

b) *Heterogeneidad*. La mayoría de los países del Proyecto STPI reveló la coexistencia de un acervo de instrumentos de política de variados tipos, correspondientes a diferentes orientaciones de política y con distintas formas de racionalidad empresarial. Sin embargo, no todos ellos eran efectivamente empleados. Esta diversidad del acervo de instrumentos de política no afecta su generalidad en cuanto la mayor parte de ellos, no importa cuán diferentes, permanecen a un nivel bastante general en términos de sus efectos sobre las decisiones tecnológicas. La heterogeneidad ha sido consecuencia del breve tránsito por el gobierno de ciertos grupos de poder que buscaron impulsar las políticas que propusieron, y diseñaron con tal propósito nuevos instrumentos de política, manteniendo virtualmente intacta la anterior estructura de implementación de políticas. De allí que en algunos países sea posible discernir una "arqueología" de instrumentos de política, en la cual sólo los más recientes llegan propiamente a ponerse en práctica.

La heterogeneidad del acervo de instrumentos de política proviene también de los conflictos de poder en el interior del Estado. Dado que el gobierno no es una entidad homogénea, ciertos instrumentos de política, y las entidades encargadas de implementarlos, pueden caer bajo la influencia de grupos en competencia que buscan emplearlos para sus fines particulares. De allí resulta un conjunto bastante variado de instrumentos de política y de criterios empleados para llevarlos a la práctica. Esto se hace más notorio cuando los instrumentos de política implican el uso de poder discrecional, cuando existe dispersión institucional y cuando se evidencia una falta de coordinación en la aplicación de los instrumentos de política.

En estrecha vinculación con esta heterogeneidad de la implementación de políticas, y de hecho contribuyendo intensamente a ella, está la naturaleza inestable y vacilante de las políticas de desarrollo industrial. Se dan, sin embargo, aunque con muy

poca frecuencia, casos de diseño de instrumentos de política de acuerdo con las distintas fases del proceso de industrialización, así como casos de instrumentos de política que son reemplazados por otros a medida que avanza la industrialización y cambia la política.

Tenemos, por último, que también la falta de continuidad administrativa y la conducta errática de las instituciones gubernamentales encargadas de los instrumentos de política contribuyen a la heterogeneidad del acervo de instrumentos de política y generan contradicciones en su operación.

c) *Pasividad*. La mayor parte de los instrumentos de política identificados en el Proyecto STPI exigía que la entidad encargada de ellos asumiera una actitud pasiva, dejando en manos de las unidades productivas, las organizaciones de investigación, las empresas de ingeniería, etcétera, la iniciativa para la aplicación efectiva del instrumento. Esta delegación de la aplicación en manos de los entes afectados por ellos estaba estrechamente vinculada a la naturaleza *positiva* de los instrumentos, ya que la mayor parte de ellos concedía incentivos a las empresas industriales de las que se esperaba que dieran los pasos necesarios para obtener los beneficios (incentivos tributarios, créditos preferenciales, protección arancelaria, alivios tributarios, etcétera). Sin embargo, en la práctica la efectividad de tales instrumentos se vio limitada por la falta de conocimientos sobre las condiciones de su aplicación por parte de aquellas mismas entidades llamadas a beneficiarse de ellos. Una proporción relativamente limitada de empresas aprovechó las oportunidades ofrecidas por los instrumentos de política, y esto devino en una relativa *concentración* en su puesta en práctica: unas cuantas empresas industriales daban cuenta de un gran porcentaje de casos de aplicación de los instrumentos de política, y las mismas empresas aparecían como beneficiarias de varios de ellos. Lo cual significaba que la mayor parte de las empresas no era afectada por las medidas gubernamentales y trabajaba sin prestarles atención, de donde surge una efectiva *marginalización* de los instrumentos de política. Más aún, los requisitos para la aplicación de los instrumentos a menudo fueron definidos con tal complejidad que pasaron a ser irrelevantes para la enorme mayoría de las empresas industriales carentes de medios para solicitar y obtener los beneficios.

d) *Redundancia*. Encontramos esta característica allí donde existe una cantidad relativamente grande de instrumentos de política que se supone actúan en la misma dirección, especialmente concediendo beneficios a las empresas industriales. Se encontraron, por ejemplo, muchos instrumentos que reducían el costo del capital para las empresas (diversos tipos de líneas especiales de crédito, concesiones tributarias sobre el pago de intereses, aranceles bajos para la importación de bienes de ca-

pital, exoneraciones tributarias especiales para la reinversión de las utilidades, tasas aceleradas de depreciación, créditos tributarios especiales para la inversión en ciertas regiones, servicios de infraestructura básica proporcionados por el Estado, y así sucesivamente). De este modo los instrumentos de política iban, unos tras otro, reduciendo el costo del capital para promover la inversión. A pesar de que cada uno de ellos tenía en mente un objetivo especial, sus efectos combinados en la práctica cancelan el efecto individual potencial de cada instrumento de política. Casi cualquier empresa industrial podía beneficiarse con varias de estas disposiciones de política, y muchas buscaron beneficiarse con la mayoría de ellas. Por lo que la existencia de un buen número de instrumentos de política diferentes orientados en la misma dirección, el que ellos sean hartamente generales y se apliquen a cualquier empresa, el que la iniciativa descansa en las empresas que supuestamente han de beneficiarse con ellos y el que sean aplicados por diversas entidades gubernamentales, todo conduce a una estructura de implementación muy compleja en que la acumulación de beneficios posibles a partir de varias medidas redundantes resta mucha efectividad a cada una de ellas por separado. Nótese que esa redundancia se encuentra estrechamente vinculada a la concentración de los beneficios de los instrumentos de política.

e) *Parcialidad*. Casi todas las características mencionadas en el párrafo anterior corresponden a los instrumentos de política positivos elaborados para inducir o motivar cierta conducta de parte de las empresas industriales. Cuando examinamos los instrumentos *negativos* de política, cuyo fin sería imponer ciertas restricciones y controlar a las empresas industriales (por ejemplo, restricción de importaciones, control de cambios y divisas, registro y aprobación de licencias, etcétera), descubrimos que la mayor parte de ellos no abarcaba todo el espectro de las unidades productivas y toleraba un amplio margen de excepciones, y que las empresas estatales eran las más proclives a desestimar las reglas creadas para estimular el crecimiento de la industria local y propiciar el desarrollo de una capacidad tecnológica propia. Por ejemplo, las prohibiciones a la importación de equipo y maquinaria, destinadas a promover la producción local, a menudo fueron ignoradas o modificadas por empresas estatales o entidades gubernamentales, y lo mismo sucede en el caso de la firma de contratos de licencia con cláusulas restrictivas expresamente prohibidas por la legislación vigente. Es así que se comprobó el carácter parcial de estos instrumentos negativos de política, altamente susceptibles de ser ignorados a través de excepciones.

f) *Formalismo*. Esta característica procede de las interacciones entre el contexto de la industrialización y el acervo de los instrumentos de política. La mayoría de las decisiones prima-

rias, relativas a la elección de productos y por tanto, la tecnología para su manufactura, no se ven influidas por el acervo de los instrumentos de política y son más bien resultado del juego de otras fuerzas. Los instrumentos de política encaminados al desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas, especialmente aquellos explícitos, privilegian los aspectos formales o secundarios de las decisiones de incorporar tecnología a las actividades productivas y afectan las condiciones en que las decisiones son llevadas a la práctica, pero no al proceso de toma de decisiones.

El carácter formal de la mayoría de los instrumentos de política, tanto positivos como negativos, se evidencia también en el hecho de que poco o nada de las decisiones básicas asumidas por la empresa cambiaría de ser retirados los instrumentos. Si, por ejemplo, la empresa ya está convencida, respecto al valor de las actividades de investigación y desarrollo, las llevará adelante al margen de la eventual existencia de incentivos tributarios creados para promoverlas; mientras que, por otro lado, el efecto limitado de estos instrumentos de política en la posición competitiva y en la rentabilidad de la empresa (especialmente cuando ésta opera en un medio "fácil", tal como es descrito en la sección anterior), no bastaría para inducir cambios de actitud de parte de los empresarios si éstos no creyeran en las contribuciones de la investigación y el desarrollo al avance de los objetivos de la empresa. Lo mismo puede afirmarse más o menos sobre los registros de contratos de licencia, que tendrían como objetivo eliminar aquellas cláusulas restrictivas que limitan la libertad del titular de una licencia. Si este último está convencido de que necesita la tecnología materia del contrato y está dispuesto a ir a extremos para obtenerla, no hay intervención gubernamental que logre modificar las restricciones impuestas por la parte que extiende la licencia, ya que el titular se someterá a ellas voluntariamente, aun si ellas son retiradas del contrato formal.

Estas características se aplican a los instrumentos de política de CYT industrial tomados en su conjunto, y sugieren algunas cuestiones que deben ser tomadas en cuenta para una mejor comprensión del proceso de diseño e implementación de políticas. Existen otras cuestiones que deben ser examinadas en el análisis de los instrumentos de política, como el tiempo que le toma a determinado instrumento de política lograr su efecto, y las capacidades administrativas necesarias para hacerlo funcionar. Para ello es necesario, empero, proceder a un análisis más detallado de los instrumentos de política individuales, para apreciar mejor las oportunidades y los problemas que depara su aplicación. Por esto parece de mayor utilidad categorizar los instrumentos de acuerdo con su efecto en el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas para la industria, hacien-

do hincapié en aquellos instrumentos que definen el patrón de demanda de tecnología; aquellos orientados a desarrollar una infraestructura de CYT y generar tecnología local; los que promueven la absorción de tecnología por parte de las empresas industriales, y aquellos que regulan la importación de tecnología. Existen además unos cuantos instrumentos de política clave, o grupos de instrumentos de política que ameritan atención individual, como son el financiamiento industrial, las empresas estatales, la planificación de CYT, las medidas fiscales, los institutos de investigación y desarrollo, los registros de licencias, y así sucesivamente (para una relación más detallada, véase en la página siguiente el cuadro ilustrativo).

En esta sección hemos examinado los instrumentos de política científica y tecnológica en sí mismos, dentro del contexto del desarrollo industrial. Es preciso observar también la forma en que influyen sobre el desarrollo efectivo de capacidades de CYT para la industria, pues de otro modo corremos peligro de que el estudio de los instrumentos de política permanezca a un nivel abstracto. Interrogantes como: ¿cuál es el efecto diferencial de diversos instrumentos de política sobre el cambio técnico en el nivel de la empresa?, ¿qué otras fuentes de influencia median en el efecto de los instrumentos de política?, ¿sobre qué decisiones específicas actúan los instrumentos de política científica y tecnológica?, ¿cuál ha sido el efecto de los instrumentos de política CYT industrial en la orientación y el perfilamiento del cambio tecnológico? no pueden ser contestados por la simple observación de los instrumentos de política, sino que exigen una comprensión del proceso del cambio técnico y de la innovación en las empresas industriales.

3. El efecto de los instrumentos de política CYT en el cambio técnico

A partir de las anteriores observaciones es evidente que los instrumentos de política no afectan el cambio tecnológico a los niveles de rama y de empresa de manera lineal y directa, y que existe gran número de factores complejos y fuentes variadas de influencia que intervienen en el proceso de elaboración e implementación de la política científica y tecnológica. Los interrogantes que cierran la sección anterior sugieren que al examen del contexto del desarrollo industrial y del funcionamiento de los engranajes gubernamentales es preciso añadir el de la orientación y el ritmo del cambio técnico, con objeto de comprender y evaluar el posible efecto de los instrumentos de política. También aquí la experiencia del Proyecto STPI reveló que el nivel adecuado de análisis es la rama industrial, pues el diseño, la implementación y el efecto de los instrumentos de política no pueden ser estudiados en la industria vista globalmente, ni en una empresa vista

Cuadro ilustrativo de los instrumentos de política CYT

Instrumentos de política para el desarrollo de una infraestructura de CYT

- Planificación de CYT (explícito)
- Financiamiento de actividades CYT (explícito)

Instrumentos de política para la regulación de importaciones de tecnología

- Registros de transferencia de tecnología (explícito)
- Control de importaciones (implícito)
- Control de la inversión extranjera (implícito)

Instrumentos de política que definen el patrón de la demanda de tecnología

- Programación industrial (implícito)
- Financiamiento industrial (implícito)
- Control de precios (implícito)
- Medidas fiscales (implícito)
- Poder de compra estatal (implícito)
- Medidas de promoción de las exportaciones (implícito)

Instrumentos de política para la promoción de actividades de CYT en las empresas

- Líneas especiales de crédito (explícito)
- Incentivos fiscales (explícito)

Instrumentos de política para el apoyo de las actividades de CYT

- Organizaciones de consultoría e ingeniería de diseño (explícito)
 - Normas y estándares técnicos (explícito)
-

individualmente. Debe reconocerse, sin embargo, que en el interior de una determinada rama las oportunidades y las limitaciones del cambio técnico varían de empresa a empresa, y que similar camino seguirá el efecto de los instrumentos de política.

Una cuestión que debe tenerse en mente al examinarse el efecto de los instrumentos de política en el cambio técnico es que las innovaciones tecnológicas introducidas en los países subdesarrollados provienen, en su mayor parte, de los industrializados. Mientras que en los segundos el perfeccionamiento técnico resulta de la interacción de disponibilidad de recursos, fuerzas de mercado y estrategias de competencia, en los segundos las inno-

vaciones suelen aparecer una vez que ellas han sido desarrolladas, probadas y aplicadas en otros lugares. De allí que el espectro de tecnologías industriales a disposición de los países subdesarrollados pueda considerarse como determinado por factores externos, a pesar de que la selección de tecnologías específicas todavía deja margen para delinear la evolución de la base tecnológica local.

Los estudios del STPI acerca del cambio técnico y el efecto de los instrumentos de política llevaron a la identificación de determinados "derroteros clave" o "secuencias" que eslabonan las variables y condiciones de tipo macroeconómico con las decisiones microeconómicas en el nivel de la empresa. Estos derroteros definen el diseño de la interacción entre los factores contextuales, las circunstancias económicas específicas, las características de las ramas industriales y la toma de decisiones tecnológicas por parte de las empresas industriales, lo cual permite ubicar e identificar el papel de los instrumentos de CYT en diversos puntos de las secuencias, de modo que se pueda determinar su efecto diferencial a lo largo de esta cadena de factores de influencia. Es posible identificar cierto número de derroteros clave que demuestran tener mayor efecto en el eslabonamiento de los fenómenos macro con los micro, y conceder atención preferencial a los instrumentos de política vinculados a ellos en el proceso de implementación de políticas de CYT.

Existen tres categorías de factores que deben ser tomados en cuenta al examinarse el efecto de los instrumentos de política de CYT sobre el cambio técnico al nivel de la rama industrial: las características de la tecnología en sí y la naturaleza de los cambios técnicos que tienen lugar; los rasgos estructurales y dinámicos de la rama en cuestión, y las principales características de la empresa. Esta enumeración no implica un orden de importancia, y una u otra de estas categorías puede ser destacada en diversos momentos (vemos, por ejemplo, que los ingenieros tienden a privilegiar la naturaleza del cambio técnico, los economistas la estructura de la rama y los sociólogos las características de la empresa y de los empresarios). En el Proyecto STPI hubo coincidencia respecto a la importancia de tomar estas tres categorías de factores de manera combinada, aunque no se llegó a un acuerdo sobre si era mejor elegir una u otra categoría como punto de partida y principal variable de explicación. Esta es una de las esferas problemáticas identificadas por el Proyecto STPI que requiere mayor investigación.

Las características de la tecnología y la naturaleza del cambio técnico pueden ser estudiadas desde varios puntos de vista. Para un tipo determinado de actividad productiva es posible centrar la atención en los cambios en la tecnología del producto, del proceso o de los materiales, identificando las principales tendencias y los factores que las condicionan; en una determinada inno-

vación, que puede ser diferenciada con fines de estudio y luego seguida en su proceso de difusión por la rama, y en una cadena de actividades productivas, estudiándose en forma integral el proceso, desde el aprovisionamiento de materias primas e insumos, a través de sus sucesivas transformaciones, hasta el producto final, con la vista puesta en las técnicas empleadas en cada etapa; o enfocar las formas predominantes de incorporación de la tecnología al proceso productivo (a través de maquinaria y equipos, de especificaciones de procesos, de especificaciones de productos y de productos intermedios, o gracias a recursos humanos).

El objetivo de este análisis sería identificar la manera en que la tecnología se relaciona con la estructura de la rama y las características de las empresas, de modo que las trabas y las limitaciones impuestas por las características intrínsecas de la tecnología puedan ser comprendidas claramente para la evaluación del efecto de los instrumentos de política.

Las características dinámicas y estructurales de la rama constituyen la segunda categoría de factores por examinar para una mejor comprensión del proceso de cambio técnico y del efecto de los instrumentos de política. Factores como las dimensiones y el ritmo de expansión del mercado, que suministran oportunidades para que las empresas existentes amplíen sus actividades y para que otras nuevas ingresen al ramo; como el grado de concentración de la producción, que afectaría la naturaleza de la competencia; como el peso relativo de la inversión extranjera, que afectaría la estructura de la demanda de tecnología, y como la dispersión geográfica de la producción, capaz de dividir el mercado en varios segmentos, deben todos ser tomados en cuenta. De especial importancia es la forma en que la rama bajo estudio se articula con el resto de la industria y de la economía, es decir, si depende de materias primas, insumos o equipos extranjeros; si se encuentra en gran medida aislada o estrechamente vinculada a otras ramas industriales; si sus productos manufacturados son de consumo final, intermedios o básicos, y así sucesivamente. Todo esto proporcionaría una idea sobre la importancia y el efecto relativos del cambio técnico en la rama, y sobre las fuentes de tal cambio.

Sin embargo, los factores más importantes por examinar en esta categoría son la forma predominante de competencia entre las empresas de la rama, y el papel desempeñado por la tecnología como vehículo o mecanismo de la competencia. Las formas de la competencia variarán ampliamente de rama a rama, y el papel de la tecnología habrá de modificarse de acuerdo con las características estructurales y dinámicas de una rama industrial determinada.

Los canales o mecanismos de competencia predominantes que una empresa puede emplear comprenden la reducción de precios

para capturar una mayor porción del mercado; la diversificación de productos con objeto de expandir el mercado existente o de crear uno nuevo; el desarrollo de canales de distribución que aproximen el producto a los consumidores; el establecimiento de servicios posventa que afiancen la lealtad del cliente; la especialización de la producción para la explotación de "rincones" del mercado; la promoción de las exportaciones para trascender las limitaciones del mercado local; la regionalización de la producción, para aprovechar costos de transporte menores en situaciones de dispersión de la demanda; la integración vertical para asegurarse el control de las materias primas y de los bienes intermedios; la introducción de nuevas tecnologías de producción para aprovechar economías de escala, una mayor productividad y un uso más eficaz de los insumos con el propósito de reducir costos, y así sucesivamente. Distintas empresas recurrirán a diferentes combinaciones de estos elementos para definir sus estrategias de competencia en las diversas ramas industriales. La forma predominante de competencia, resultante de la interacción entre muchas empresas, condicionará la importancia relativa del cambio técnico en las estrategias de las empresas individuales, y en consecuencia también el efecto probable de los diversos instrumentos de política en el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas de la rama.

En la tercera categoría de factores se encuentran las características de las empresas que conforman la rama, y que no provienen únicamente de la estrategia específica seguida en la competencia con otras empresas, sino además de factores como el tamaño, la estructura de propiedad, la ubicación, el grado de capacidad técnica dentro de la empresa, su estructura financiera y las actitudes de la gerencia. Todos estos factores afectarían la decisión de una empresa individual de introducir una determinada innovación técnica, las fuentes de las que ésta provendría, la forma en que ella sería incorporada al proceso productivo, y así sucesivamente. En última instancia, el establecimiento de capacidades técnicas en la industria sólo podrá ser alcanzado a través de una agregación de las capacidades técnicas de empresas individuales, y de las otras organizaciones y entidades comprometidas con la ciencia y la tecnología en la industria.

A pesar de que cada categoría ha sido analizada por separado, y de que acaban de enumerarse los factores considerados como principales, lo importante es saber cómo estas categorías de factores llegan a interactuar y a establecer con ello el fundamento de la evolución tecnológica de determinada rama industrial, y de allí a condicionar el efecto de los instrumentos de política científica y tecnológica. Es bastante difícil describir tales interacciones en abstracto, dado que la formulación de una teoría adecuada del cambio técnico en los países subdesarrollados dista

mucho de haber sido lograda. El marco de referencia de estas tres categorías, y los factores identificados en el interior de cada una, actúan como guía para la identificación de los principales condicionantes del cambio técnico en la industria y del efecto de los instrumentos de CYT.

Después de todo, y una vez que la evidencia empírica reunida por el Proyecto STPI ha sido analizada para evaluar el efecto de los instrumentos de política, se evidencia que los instrumentos de política CYT explícitos —con la excepción del entrenamiento de personal— tienen poco efecto en el cambio tecnológico, especialmente en las bases iniciales de la industrialización. Las interacciones entre las tres categorías examinadas más arriba, dentro del contexto específico de un determinado proceso de industrialización y con el concurso de políticas de apoyo a la industrialización en general, constituyen en sí las principales determinantes del cambio tecnológico en la industria, y del desarrollo de capacidades de CYT industrial.

Más aún, se observó que las empresas suelen tomar sus decisiones tecnológicas al margen de consideraciones respecto de los instrumentos de política científica y tecnológica, y que cuando éstos recibían alguna atención ello ocurría a menudo una vez tomadas tales decisiones. Las empresas entonces buscaban acogerse a los beneficios o hallar maneras de evitar las sanciones especificadas en el acervo de instrumentos de política; pero rara ha sido la oportunidad en que éstos hayan sido considerados factor clave en la toma de decisiones tecnológicas.

Cuando la atención no se centra en el cambio técnico en empresas y ramas, sino en el desarrollo de una infraestructura para la realización de actividades científicas y tecnológicas, emerge un cuadro algo diferente. Se dan casos de desarrollo exitoso de una infraestructura de CYT ostensiblemente con fines industriales, y ello ha sido generalmente consecuencia de la intervención estatal. Sin embargo, dada la combinación de factores mencionada líneas arriba, los cuales limitan la demanda de tecnología local, y dado el relativo descuido del proceso de vincular la infraestructura de CYT al proceso de producción industrial, la capacidad de realizar actividades científicas y tecnológicas ha permanecido aislada.

A pesar de que los instrumentos explícitos de CYT han sido relativamente exitosos en el desarrollo de una infraestructura local de CYT, la mayor parte de la demanda planteada por el sector productivo ha tendido a ser muy específica y a limitarse a campos que exigen también conocimientos específicos, imposibles de desarrollar en instituciones al servicio de toda la industria, o incluso de determinadas ramas. De allí que la capacidad de respuesta de la infraestructura de CYT haya sido orientada a la atención de los pedidos más o menos generales para realizar actividades de CYT, es decir, aquellos comunes a una variedad

de industrias y a diversas empresas de determinada rama, pero no llegan a responder a exigencias más específicas de solución de problemas técnicos en la producción.

IV. COMENTARIOS FINALES

Considerando las observaciones de las secciones anteriores, y evidenciadas las dificultades inherentes al establecimiento de capacidades locales de ciencia y tecnología para la industria, vale la pena recordar los motivos que justifican el esfuerzo de desarrollar tales capacidades por parte de un país subdesarrollado. Si en algo se valora la autonomía de decisión para la orientación del proceso de desarrollo industrial hacia objetivos nacionales, entonces tendrá que lograrse cierta medida de control sobre este proceso, con objeto de desarrollar opciones alternativas y elegir el mejor de los caminos a seguir. Cada vez más la posibilidad de controlar el destino industrial de un país descansará en la capacidad de evaluar, elegir y absorber tecnología importada, así como en la capacidad de generar tecnología local y de transformarla en proyectos industriales viables. Esto implica necesariamente el desarrollo de capacidades de CYT propias en cada país.

Más aún, a medida que avanza el proceso de desarrollo, y que el país se encuentra en condiciones de generar un esquema viable de acumulación y un excedente económico, la posibilidad de transformar tal excedente en inversión, internamente y sin depender totalmente del mundo industrializado, se verá determinada por el nivel de las capacidades de CYT del país, por el grado de desarrollo de su industria de bienes de capital, y por la forma en que el modelo de desarrollo elegido permita el desarrollo de la tecnología local y de la industria de bienes de capital. De allí que cualquier esfuerzo por incrementar la autonomía y por apoyarse en los propios recursos pase necesariamente por el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas locales.

Pero también es preciso reconocer que el desarrollo de estas capacidades de CYT, y de una base endógena de ciencia y tecnología para la industria será —para la mayoría de los países subdesarrollados— una tarea de largo alcance. Sin embargo, es preciso también notar que el desarrollo (en cualesquiera de las formas políticas o económicas que éste pueda adoptar) no es viable si son rechazados los beneficios potenciales de la ciencia y la tecnología modernas: al margen de preferencias ideológicas o personales, la ciencia y la tecnología son componentes necesarios de cualquier estrategia de desarrollo de este último tercio del siglo XX. Esto no significa, empero, que sea indispensable seguir los patrones de desarrollo occidentales, la secuencia de fases que ellos implican, y su forma particular de emplear la ciencia y la

tecnología. Existen opciones, si bien dentro de un marco limitado, que pueden y deben ser exploradas al máximo.

Más aún, las amplias disparidades entre los recursos de CYT entre los países industrializados y los que no lo son (diferencias cuyo origen se remonta siglos atrás), tornan mínimas las posibilidades de modificar rápida o radicalmente la actual situación en lo relativo a ciencia y tecnología. Sin embargo, el margen de maniobra dentro de estas restricciones absolutas es bastante mayor de lo que percibe la mayoría de los dirigentes del mundo subdesarrollado.

Las convulsiones económicas de las sociedades industriales occidentales en los años setenta, y la recién aparecida redistribución de las actividades industriales a escala internacional, podrían significar nuevas oportunidades para los países subdesarrollados. Por lo tanto, en semejante contexto de cambios mundiales deberían perfilarse estrategias de desarrollo de CYT industrial, especificándose aquellos campos en que las capacidades de CYT han de ser plenamente desarrolladas y donde las tecnologías locales han de convertirse en base de las actividades productivas; campos en que las capacidades de elegir, modificar y absorber tecnologías importadas deben ser alcanzadas, y campos en que la base existente de tecnologías tradicionales debe ser preservada y ampliada.

¿Pero cuál es, entonces, la función de los instrumentos de política científica y tecnológica en este proceso de explotación de oportunidades limitadas para el desarrollo de capacidades locales de CYT industrial? Al margen de cualquier buena intención, la mera formulación de políticas y la elaboración y la puesta en marcha de instrumentos de política fracasarán a menos que se inserten en un contexto favorable al desarrollo de CYT; a menos que se articulen estrechamente con políticas de desarrollo industrial, y a menos que las características del cambio tecnológico, de la estructura y de las empresas en determinadas ramas de la industria se integren al proceso de diseñar y operar políticas e instrumentos de política de ciencia y tecnología.

Si tomamos todo esto en cuenta, tal vez la principal conclusión que surge de la investigación de STPI es la necesidad de evitar las grandes generalizaciones y la elaboración de modelos o marcos "estándar" para el diseño y la implementación de políticas científicas y tecnológicas, actitud que ha caracterizado frecuentemente los consejos impartidos por las organizaciones y los consultores internacionales. Los consejos que no toman en cuenta los contextos específicos del subdesarrollo, o que no encaran toda la gama de factores, tanto internos como externos, que condicionan el desarrollo de políticas locales de CYT, trazan un camino erizado de peligros.

Por último, para aprender sobre el proceso de desarrollo científico y tecnológico en determinado país, es preciso evitar con-

ceptualizaciones simplistas tomadas de una u otra disciplina, y más bien combinar varias aproximaciones a la investigación, perspectivas disciplinarias y puntos de vista ideológicos, con objeto de aprehender la compleja realidad que subyace en el juego de fuerzas e intereses que dan forma al desarrollo científico y tecnológico. Si consideramos la diversidad de contextos que hay en el subdesarrollo, no existe sustituto para los decididos esfuerzos locales —no importa cuán modestos en un comienzo— por comprender la situación concreta de las capacidades industriales y de CYT, su posible desarrollo futuro, y las medidas gubernamentales que tendrían mayor eficacia.

ANEXO

Características del proceso de ejecución de políticas científicas y tecnológicas

1. Papel del Estado en la orientación del proceso de industrialización

Argentina

- Apoyar a la industria sobre una base amplia y general.
- Las prioridades para la industria no se encuentran claramente definidas sino principalmente en manos de fuerzas del mercado.
- Falta de orientación estatal específica para la industria.
- Frecuentes cambios de política tornan ambiguo y hasta contradictorio el papel del Estado.

Brasil

- Proporcionar apoyo a la industria de manera amplia y general.
- Las prioridades industriales no están claramente definidas y son dejadas sobre todo a las fuerzas del mercado.
- Poca orientación estatal específica para la industria, excepto cuando el Estado interviene como empresario.
- Recientemente se concedió prioridad a la industria de bienes de capital.

Colombia

- Proporciona apoyo a la industria de manera amplia y general.
- Las prioridades para la industria no se encuentran claramente definidas y están sobre todo en manos de las fuerzas del mercado.
- No existe orientación estatal específica para la industria.
- Recientemente se concedió prioridad a las industrias capaces de competir en los mercados de exportación.

México

- Apoya a la industria de manera amplia y general.
- Las prioridades para la industria no están claramente definidas y quedan sobre todo en manos de las fuerzas del mercado.

- No existe una orientación estatal específica para la industria.
- Recientemente se concedió prioridad a las industrias de bienes de capital.

Perú

- Proporciona apoyo selectivo a la industria con base en un modelo predefinido de industrialización.
- Las prioridades industriales están claramente definidas por la legislación.
- Intervención estatal específica en las industrias básicas y estratégicas. Regulación de todo el resto de la industria (poca atención prestada a la industria privada).
- Reciente reducción de la intervención estatal en la industria.

Venezuela

- Proporciona apoyo a la industria de manera amplia y general.
- Las prioridades para la industria no se encuentran claramente definidas y están sobre todo en manos de las fuerzas del mercado.
- Poca orientación estatal específica para la industria, salvo a través de las empresas estatales en la industria básica.
- Reciente ampliación del papel estatal como empresario y financiador en la industria.

2. *Apoyo en mecanismos de promoción (positivos) o de control (negativos)*

Argentina

- Apoyo sobre todo en medidas promocionales e incentivos para apoyar la industrialización.
- Uso limitado de medidas de control, sobre todo en forma de registro de inversión extranjera y de contratos de licencia, y de control de cambios.

Brasil

- Apoyo sobre todo en medidas promocionales e incentivos para sostener la industrialización.
- Uso limitado de medidas de control, principalmente en la forma de registros de inversión extranjera y de contratos de licencia, y de control de cambios.

Colombia

- Apoyo limitado en medidas promocionales, sobre todo de naturaleza crediticia y fiscal, para sostener la industrialización.
- Apoyo sustantivo de medidas de control, sobre todo control de cambios, regulación de la inversión extranjera, y registro y negociación de los contratos de licencia.

México

- Apoyo principalmente en medidas promocionales e incentivos para sostener la industrialización.

- Uso limitado de medidas de control, sobre todo en la regulación de la inversión extranjera y en el registro de contratos de licencia.

Perú

- Apoyo sobre todo en mecanismos compulsivos y de control para orientar la industria.
- Uso limitado de medidas promocionales, y dentro del marco de leyes compulsivas.

Venezuela

- Apoyo sobre todo en medidas promocionales e incentivos para sostener la industrialización.
- Uso limitado de medidas de control centradas en torno del registro de la inversión extranjera y de los acuerdos de licencia.

3. *Forma de la intervención estatal*

Argentina

- Suministro de servicios básicos a la industria.
- Empresas estatales encargadas de insumos industriales clave (acero, petróleo, electricidad).
- Prácticamente ningún empleo de mecanismos de planificación.
- Poca regulación de la economía.

Brasil

- Suministro de servicios básicos para la industria.
- Empresas estatales encargadas de insumos industriales clave (acero, petróleo, electricidad), inicialmente como "empresario reticente" pero más tarde como uno activo.
- Uso limitado de los mecanismos de planificación.
- Significativa regulación de la economía.
- Importancia clave del financiamiento estatal para la industria.

Colombia

- Suministro limitado de servicios básicos a la industria.
- Las empresas estatales no tienen un papel importante.
- Uso limitado de los mecanismos de planificación.
- Escasa regulación de la economía.
- Significativo financiamiento estatal de la industria.

México

- Suministro de servicios, facilidades e infraestructura básicos para la industria.
- Empresas estatales encargadas de insumos industriales clave (petróleo, acero).
- Uso limitado de los mecanismos de planificación.
- Escasa regulación de la industria.
- Papel clave del financiamiento estatal de la industria.

Perú

- Suministro de servicios básicos a la industria.
- Papel clave de las empresas estatales en muchas esferas de la industria (y limitado papel de la industria privada).
- Difundido recurso a los mecanismos de planificación, utilizados a través de las entidades y empresas estatales.
- Amplia regulación de la economía.
- Papel clave del financiamiento estatal para la industria.

Venezuela

- Suministro de servicios, facilidades e infraestructura básicos para la industria.
- Papel clave de las empresas estatales en la industria básica.
- Reciente importancia de la planificación, a través de una masiva inversión gubernamental.
- Escasa regulación de la economía.
- Papel clave del financiamiento estatal para la industria, pero con severos problemas para la concesión de créditos a largo plazo.

4. Caracterización del grupo de instrumentos de política*Argentina*

- Alta generalidad de los instrumentos de política.
- Heterogeneidad (coexistencia de varios tipos y generaciones de instrumentos de política).
- Pasividad (entidades gubernamentales no toman la iniciativa).
- Marginalidad (escaso efecto en la industria).
- Inestabilidad (frecuentes cambios).
- Imposibilidad de una acción gubernamental coherente a causa de los conflictos y las contradicciones.

Brasil

- Diseño y empleo pragmático de los instrumentos de política, respondiendo a estímulos de corto y mediano plazo.
- Creciente refinamiento y especificidad de los instrumentos de política.
- Creciente fragmentación de los instrumentos de política a medida que se tornan más específicos.
- Gran hincapié en los mecanismos financieros.

Colombia

- Uso ambiguo de los instrumentos de política: activos en las medidas de control y pasivos en las promocionales.
- Adopción de una posición restrictiva o defensiva respecto de la tecnología extranjera.
- Falta de selectividad y especificidad de los instrumentos de política.
- Carácter no discrecional de la mayoría de los instrumentos de política.

México

- Redundancia de las medidas promocionales de tipo general para la industria.
- Pasividad (entidades gubernamentales no toman la iniciativa).
- Falta de selectividad y de posibilidad de discriminar en la aplicación de los instrumentos de política.
- Carácter discrecional de gran número de instrumentos de política.
- Escasos instrumentos (sobre todo los de control) son empleados para influir directamente en la conducta de la industria.

Perú

- Carácter formal de los instrumentos de política, que tienen poco efecto en la orientación de la industria privada.
- Pasividad de las medidas promocionales.
- Carácter altamente discrecional de los instrumentos de política.
- Adopción de una posición restrictiva defensiva respecto a la tecnología extranjera.
- La mayoría de los instrumentos de política son de naturaleza legal compulsiva.

Venezuela

- Inestabilidad de las entidades gubernamentales encargadas de emplear los instrumentos de política.
- Falta de selectividad.
- Alta generalidad.
- Existencia de grietas en esferas clave de la instrumentación de política.
- Apoyo sobre todo en medidas fiscales.
- Poder discrecional implícito en gran cantidad de instrumentos de política.

5. *Coherencia de la política CYT y grado de integración con las políticas industriales*

Argentina

- Falta de un marco de referencia o de pautas con continuidad para orientar el desarrollo de CYT.
- Imposibilidad de que los cuerpos gubernamentales de coordinación de CYT realicen sus funciones.
- Falta de correspondencia entre las políticas industrial y de CYT.

Brasil

- Se concede apoyo a la CYT dentro de un contexto pragmático de políticas industriales.
- Las entidades gubernamentales desempeñan un papel coordinador para los esfuerzos de CYT.
- Políticas de CYT derivadas de políticas de industrialización.
- Alternación de una política de CYT de respuesta de industrialización a una política de CYT de reorientación de la demanda de tecnología hacia fuentes locales.

Colombia

- Políticas de promoción de CYT, pero sin vinculación con las de industrialización.
- Falta de coordinación de las actividades de CYT y de las entidades gubernamentales comprometidas en la política CYT.
- Soslayamiento de las consideraciones tecnológicas a la hora de establecer políticas de industrialización y de evaluar inversiones.
- Falta de correspondencia entre las políticas industrial y de CYT.

México

- Políticas de CYT orientadas hacia la promoción de la investigación y el desarrollo.
- Papel coordinador limitado de las entidades gubernamentales.
- Consideraciones tecnológicas soslayadas a la hora de establecer políticas de industrialización.
- Falta de coherencia entre las políticas de industrialización y de CYT.

Perú

- Políticas de CYT independientes de las de industrialización y relativamente más refinadas y avanzadas.
- Tratamiento integrado de todos los aspectos de las políticas industrial y de CYT en una sola entidad.
- Fragmentación de los esfuerzos de formulación de políticas de CYT y falta de una coherencia general y una coordinación, particularmente con las políticas de industrialización.

Venezuela

- Políticas de CYT elaboradas, pero sin forma de ser llevadas a la práctica. Los objetivos de CYT no son considerados en las políticas industriales.
 - Falta de coordinación de las actividades de CYT.
 - Hincapié en la importación masiva de tecnología, y escasos esfuerzos por desarrollar capacidades locales de CYT.
 - Falta de correspondencia entre las políticas industrial y de CYT.
6. *Recientes cambios y tendencias en la política de CYT industrial de los gobiernos*

Argentina

- Continuación de la inestabilidad y falta de coherencia de la política de CYT.
- Desmantelamiento de instituciones clave de CYT.

Brasil

- Amplio incremento de las asignaciones a las actividades de CYT en los sectores estratégicos.
- Ambiciosos planes para la expansión de la infraestructura de CYT.

Colombia

- Liberalización del comercio y la economía.
- Relativa abundancia de divisas, que durante tres años modificó las condiciones contextuales imperantes.
- Naturaleza cíclica de la acción gubernamental determinada por las elecciones (1978).

México

- Abandono de los esfuerzos de planificación del desarrollo de CYT.
- Reciente cambio gubernamental (1977) implicó un cambio en las políticas de CYT.

Perú

- Relativa liberalización de la economía.
- Reducción del papel del Estado en la industria.
- La crisis financiera y económica relegó a un segundo plano las consideraciones tecnológicas.

Venezuela

- Abundancia de recursos financieros.
- Naturaleza cíclica de la acción gubernamental, determinada por las elecciones (1978).

10. LA UNIVERSIDAD Y EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA *

I. 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 desempeñar a la universidad en ella.

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

* 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.

Cuadro 1. Lista ilustrativa de instituciones que realizan diferentes funciones en el sistema científico tecnológico

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, etcétera).
- 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

b) Proporcionar apoyo y servicios:

- Laboratorios nacionales
- Centros de información y documentación
- Laboratorios de metrología

- Organizaciones cooperativas de investigación
- 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

- Organizaciones de prospección de recursos
- 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
 - Empresas 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)
-

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 1 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 implicadas en la generación y la 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 desempeñe el papel dominante en dicho sistema. Volveremos a este tema más adelante.

II. INSTITUCIONES DEDICADAS A LA PRODUCCIÓN Y LA 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.

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.

1. *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 es 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 pregrado*. 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 pregrado 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 hacer hincapié en la investigación en ciencias sociales, la cual puede servir a un doble propósito en la enseñanza de pregrado: 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 posgrado*. 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 posgrado. La investigación puede abarcar una amplia gama de campos, desde la investigación básica no orientada (matemáticas, biología, etcétera) hasta programas de investigación para resolver problemas específicos en medicina, utilización de recursos naturales y otros campos similares. El enfoque central en este tipo de unidad de investigación es el de *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, etcétera) en los cuales los estudiantes tendrían a su cargo la recolección, el procesamiento y el 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 realicen tareas concretas de recopilación de datos, interpretación de resultados, y

comparación de información sobre agricultura, recursos hídricos, riquezas minerales, etcétera, en lugares remotos del país sobre los cuales se tiene muy poco conocimiento. Estos grupos multidisciplinarios 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 posgrado en las universidades, sobre los cuales existe cierta tradición en la América Latina, ya que la mayoría de la investigación científica y tecnológica se ha realizado en centros universitarios de posgrado.

2. *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. Los campos en los cuales trabajaría una unidad de este tipo estarán condicionados por la visión del futuro a largo plazo y la estrategia que se haya trazado para 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 campos 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 de que la estrategia de desarrollo prevea un aumento considerable de la urbanización, sería necesario realizar investigaciones sobre el comportamiento de migrantes de zonas rurales a urbanas, la posible estructura del empleo y las fuentes que lo generasen, y los cambios de valores y modificaciones que surgieran de una urbanización masiva. En 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 investigación básica en el campo 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 las ciencias sociales puede señalarse el ejemplo de estudios sociológicos y antropológicos que requieren 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 las 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 posdoctorales.

3. Unidades de investigación orientada hacia la acción

La función principal de este tipo de unidades es aportar 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. Estos campos-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 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 nuevos campos problema.

En la 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. Trist¹ 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 campo de las ciencias físicas y naturales. Este tipo de centros requiere el máximo apoyo en los países de la América Latina en la actualidad.

4. 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 de la demanda de tecnología local a nivel de usuarios existe un número relativamente reducido de unidades de investigación de este tipo en la América Latina. Esta situación podría ser modificada sólo si se genera una demanda de investigación y desarrollo a nivel 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.

5. Unidades para la participación popular en la investigación

El postulado básico de este tipo de unidades es que existe una gran capacidad de generar conocimientos tecnológicos (particularmente referidos a innovaciones menores) constituida por los conocimientos prácticos y la experiencia adquirida por la mayo-

¹ 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, París, 1970.

ría 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 de los profesionales— no han permitido a los trabajadores canalizar directamente su experiencia y sus 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 implican una mayor participación popular en el manejo de la economía y en las actividades productivas deben considerar explícitamente la forma de aprovechar 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 podrían 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 de su aplicación sistemática a la investigación.

Este tipo de centros de investigación es prácticamente desconocido en la América Latina y sólo países como la China Popular,² 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.

III. EL PAPEL DE LA UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA EN LA GENERACIÓN Y LA MODIFICACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Presentado el 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

² Sobre el caso de China véase el informe de G. Dean, *Technology Policies in the People's Republic of China*, mimeografiado, Oficina del Coordinador, Proyecto STPI, Lima, 1976.

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 concuerdan en que la universidad puede y debe desempeñar el papel preponderante y dominante en la creación de una capacidad local en ciencia y tecnología. Ribeiro³ 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".

Herrera,⁴ 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. Sunkel⁵ otorga a la universidad el papel primordial de organismo orientador y ejecutor de la actividad científica nacional. Boeninger⁶ 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, etcétera (p. 28).

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 de manera directa ligadas a la universidad. Al respecto es necesario 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 des-

³ Darcy Ribeiro, "Política de desarrollo autónomo de la universidad latinoamericana", A. Herrera (comp.) *América Latina: Ciencia y tecnología en el desarrollo de la sociedad*, Santiago de Chile, Ed. Universitaria 1970.

⁴ A. Herrera, *Bases para planificar la investigación científica en la universidad peruana*, informe presentado al Consejo Nacional de la Universidad Peruana, Lima, 1972.

⁵ O. Sunkel, *Reforma universitaria, subdesarrollo, dependencia*, Santiago de Chile, Ed. Universitaria, 1969.

⁶ E. Boeninger, primer capítulo de *Hacia una política de desarrollo científico y tecnológico para Chile*, Santiago de Chile, Ed. Universitaria, 1972.

arrollo. Como lo señalara Ortega y Gasset hace más de cuarenta años, en esta tarea central de formación humana la investigación tiene sólo una importancia limitada:⁷

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 supeditada 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 la América Latina muestra una variedad de arreglos institucionales para promover y realizar investigación y desarrollo. En los países de Europa Oriental las academias de ciencias y los institutos del Estado han desempeñado 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 universidad.⁸

Fuera del hecho de que históricamente la mayoría de la investigación científica y tecnológica en la 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 periodo 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

⁷ José Ortega y Gasset, "Misión de la Universidad", *El libro de las misiones*, Madrid, Espasa-Calpe, 1959.

⁸ 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 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 en la América Latina. No es posible esperar que ambas tareas sean cabalmente ejecutadas por una sola institución, y la segunda de ellas tiene prioridad particular 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 tecnología.⁹

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, aun 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 pregrado. Eso es consistente y compatible con la misión central de la universidad; más aún, la llevará a cumplir tal misión con mayor efectividad. Esto implica incluir la actividad de investigación como parte integral del curriculum universitario de pregrado. Varsavsky¹⁰ 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 la consolidación de unidades de in-

⁹ 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", *Desarrollo científico-tecnológico y universidad*, Santiago de Chile, Ediciones CPU, 1974.

¹⁰ O. Varsavsky, *Criterios para una política de desarrollo universitario*, informe presentado al Consejo Nacional de la Universidad Peruana, Lima, 1972.

vestigación 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 acento 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, aun a costa de recursos propios, puede parecer una estrategia 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 orientadas hacia la acción, la universidad se estaría centrandó 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 de la utilización de sus equipos e instalaciones, de las demandas de investigación fundamental y del 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 unidades.¹¹

Fuera de la acción puramente universitaria, las unidades de investigación orientadas hacia la acción deben contar con el mayor apoyo del gobierno y de 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

¹¹ 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.

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 refuerzo de los centros de investigación docente de posgrado. Es aquí donde se encuentra la mayor capacidad instalada de investigación en la 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 la 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 por qué ser la institución dominante en el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica en la América Latina. Existen otras formas institucionales que deben ser exploradas y promovidas.

11. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA Y CAMBIO TÉCNICO EN LA INDUSTRIA *

I. INTRODUCCIÓN

EL DESARROLLO de capacidades de CYT industrial sólo puede ser alcanzado a través de la agregación de las capacidades de CYT de las empresas, los centros de investigación, las empresas de ingeniería y otras organizaciones de CYT vinculadas a la industria; de allí que no baste examinar el funcionamiento de los instrumentos de política de CYT exclusivamente desde la perspectiva de los formuladores de política y de las entidades gubernamentales, y que se haga necesario estudiarlos desde el punto de vista de su efecto en el proceso de toma de decisiones científicas y tecnológicas en las empresas industriales.

Ello requiere un análisis de los factores que influyen en las tomas de decisiones tecnológicas y en el cambio técnico en las ramas y las empresas industriales, con el propósito de identificar y separar la influencia de los instrumentos explícitos e implícitos de política de aquella de los factores contextuales en el nivel de la economía y de las ramas industriales, y de aquellos factores internos de las propias empresas. Dada la diversidad de las fuentes de influencia que confluyen para determinar el cambio técnico y las capacidades de CYT en la industria, y dada la falta de teorías aceptadas respecto del cambio técnico en los países subdesarrollados, el mencionado análisis se presenta como una tarea ardua.

Las pautas metodológicas del Proyecto STPI ofrecieron una primera conceptualización de las decisiones tecnológicas como punto de partida; luego la investigación incorporó nuevas consideraciones respecto al cambio técnico en la difusión de las innovaciones, entre éstas varios cambios realizados por los equipos nacionales. El desarrollo de capacidades locales de CYT encuentra su expresión en los cambios introducidos en la base tecnológica de la industria y en la tecnología específica empleada por determinadas empresas. Igualmente, los cambios y los perfeccionamientos tecnológicos exigen el desarrollo de cierta capacidad de CYT por parte de las empresas industriales, los centros de investigación, las empresas de ingeniería, etcétera. Por esto cuando examinemos el efecto de los instrumentos de política nos referiremos tanto al cambio técnico como al desarrollo de capa-

* Tomado de *Ciencia y tecnología para el desarrollo: informe comparativo central del Proyecto STPI*, Bogotá, CID, 1978, pp. 173-198. Para un tratamiento más detallado de este tema véase la Parte III, módulos 10, 11 y 12.

ciudades de CYT, aun cuando éstas pueden ser claramente diferenciadas desde un punto de vista conceptual.

El estudio del cambio técnico y de los factores que influyen en él a nivel de varias ramas industriales fue una de las últimas tareas emprendidas por el proyecto STPI; en consecuencia, y debido a limitaciones de tiempo, fue imposible contrastar y examinar con la profundidad adecuada los diversos puntos de vista existentes sobre el cambio técnico. Esto no ha dejado de producir en las aproximaciones y los puntos de vista cierta heterogeneidad que dificulta el establecimiento de inferencias generales.

Una revisión de los estudios sobre el cambio técnico en la industria muestra que éstos difieren, entre otras cosas, respecto al nivel de agregación adoptado, lo cual a su vez se vincula directamente con el predominio de un sesgo descriptivo y, en los casos contrarios, con la profundidad analítica de los estudios. Los conceptos tienden a ser más claros y a estar mejor formados y sustentados a medida que disminuye el nivel de agregación. Más aún, un concepto riguroso del "cambio técnico" aplicado *a posteriori* sería de escasa utilidad como pauta para interpretar y evaluar las lecciones posibles de estos estudios. El concepto ha de ser lo suficientemente flexible como para comprender las diversas aproximaciones al tema adoptadas por los diferentes equipos en sus estudios.

Es posible identificar tres niveles de análisis: el de los patrones del cambio técnico en una rama industrial, como el caso de la industria coreana de metalurgia en polvo y el estudio indio sobre la industria electrónica; el de la conducta tecnológica de las empresas, centrado en las diversas características y determinaciones de las decisiones de la empresa que tengan implicaciones tecnológicas, que es el caso de los estudios sobre implementos agrícolas en Colombia y empresas estatales en el Brasil, y los estudios específicos que hacen hincapié en el sentido y el ritmo del cambio técnico, como los mexicanos y los brasileños sobre la orientación del cambio técnico y la difusión de las innovaciones.

Cada nivel comprende un grado mayor de especificidad, concreción y penetración que el anterior. A grandes rasgos implican aproximaciones al nivel de la rama, de la empresa y de la planta, respectivamente. El segundo y el tercer nivel comprenden tanto estudios intraindustriales como de casos de empresas estatales, mientras que los estudios de casos de innovaciones específicas también se encuentran comprendidos dentro del espectro del tercer nivel. Pero a pesar de que cada uno de los estudios locales sobre el cambio técnico enfoca uno u otro nivel de análisis, ellos tienden a cubrir aspectos relevantes a varios de estos niveles.

Visto en retrospectiva, el conjunto de los estudios de STPI sobre el cambio técnico y sus determinantes se hubiera beneficiado

con algunos refinamientos y algunas clarificaciones de tipo conceptual. Entre los problemas identificados en el análisis comparativo de los resultados de STPI, es conveniente mencionar que la mayoría de ellos se han centrado en las fuentes externas de tecnología, con el consiguiente descuido de los esfuerzos de las propias empresas por generar y modificar la tecnología; que en algunos casos el marco de referencia analítico adelantado en los informes no fue suficientemente explorado en los estudios empíricos, y que el análisis de los instrumentos de política se abocó sobre todo a las decisiones de inversión para el establecimiento o la expansión de recursos productivos, más bien que al uso de la capacidad existente y de las actividades de CYT asociadas con el funcionamiento y el perfeccionamiento gradual de la tecnología de producción en las empresas.

En general no fue posible determinar claramente el efecto diferencial de los instrumentos de política de CYT sobre el cambio técnico y el desarrollo de las capacidades de CYT. El proceso de diferenciación de esta fuente de influencia específica de los otros factores demostró ser casi inabordable y de manejo bastante difícil; aunque en muchos casos fue posible identificar y comprender su papel dentro de la maraña de las otras fuentes de influencia que determinan las decisiones tecnológicas de las empresas y el crecimiento de una capacidad local de CYT, a la vez que obtener perspectivas valiosas para futuros esfuerzos de investigación.

II. HACIA UN MARCO DE REFERENCIA PARA EL ESTUDIO DEL EFECTO DE LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA EN EL CAMBIO TÉCNICO

Los estudios sobre el cambio técnico realizados en el Proyecto STPI sugieren la existencia de ciertos "senderos clave" o "secuencias" que eslabonan las fuentes de influencia del nivel general o macroeconómico con la conducta tecnológica del nivel microeconómico de las empresas individuales. Los instrumentos de política, tanto implícitos como explícitos, intervienen como una de las fuentes de influencia en diversos puntos de las secuencias clave, y el predominio de determinados senderos generará ciertos patrones de conducta tecnológica en el nivel de la empresa. Cuando las condiciones que estimulan ciertos patrones se mantienen presentes por algún tiempo pueden producir cambios en la base tecnológica de las ramas industriales y también en el nivel interindustrial.

Son necesarios el reconocimiento, la identificación y la clara comprensión de tales senderos clave para reforzar o descartar las consecuencias que se derivan de los factores conceptuales y de las políticas implícitas sobre el desarrollo de capacidades locales de CYT. En determinadas circunstancias económicas puede

darse poco margen para la flexibilidad en el diseño de políticas económicas industriales, y el mantenimiento de cierto grado de independencia y autonomía en cuestiones de CYT puede contribuir a incrementar el grado de libertad de las políticas gubernamentales en general. Las políticas de CYT pueden incluso tener efectos no tecnológicos de tipo implícito —una especie de “calidad implícita al revés”—, y el costo en oportunidades de no emplear tal potencial puede ser alto.

La identificación y la comprensión de los senderos clave que eslabonan los fenómenos macro y micro también ayudarían a reducir las incertidumbres que afectan negativamente el diseño y el empleo de los instrumentos de política de CYT, a formular respuestas de política relevantes de acuerdo con las diversas circunstancias, y a determinar cuándo y cómo han de ser aplicados los instrumentos de política, así como a establecer las condiciones apropiadas para su aplicación.

La influencia del contexto económico sobre la efectividad relativa de los instrumentos de política de CYT y la manera en que operan estas secuencias clave pueden variar sustantivamente según si el país está en un periodo de expansión o de recesión económica, si estas fluctuaciones cíclicas son leves o acentuadas, y si las tasas de crecimiento a largo plazo son altas o bajas. Para ilustrar este punto tomaremos dos casos hipotéticos, tomados de condiciones reales encontradas en los países del STPI.

Asumamos que la situación macroeconómica se caracteriza por dificultades crónicas en la balanza de pagos, déficit en la capacidad de importación y bajas tasas de crecimiento económico para el largo plazo. En cuanto sea difícil incrementar la deuda externa habrá que tomar medidas para equilibrar la situación, y las más probables, entre otras, en esta situación serían: devaluación para mejorar los precios relativos de los bienes exportados; restricciones para disminuir las importaciones; elevación de las tasas de interés para estimular el ahorro, y estímulos a la postergación de las inversiones en plantas y equipo a través de medidas tributarias. Estas medidas tendrían claras repercusiones respecto de variables que afectan directamente la conducta tecnológica de las empresas industriales. En primer lugar, una devaluación aumentaría los costos de importación vigentes, tanto de bienes de capital como de insumos, e incrementaría la carga de las deudas pendientes en divisas. En segundo lugar, la devaluación también reduciría los ingresos locales respecto a los de los países del extranjero. En tercer lugar, las restricciones a la importación, unidas a medidas tributarias diseñadas para desalentar la inversión, reduciría la tasa de renovación y de incremento de equipos. En cuarto lugar, el incremento de las tasas de interés aumentaría el precio del capital y bajaría el de la mano de obra.

Dado este juego de condiciones provenientes de circunstancias macroeconómicas reforzadas por respuestas de política econó-

mica, el comportamiento tecnológico de las empresas industriales probablemente revelará un sesgo en favor de una prolongación de la vida promedio del equipo; aparecerá un recurso intensivo a las actividades de reparación, mantenimiento y reconstrucción con objeto de aprovechar plenamente los activos físicos disponibles; se dará un uso lo más pleno posible a la capacidad de las plantas, con objeto de evitar las inversiones de capital, y se buscarán maneras de aprovechar mejor los productos secundarios.

Antes de examinar cómo afectan estas condiciones la relevancia, la efectividad y la orientación de los instrumentos de política de CYT, será preciso tomar en cuenta una situación diferente. Asumamos que esta otra situación macroeconómica comprende la expectativa de una alta tasa de crecimiento, optimismo en las decisiones de inversión, plena disponibilidad de divisas, y en general una atmósfera de tipo expansivo. Son suspendidas las restricciones a la importación, permitidos regímenes acelerados de depreciación, el acceso al capital deja de ser difícil o costoso, y la mano de obra se hace más cara gracias al éxito de las presiones sindicales.

En vista de estas circunstancias económicas y de las políticas económicas expansivas que les corresponden, es probable que la conducta tecnológica de las empresas muestre un giro hacia: una expansión rápida y de programas de inversión que comprendan expansiones significativas de las plantas y el equipo; una orientación de la demanda de los servicios de ingeniería hacia la instalación de equipo nuevo en lugar de hacia un mejor uso de las plantas existentes; un funcionamiento con exceso de capacidad, y el lanzamiento de nuevas líneas de productos en vista de las perspectivas de un mercado en expansión.

Tomando en cuenta estas situaciones contrastantes, parece obvio que la relevancia y el efecto de los instrumentos económicos y de política de CYT diferirán según la que prevalezca de las dos, y que el tipo de actividades de CYT que serán emprendidas por las empresas industriales dependerá también del predominio de uno u otro juego de condiciones.

Consideremos, por ejemplo, los controles de precios. El efecto (secundario) de este instrumento de política en el estímulo a las reducciones del costo unitario a través de la ingeniería de planta, del proceso de optimización, y de otras actividades intramurales de CYT, probablemente será mayor en el primer tipo de situación económica que en el segundo. Mientras que en el primer caso las empresas se verán presionadas a asumir programas de reducción de costos, en el segundo se encontrarán activamente dedicadas a la introducción de nuevos productos que les permitan distinguir más fácilmente los controles de precios. Similares comentarios se aplican a las tasas de depreciación y a las medidas tributarias que alentarían las actividades de CYT

para mejorar la utilización de las plantas, propiciar actividades de reparación y de mantenimiento, y estimular la reconstrucción de maquinaria; probablemente tendrían más efecto en el primer caso, en el que constituirían un incentivo adicional, que en el segundo, en el que serían de poca relevancia frente a las nuevas inversiones en activos fijos y a la introducción de nuevos productos.

Consideremos también el empleo del poder de compra de las empresas estatales. Su efectividad para promover una demanda de actividades locales de CYT parecería mayor con el primer juego de condiciones económicas que con el segundo. Cuando las empresas privadas y estatales se encuentran activamente abocadas a nuevas inversiones, será mucho más difícil orientar el empleo del poder de compra estatal selectivamente en función de objetivos de largo plazo —el desarrollo de capacidades locales de CYT—, especialmente cuando la elección de proveedores locales en lugar de extranjeros conlleva ciertos riesgos.

Como tercer ejemplo, consideremos las medidas de política diseñadas para desarrollar habilidades locales de ingeniería. Es probable que su efecto sea más débil en el primer juego de condiciones, cuando las empresas tienden a apoyarse en sus propias habilidades internas de CYT, que en el segundo, cuando las empresas tratarán de exigir sustantivos insumos externos de ingeniería para alimentar sus programas de expansión.

Consideremos, por último, las medidas para promover las actividades de investigación y desarrollo por contrato entre los institutos independientes y las empresas industriales. Debido a la mayor tendencia a apoyarse en insumos externos de CYT en el curso de una fase de expansión, es probable que estas medidas tengan un mayor efecto bajo el segundo juego de condiciones que bajo el primero, en que la compra de servicios de CYT bajo contrato con institutos externos se vería muy probablemente reducida.

Estos ejemplos, basados en observaciones realizadas en el curso de los estudios de STPI sobre el cambio técnico, ponen en relieve las interrelaciones entre las condiciones macroeconómicas, los instrumentos de política económica y de CYT, y la conducta tecnológica en el nivel de la empresa.

Pero existen dos juegos adicionales de factores condicionantes que deben ser tomados en cuenta al examinar los senderos o secuencias de las interacciones macro-micro que influyen sobre el desarrollo de las capacidades de CYT. El primero se refiere a las características de la rama concreta en que opera la empresa, y el segundo a las características de la empresa misma.

Entre las características de las ramas industriales que ameritan especial estudio es posible encontrar el grado de concentración o de dispersión de la producción, la estratificación de las empresas, el patrón dominante de competencia y la naturaleza

de la tecnología asociada con la rama industrial bajo estudio. De hecho, el efecto de los dos conjuntos de circunstancias macroeconómicas, y de las diversas medidas de política económica y de CYT, puede cambiar según si la empresa pertenece a una rama industrial en que las inversiones en activos fijos son de vital importancia (petroquímica, fertilizantes, acero), o si son de importancia mucho menor (procedimiento de alimentos, metalmeccánica) o si se destaca una competencia al margen de los precios dentro de un contexto oligopólico, o si la competencia a través de los precios tiene un papel importante dentro de una estructura productiva bastante dispersa, o si la tecnología es de disponibilidad relativamente libre, o si se encuentra controlada por unos cuantos proveedores de tecnología, y así sucesivamente. Por último, las características de la empresa misma —si es privada, extranjera o estatal, si es grande o chica, si tiene una buena base empresarial o no, etcétera— también filtrarán y modificarán el efecto de los factores contextuales y de los instrumentos de política.

Por lo tanto los senderos o secuencias de las interacciones macro-micro comprenden diversas fuentes de influencia, que van desde las más amplias condiciones macroeconómicas hasta las características específicas de la empresa, y el efecto de los instrumentos de política en la promoción del desarrollo de capacidades de CYT ha de ser examinado desde la perspectiva de su lugar y peso relativo en el fondo de tales secuencias. Sin embargo las políticas de CYT no pueden ser diseñadas y operadas con el único objeto de influir en una determinada empresa, con lo que la tarea pasa a ser de identificación y caracterización de un número limitado de senderos clave que funcionan en algún nivel intermedio entre la economía general y la empresa individual. Los estudios del Proyecto STPI han revelado que el nivel más apropiado para identificar estos senderos, y para analizar el papel de los instrumentos de políticas que contienen, es la rama industrial.

Resumiendo, los senderos clave o secuencias de interacciones que vinculan los fenómenos macroeconómicos y la conducta microeconómica con objeto de influir en el cambio técnico y en el desarrollo de capacidades locales de CYT comprenden un juego de condiciones macroeconómicas y las políticas económicas generales asociadas con ellas, las características económicas y tecnológicas de las diversas ramas industriales, y las características de las empresas industriales. Todo esto requiere ser examinado en diversas combinaciones con el propósito de identificar el papel real y potencial de los instrumentos implícitos y explícitos de política que afectan el desarrollo de capacidades locales de CYT. Al margen del punto de partida elegido para examinar el efecto de los instrumentos de política de CYT, el análisis deberá eventualmente cubrir todos estos aspectos, destacando particu-

larmente el nivel intermedio de la rama industrial como campo al que confluyen las condiciones macroeconómicas y el comportamiento tecnológico microeconómico.

III. LOS ESTUDIOS DEL STPI SOBRE EL CAMBIO TÉCNICO: CUESTIONES Y APROXIMACIONES

Los estudios de STPI sobre el cambio técnico y el desarrollo de CYT al nivel de la rama abarcaron diversos temas y siguieron diferentes enfoques. El cuadro 1 enumera algunos de los trabajos realizados por los equipos locales, agrupados en las tres categorías mencionadas anteriormente: estudios industrial-tecnológicos al nivel de la rama, estudios de la conducta tecnológica de las empresas y estudios específicos sobre el cambio técnico.¹ Esta clasificación se basa en el nivel de agregación que caracteriza a cada estudio, a pesar de que a menudo ellos cubren aspectos que trascienden uno u otro nivel. Es por esto que en la próxima sección examinaremos las cuestiones que se derivan de los primeros dos niveles de estudios, antes de plantear algunos comentarios sobre los estudios de casos vinculados a las empresas estatales, y de cerrar el capítulo con una reseña de los enfoques seguidos en el Brasil, México y Colombia en los estudios sobre cambio técnico y efecto de los instrumentos de política.

1. *Algunas cuestiones identificadas en los estudios del STPI sobre el cambio técnico*

Un rasgo que comparten todas las ramas manufactureras examinadas en los estudios industrial-tecnológicos es la *naturaleza estratificada del mercado* que comprende, entre otras cosas, la coexistencia de empresas de diversos volúmenes, edades, tecnología, estructura de la propiedad, etcétera. En consecuencia, es posible asociar diversos patrones de conducta tecnológica con empresas correspondientes a diferentes estratos, y semejante heterogeneidad de la estructura de los mercados da pie a efectos diferenciales en la aplicación de los instrumentos de política de CYT.

En términos amplios, las empresas que atienden a los mercados de exportación o a las necesidades de los estratos superiores con productos de alta calidad tienden a ser mayores, más especializadas, con un mayor grado de refinación tecnológica y una mayor presencia de capital extranjero. También tienden a ser relativamente más eficientes en términos de escala de producción, sobre todo debido a la mayor concentración de ésta, aunque también pueden llegar a tener que operar con una mayor

¹ Para un resumen de los estudios locales véase parte III, módulos 10, 11 y 12 de la obra de donde fue tomado este artículo.

*Cuadro 1. Selección de estudios sobre el cambio técnico realizados por el Proyecto STPI **

Estudios industrial-tecnológicos al nivel de la rama

- Argentina — Máquinas-herramientas.
- Brasil — Máquinas-herramientas.
- Corea — Metalurgia en polvo.
- India — Industria electrónica.
- Venezuela — Bienes de capital.

Estudios sobre la conducta tecnológica de las empresas

- Argentina — Estudio de caso de SEGBA (empresa estatal encargada de la generación de energía eléctrica).
— Estudio de caso de gas del Estado (empresa estatal encargada de la distribución y comercialización del gas).
- Brasil — Estudio de caso de ELECTROBRAS (empresa estatal encargada de generar energía eléctrica).
— Estudio de caso de empresas estatales en el sector de los productos de acero plano.
- Colombia — Conducta tecnológica de las empresas de implementos agrícolas.
— Conducta tecnológica de las empresas en la industria de fertilizantes.
- México — Estudio de caso del efecto de las corporaciones transnacionales en el desarrollo tecnológico.
- Venezuela — Estudio de caso de la industria petroquímica.

Estudios específicos sobre el cambio técnico

- Brasil — Estudio de caso sobre la difusión de las innovaciones (industrias textil, papelería y de cemento).
 - México — Orientación del cambio técnico en las industrias de bienes de capital, petroquímica y alimentaria.
 - Venezuela — Casos atípicos de innovación.
-

* Esta lista no comprende todos los estudios sectoriales realizados por los equipos locales en el Proyecto STPI.

capacidad debido a las restricciones tecnológicas sobre las dimensiones mínimas de una planta. Por otro lado las empresas que proporcionan bienes de menor calidad, sobre todo para los estratos con menores ingresos en el mercado local, suelen ser pequeñas y medianas, parecen necesitar un equipo más versátil para atender a mercados menores y más diversificados, y suelen ser de propiedad local. Recurrirán a los insumos tecnológicos extranjeros mucho menos que las empresas de la primera categoría, aunque éstas también puedan llegar a realizar de manera sistemática algunos esfuerzos rutinarios de CYT.

El estudio indio señala un caso que contradice esta regla general: a través de la intervención estatal y de las medidas de política las pequeñas empresas han podido ingresar a, y permanecer en, segmentos del mercado que de otro modo hubieran sido evacuados, y tarde o temprano dominados, por las empresas extranjeras. El estudio venezolano sobre bienes de capital también menciona que las pequeñas empresas que producen a pedido pueden requerir habilidades técnicas más refinadas que las grandes empresas dedicadas a la producción estandarizada. De aquí puede inferirse que a pesar de que existan algunas restricciones tecnológicas al volumen mínimo de una planta, éstas de ningún modo implican que nada pueda hacerse para mantener el volumen de las empresas —y con ello el control del mercado— dentro de proporciones administrables y deseables de acuerdo con criterios sociales.

En diversas ramas industriales colombianas se identificaron varias situaciones relacionadas con la facilidad del ingreso al mercado, especialmente desde la perspectiva de las empresas locales. En la rama de los implementos agrícolas la facilidad de ingreso es mayor cuando la dimensión de la empresa se mantiene en su mínimo, cuando hay un flujo relativamente libre de insumos técnicos que sólo exigen un esfuerzo de ingeniería en reversa de tipo simple, y cuando existe una demanda atomizada. Por tales motivos esta rama tiene un bajo grado de concentración y las empresas tienden a ser de propiedad local, y a competir principalmente sobre la base de habilidades de innovación de productos (nuevos tipos de implementos) y acceso a redes de distribución.

Distinto es el caso de la industria de fertilizantes, que exige un volumen mínimo de la empresa relativamente alto y un considerable nivel de recursos financieros; aquí los insumos tecnológicos son controlados en gran medida por los proveedores del equipo. Esto lleva a un mercado altamente concentrado donde el Estado y las empresas extranjeras desempeñan un papel de primera importancia. En tal caso, las decisiones tecnológicas en la fase de operación asumen sobre todo la forma de esfuerzos de reducción de costos en el campo de la reparación, el mantenimiento y la solución de problemas que aparezcan sobre el te-

rreno. Más aún, los controles gubernamentales de precios de los productos básicos, y el hecho de que los productores tengan especificaciones estandarizadas, dejan poco margen para los patrones de competencia por diferenciación de precios y de productos, lo cual lleva a las empresas a priorizar las actividades de CYT dirigidas hacia la reducción de costos.

Un segundo rasgo común identificado en los estudios del STPI se refiere a los *patrones generalizados de competencia extra-precios*. Estos patrones de competencia pueden centrarse en torno del control de los canales de distribución, que es el caso de las principales empresas de la industria textil brasileña; en torno de habilidades para el diseño de productos, como se ve en la metalurgia en polvo coreana o en la industria de implementos agrícolas colombiana, o en torno del acceso a conocimientos de procesos, regla general en las industrias petroquímicas y siderúrgicas de los países del STPI.

Los esquemas de competencia extra-precios son más frecuentes allí donde la modernización industrial se intensifica (a menudo a través de estrategias de sustitución de importaciones) y el progreso es buscado a través de la integración vertical de la industria desde los bienes de consumo hacia atrás. Por lo general la competencia extra-precios comprende, como lo revelaron los estudios de los diversos países del STPI, un considerable apoyo en las habilidades de diseño de productos, en los recursos financieros, en conocimientos avanzados respecto de las exigencias de los clientes, en el control de las redes de distribución y en el acceso preferencial a los insumos que incorporan tecnología. Sin embargo, los estudios también indican que son éstas las más difíciles barreras de ingreso al mercado que enfrentan las pequeñas y medianas empresas locales, sobre todo cuando intentan ingresar a campos que exigen mayor severidad en las especificaciones de procesos y de productos y en los controles de administración.

Una vez más, sólo en la India parecen haber sido neutralizadas estas barreras gracias a mecanismos institucionales, como obligar a las empresas controladas por extranjeros a dirigir una alta proporción de sus ventas hacia mercados externos. Tales medidas han sido diseñadas para colocar a las empresas locales y a las extranjeras en condición de igualdad frente a las extranjeras en el mercado local.

Todos los estudios coinciden en describir estructuras oligopólicas considerablemente concentradas y diferenciadas, en las que la competencia de precios desempeña un papel menor, si al caso alguno. Esto se da particularmente allí donde los controles de precios son impuestos por el Estado (lo cual elimina la competencia de precios) y cuando los insumos tecnológicos extranjeros sustituyen a las habilidades innovativas exigidas por los patrones de competencia que comprenden niveles de calidad.

Diversos estudios (máquinas-herramientas en la Argentina, bienes de capital en Venezuela, implementos agrícolas en Colombia) señalan el papel clave de los agentes comerciales y de distribución en la transferencia técnica. Tales agentes aparecen como importantes y vitales en el caso de las pequeñas empresas, en la transmisión de información técnica de los proveedores de bienes de capital e insumos materiales, así como de los clientes. En algunos casos ellos también controlan el suministro de servicios técnicos como la instalación y puesta en marcha del equipo, y los servicios de reparación, mantenimiento y reacondicionamiento. También actúan como asesores en la elección de técnicas, inducen actualizaciones técnicas y en general afectan el ritmo y la orientación del proceso de difusión en campos como la industria de transformación del metal, la de bienes de capital y la electrónica.

Otro aspecto identificado en algunos estudios tiene que ver con *los niveles y las posibilidades decrecientes de apoyo en las habilidades artesanales tradicionales* a medida que avanza el proceso de industrialización. Las habilidades técnicas, heredadas de la experiencia acumulativa de los talleres de reparación y mantenimiento, y adquiridas a través del uso empírico del ingenio en la solución de problemas técnicos, han desempeñado un papel importante durante las primeras etapas del desarrollo de la industria local.² Sin embargo, los requisitos técnicos cada vez más severos planteados por las empresas de propiedad o control extranjeros que funcionan en el país, la necesidad de penetrar y desarrollar mercados de exportación, y las condiciones internas de competencia que destacan al acceso a los insumos tecnológicos extranjeros, han disminuido las posibilidades de que las habilidades artesanales tradicionales desempeñen un papel significativo en la industrialización. Estos hallazgos apuntan a lo que puede considerarse como una pérdida social: la desaparición de las habilidades y la cultura de los artesanos. Este aspecto ya casi no es tomado en cuenta a la hora de establecer políticas económicas para modernizar la industria.

Otro rasgo común puesto en relieve por los estudios del STPI es *la importancia de la influencia ejercida por los eslabonamientos verticales*, es decir, la manera como determinada rama se articula con el resto de la industria en relación con el ritmo y la dirección del cambio técnico. Casi todos los estudios coinciden en este aspecto, y señalan también que la necesidad de adecuarse a los estándares exigidos por las empresas industriales a sus insumos, especialmente cuando éstas están bajo control extranjero, tiene un importante efecto sobre el ritmo y la orientación del cambio técnico en las empresas que proveen equipo, componentes e insumos intermedios. Cuando estos clientes industriales se encuentran habituados a altos estándares de

² Para una mayor elaboración sobre este tema véase parte III, módulo 3.

calidad y poco dispuestos a confiar en las habilidades locales, ello le crea a las empresas nacionales severos problemas. Para salvar estas barreras es preciso elevar la calidad de los productos y desarrollar habilidades de prueba y de innovación. Tales condiciones sólo pueden ser satisfechas por las empresas de mayor volumen y competencia técnica, y éstas suelen recurrir a insumos tecnológicos extranjeros.

También se ha visto que *el volumen del mercado y la inestabilidad de la demanda* no solo afectan la tasa de perfeccionamiento técnico, sino además la elección de tecnologías expresada en la necesidad de versatilidad de las plantas, la maquinaria y el equipo, así como de una gama más amplia de productos que atiendan a un sector diversificado de clientes, especialmente cuando la demanda es pequeña y errática. Estos factores influyen en la elección de técnicas tanto a la hora de hacer nuevas inversiones como de adaptar el equipo existente a funciones distintas de las que se le asignaron en un comienzo. Altamente importantes a este respecto son los instrumentos de política que definen el patrón de la demanda de tecnología, que es el caso del empleo del poder de compra estatal, pues pueden crear incentivos para una mayor especialización y también ayudar a las empresas a dictar continuos desplazamientos de una línea de producción a otra con objeto de mantener su nivel de producción.

Por último, tenemos que casi todos los estudios comparten una apreciación de la *importante influencia que ejercen las políticas de industrialización por sustitución de importaciones en la generación de demanda para la tecnología*, pero a la vez señalan la falta de preocupación de estas políticas por el desarrollo de una capacidad local para abastecer los insumos tecnológicos que se requieren. Los estudios también han podido identificar prejuicios respecto de la balanza de pagos y otros objetivos no tecnológicos, la escasa selectividad, la falta de racionalidad (como en el caso de los efectos negativos de la protección de la industria coreana de metalurgia en polvo), y falta de conciencia respecto a las consecuencias tecnológicas de las políticas de sustitución de importaciones. Además, los estudios del STPI sobre el cambio técnico señalan la escasa incidencia de las instituciones científicas y tecnológicas locales en la solución de los problemas técnicos de la industria.

2. *Notas sobre la conducta tecnológica de las empresas estatales*³

La maximización de las utilidades en sí misma no puede ser tomada como objetivo principal de las empresas estatales, pues a menudo su papel, establecido por el propio gobierno, es el de

³ Para una discusión más detallada de estas cuestiones véase *Technological Behaviour of State Enterprises: The Experience of the STPI Countries*, Ottawa, IDRC, 1978.

alentar y crear mejores condiciones para el crecimiento industrial. Por este motivo, la conducta tecnológica de las empresas estatales no puede ser explicada a partir de las mismas variables empleadas al considerar las empresas privadas. Los conflictos que surgen entre el papel de las empresas estatales como productoras de utilidades o acumuladoras, y su papel social como parte del "aparato estatal", así como la forma en que estos conflictos se resuelven, condicionan en gran medida el posible efecto de las empresas estatales en el desarrollo científico y tecnológico. Estas observaciones y unas cuantas cuestiones asociadas a ellas, surgen claramente de los estudios del STPI sobre la conducta tecnológica de las empresas estatales.

Sin embargo, a pesar de las diferencias entre empresa privada y empresa estatal, *la estructura del mercado* también influye sobre la conducta tecnológica de las empresas estatales, principalmente a través de la forma en que éstas se articulan con los proveedores y los consumidores. Así, si la empresa estatal atiende a un mercado atomizado puede, dentro de las muchas limitaciones que le son impuestas por las autoridades gubernamentales que las superan, ejercer mayores presiones para elevar el precio de sus productos, que si el mercado se encuentra altamente concentrado y los compradores cuentan con un sustantivo poder de negociación. Estas situaciones contradictorias se ven ilustradas por los estudios brasileños sobre la generación de energía y los productos de acero plano respectivamente. En efecto, mientras que en el primer caso las empresas estatales pueden imponer una política de tarifas diferenciales (con tarifas más altas para el consumo residencial), en el segundo las empresas estatales tienen dificultades para manipular los precios debido a la organización y el poder de negociación de las empresas consumidoras.

El patrón de financiamiento —relacionado, a su vez, con las políticas de precios— ha sido destacado por todos los estudios como la principal variable de explicación que fundamenta la conducta tecnológica de las empresas estatales. Las interrelaciones entre el patrón de financiamiento, las políticas de precios y la conducta tecnológica distan mucho de ser simples, como lo ilustran los siguientes ejemplos.

Los controles de precios sobre las empresas estatales pueden poner en peligro su capacidad para generar internamente recursos financieros. Esta situación probablemente las conduciría a apoyarse en transferencias de recursos del presupuesto gubernamental o de fuentes extranjeras. Un intenso apoyo en transferencias presupuestales puede restringir la autonomía de la empresa y desalentar así los esfuerzos planeados para elevar sus capacidades tecnológicas. Por el contrario, un apoyo en recursos extranjeros puede demostrar incompatibilidad con operaciones de baja o ninguna rentabilidad, y conducir a la empresa

estatal a prestar atención sobre todo a criterios de actividad en el corto plazo. Estas dos situaciones pueden a su vez conducir a un debilitamiento de la capacidad tecnológica de la empresa estatal, debido a una predilección por acuerdos de inversión en paquete con resultados rápidos y seguros, y de políticas salariales y de personal restrictivas. Más aún, las fuentes extranjeras de financiamiento a menudo condicionan el suministro de maquinaria, equipo y servicios de ingeniería, dejando poco margen de maniobra para el abastecimiento local de insumos.

Sin embargo, cuando la empresa estatal se apoya principalmente en recursos generados internamente para el financiamiento de sus programas de expansión, suele contar con un mayor margen de maniobra respecto de la elección de los proveedores de equipo y puede igualmente incrementar su volumen de compra de insumos tecnológicos locales. Dado que los controles de precios suelen impedir su elevación, ya que existen grandes posibilidades para decidir entre opciones tecnológicas, la empresa estatal prestaría mayor atención a los problemas técnicos con objeto de incrementar la productividad y por lo tanto expandir la base de estos recursos financieros internamente generados, lo cual implica a su vez un mayor desarrollo de las capacidades intramurales de CYT.

Resumiendo, vemos que puede resultar un debilitamiento de las capacidades tecnológicas de las empresas estatales, como inesperado subproducto de las políticas de redistribución que obligan a estas empresas a mantener precios relativamente bajos. Más aún, las políticas que hacen hincapié en objetivos de corto plazo también podrían llegar a producir similares resultados, pues suelen venir acompañadas, entre otras cosas, por políticas salariales y de personal que desalientan la formación de cuadros técnicos en el interior de las empresas.

Los estudios de la Argentina, Venezuela y Corea sobre las empresas estatales revelan el proceso de aprendizaje tecnológico a largo plazo en que se apoyan tanto las etapas anteriores como posteriores al inicio de los proyectos de inversión emprendidos por tales entidades. Muestran también que tal proceso de aprendizaje no se deriva exclusivamente de las experiencias exitosas, e ilustran respecto de casos de "aprendizaje por fracaso" (aunque en tales casos los costos sociales no pueden ser soslayados). Indican también que el enfoque asumido por las empresas estatales se ve sustantivamente alterado cuando emprenden proyectos que implican intensas discontinuidades en el proceso de aprendizaje, que es el caso de los que exigen ir bastante más allá de los programas de expansión rutinaria dentro del marco de nuevas iniciativas (por ejemplo la planta de etano General Cerry de la empresa Gas del Estado en la Argentina). Los estudios también revelan que las consideraciones tecnológicas se ven relegadas a un segundo plano cuando se hace hincapié en una

concreción rápida de los proyectos de sustitución de importaciones, a partir de criterios que destacan la rápida modernización de la industria. Los datos respecto de la expansión industrial venezolana apoyan fuertemente esta afirmación.

3. *Aproximaciones al estudio del cambio técnico en el nivel específico*

Los estudios del STPI sobre el cambio técnico en el nivel específico, y sobre los factores que influyen en él, han seguido tres orientaciones: aquellos que examinan un amplio acervo de innovaciones relativas a procesos, productos y materiales; los que se centran en torno del patrón de difusión local de innovaciones de proceso único, y aquellos que examinan los principales factores que afectan la naturaleza del cambio técnico en determinadas ramas de la industria. La primera aproximación fue seguida por los estudios mexicanos sobre ramas industriales seleccionadas: bienes de capital, petroquímica y procesamiento de alimentos; la segunda fue asumida por los estudios brasileños sobre textiles, papel y cemento, y la tercera fue adoptada por los estudios colombianos sobre implementos agrícolas, fertilizantes y productos alimenticios. Cada una de estas aproximaciones será brevemente revisada, pero sin entrar en detalles respecto de los hallazgos de los equipos nacionales.

a) *México*. Los esfuerzos del equipo mexicano por examinar la orientación del cambio técnico en el nivel de la empresa intentaron trascender las categorías formales de las "decisiones tecnológicas".

i) *Aproximación general*: La aproximación seguida no reveló una innovación única en las diversas ramas industriales tomadas en cuenta, ya que la medida de la tasa de difusión de las innovaciones específicas no era tema de preocupación.

Los cambios técnicos identificados tuvieron relación con las tecnologías de procesos, productos y materiales que fueron definidas como dimensiones a lo largo de las cuales ocurre el cambio técnico. La primera comprendía todas las modificaciones en los procesos, estuvieran éstos relacionados con plantas y equipo o no; la segunda comprendía todos los cambios técnicos vinculados con el diseño de productos, y la tercera consideró todas las modificaciones técnicas de las materias primas y de los insumos. Estas tres dimensiones se encuentran estrechamente interrelacionadas, pues en la mayoría de los casos los cambios de tecnología de productos implican modificaciones en las tecnologías de producción o en las tecnologías de materiales, y viceversa.

Las principales orientaciones del cambio técnico consideradas fueron: cambios reductores de costos, diferenciación y diversificación de productos; adaptación de la tecnología de producción a la disponibilidad de factores; adaptación de la tecnología

de producción al volumen del mercado; adaptación a los materiales e insumos locales, y adaptación de la tecnología del producto a las "preferencias de los consumidores" locales. En cierto sentido estos tres últimos tipos de cambios son casos específicos de los primeros dos. Empero, dada la importancia que la adaptación tecnológica tiene para una economía que se apoya intensamente en las importaciones de tecnología extranjera, estos cambios técnicos fueron examinados por separado.

Se identificaron los siguientes factores que afectaban los cambios técnicos:

1) Características estructurales de la rama:

- Grado de concentración (es decir, volumen de la producción o activos fijos controlados por las principales cuatro empresas en cada rama);
- Inversión extranjera (presencia de empresas multinacionales);
- Distribución de las empresas por tamaños;
- Relaciones capital-producto, capital-trabajo y trabajo-producto;
- Canales predominantes de la competencia (precios, diversificación de productos, reducción de costos, capacidad de ventas, etcétera), y
- Volumen del mercado y barreras al ingreso.

2) Características de la empresa:

- Propiedad;
- Dimensiones (por número de trabajadores, por activos fijos);
- Ubicación regional, y
- Volumen de las exportaciones.

La naturaleza de la producción fue considerada como parte de las características de las ramas industriales e íntimamente vinculada con las relaciones capital-producto y capital-trabajo. La distinción básica se realizó entre procesos de flujo continuo, intermitentes y diferenciados. En el primer proceso las materias primas y otros insumos no pueden ser divididos en unidades separadas, diferenciables una de la otra. Por lo tanto el transporte de estos materiales desde un reactor o recipiente tiene que ser realizado a través de mayores desplazamientos de equipo (tuberías, bandas transportadoras, etcétera). Los procesos intermitentes se caracterizan por el hecho de que las reacciones físico-químicas pueden ocurrir dentro de recipientes modificables y descartables; los desplazamientos pueden ser menores y existe una mayor flexibilidad en el empleo de la mano de obra. Por último, los procesos diferenciados son aquellos en que la

materia prima, los bienes intermedios y los productos finales son diferenciables el uno del otro y pueden ser separadamente manipulados. Por supuesto que algunos procesos combinan dos o más rasgos en una u otra fase: por ejemplo, los productos lácteos como el queso empiezan como proceso de flujo continuo y terminan como procesos diferenciados con unidades claramente distinguidas. Estas características están también estrechamente vinculadas a las escalas de producción, dado que un proceso intermitente puede ser factible a pequeña escala y que el flujo continuo obviamente exige mayores escalas de producción.

En el curso de los estudios se consideró que las características de los procesos condicionan la orientación de ciertos cambios técnicos. Por ejemplo, es sabido que los procesos diferenciados tienen una mayor elasticidad en la sustitución entre capital y trabajo que aquellos de flujo continuo. Sin embargo los cambios en una dirección u otra no estuvieron dictados sólo por las características técnicas de los procesos sino también por las características de las ramas y de las empresas.

ii) *Algunos resultados clave.* Los estudios mexicanos identificaron significativos procesos generales de innovación por parte de las empresas más grandes; se descubrió que su actividad innovadora estaba asociada a su escala de producción, a las dimensiones del mercado que cubría y a la estructura de la demanda. Se identificó una constante tendencia a la mayor automatización por parte de las mayores empresas en todas las líneas de bienes de capital examinadas: máquinas-herramientas, maquinaria e implementos agrícolas y maquinaria de construcción. El volumen del mercado fue identificado como fuente de innovaciones de productos y de cambios en la mezcla de productos de las empresas, debido a su influencia sobre el margen permisible de especialización, que tiende a ser bastante estrecho. También parecen haber desempeñado un papel los incentivos a las importaciones de bienes de capital. La flexibilidad de la mezcla productiva también está vinculada a fuertes variaciones cíclicas en la demanda respecto a la necesidad de mantener ciertos márgenes mínimos de empleo de la capacidad.

Los productores de maquinaria agrícola constituyen una excepción a la tendencia general de diversificación de la mezcla productiva, ya que han estandarizado líneas de productos que no se prestan fácilmente a cambios en la composición de la producción. En este caso particular fueron identificadas tendencias en el sentido de la adaptación de productos, y el número de rasgos opcionales puede ser considerado como una forma de diversificar la línea de producción; se descubrió que esto era parcialmente estimulado por los controles de precios. En cuanto las adaptaciones de productos en esta rama de hecho son un mecanismo de competencia extraprecios, ellas pueden ser consideradas como un sucedáneo de la diversificación de productos, ya

que permiten que los productos diferenciados se presenten como "nuevos".

Las empresas enfrentan rigideces en el campo de la adaptación de materiales debido a motivos técnicos, aunque se identificaron algunos esfuerzos en tal dirección. Sin embargo, tales esfuerzos no parecen haber logrado cambios subsiguientes en la tecnología de procesos y de productos, pues se descubrió que los cambios en las especificaciones de los insumos materiales eran compatibles con las tecnologías iniciales de procesos y de productos que tenían diferentes especificaciones para insumos materiales.

En lo concerniente a la industria petroquímica, se corroboraron las hipótesis provisionales respecto a las rigideces impuestas sobre las elasticidades de sustitución de capital-trabajo por el empleo de procesos continuos.

iii) *El efecto de los instrumentos de política sobre el cambio técnico*: El análisis del efecto de más de veinte instrumentos de política reveló que en términos generales las principales orientaciones del cambio técnico rara vez se ven afectadas por el funcionamiento de estos instrumentos de política. Luego, la conclusión general es que una intensificación del empleo del capital y de la diferenciación y adaptación de los productos (o falta de adaptaciones), tiene su explicación en la dinámica de la rama en que las empresas están funcionando, y en menor medida en las características de las propias empresas y el tipo de proceso utilizado (aunque de hecho este último elemento puede ser considerado como parte de las "características de la rama").

El análisis individual de los instrumentos de política revela, empero, algunos datos interesantes. Sus efectos pueden ser prescindibles, pero en algunos casos pueden también ser considerados como un incentivo innecesario y redundante e implicar importantes sacrificios fiscales por parte del Estado.⁴ Por ejemplo, el registro de transferencia de tecnología no tiene un efecto sobre las empresas que operan en la industria alimentaria debido a que sus eslabonamientos con los proveedores de tecnología son a través de la compra de maquinaria y equipo, y no a través de los acuerdos de licencia o de asistencia técnica. Patentes y marcas registradas también tienen efectos muy diferentes en estas ramas: las patentes pueden tener un papel que desempeñar en algunos procesos petroquímicos, pero uno mucho menor en las industrias de bienes de capital, y casi ninguno en la de alimentos. Sin embargo, las marcas registradas desempeñan un papel clave en las industrias de alimentos (donde la diferenciación del producto es muy importante) y casi ninguno en las petroquímicas (donde es mayor la importancia de las especificaciones de los productos). Las marcas registradas pueden tener un papel en la producción de bienes de capital, pero la con-

⁴ Para el caso mexicano de "redundancia" de los instrumentos de política véase la última sección del capítulo 3.

ducta del producto es juzgada a partir de categorías técnicas y generalmente con más información.

También los coeficientes de depreciación tienen efectos distintos en cada una de las diversas ramas: los coeficientes más altos permitidos para las máquinas-herramientas han causado, junto con otros instrumentos promocionales, mucha especulación y han estimulado la importación de bienes de capital, que más tarde son vendidos en el mercado de maquinaria de segunda mano.

Los cambios sociales (seguros sociales, de desempleo, sistemas de entrenamiento, etcétera) y otros instrumentos generalmente considerados como "incrementadores del costo de la mano de obra" (y por lo tanto promotores de la selección de técnicas capital-intensivas) fueron considerados carentes de todo efecto importante en este sentido. El costo de la mano de obra sólo se elevó más o menos 15 % a causa de estas medidas, y es difícil llegar a la conclusión de que este incremento sea responsable de haber orientado la elección de técnicas en un sentido u otro. Por otro lado, los costos de la mano de obra fueron mencionados en no muy pocos casos por las empresas estudiadas; queda claro que el incremento de la intensidad de capital se debe a motivos más complejos que la simple "aíza" de los costos de la mano de obra.

Algunos incentivos, como el Decreto de Desarrollo y Descentralización Industrial, han demostrado ser innecesarios sacrificios fiscales: por un lado hay empresas que no pueden responder a sus beneficios pues deben mantenerse cerca de los mercados finales o de los abastecedores de insumos intermedios (caso típico de los productores de bienes de capital), mientras que por otro lado existen plantas industriales ubicadas en las zonas menos desarrolladas debido a que tuvieron que hacerlo desde el comienzo mismo (típico ejemplo es el de las plantas de procesamiento de alimentos que deben ubicarse cerca de sus materias primas).

b) *Brasil*. Los estudios sobre cambio técnico realizados por el equipo brasileño examinaron los patrones de difusión de innovaciones de proceso único incorporadas a ciertas piezas de equipo. Estos estudios distinguen el de la elección de técnicas en el nivel de la empresa, y el subsiguiente proceso de difusión sectorial como resultado de la agregación de estas elecciones por parte de las empresas en determinada rama de la industria. Los estudios revelan que los factores explicativos de la difusión de determinadas innovaciones se encuentran asociados con estructuras y conductas de mercado, con las características de las empresas, y con la naturaleza específica de la innovación.

En la industria textil pudo observarse que diversos rasgos estructurales y de conducta, como son la lenta modernización, la escasez de innovaciones radicales, la discontinuidad de los pro-

cesos, la diversidad de grados de poder de mercado asociados con los factores de ubicación, la diferenciación de productos, y la facilidad de ingreso, propician una acentuada heterogeneidad del perfil industrial. Esto a su vez ayuda a explicar el desigual patrón de difusión de las innovaciones en casos como el del telar sin lanzadera; y se descubrió que estos patrones de difusión se encuentran más vinculados a las características estructurales y de conducta de la industria textil que a las particularidades de la propia innovación.

El estudio sobre la difusión de prensas especiales en la industria papelerá brasileña reveló que la decisión de innovar, más que vinculada a la estructura de la rama industrial, había sido determinada sobre todo por las exigencias técnicas impuestas por la secuencia de etapas técnicas implícitas en el proceso productivo, y su integración. En el caso de esta innovación en particular, el papel explicativo de la estructura del mercado y de los rasgos de conducta de la empresa parece ser mucho menor que en el caso de los telares sin lanzadera en la industria textil.

El último estudio sobre difusión tiene que ver con el de los procesos secos en la industria del cemento. En este caso la difusión se explica en términos de dos factores básicos: la especificidad técnica de la propia innovación, en cuanto define el grado en que puede llegar a ser realmente introducida, y la estructura y la conducta del mercado, en cuanto afectan la propensión de las empresas a adoptar la innovación. La concentración del suministro de tecnología en manos de una gran empresa también tuvo efecto en el proceso de difusión, como lo tuvo la decisión del Banco Nacional de Desarrollo Brasileño de no financiar expansiones de plantas existentes o de nuevas plantas que no emplearan el proceso seco.

c) *Colombia*. Los estudios colombianos sobre cambio técnico en el nivel de la rama industrial buscaron identificar los patrones dominantes de conducta tecnológica, expresados en términos de si la empresa estaba principalmente comprometida con la diversificación de productos para incrementar su porción de mercado o si buscaba principalmente reducir costos, y también en términos de la significación de las diversas actividades de CYT (investigación y desarrollo, ingeniería en reverso, diseño de productos, etcétera) realizadas por las empresas. La idea fue enfocar los diversos factores que explican estos patrones, para determinar cómo condicionan el efecto de los instrumentos de política y la relativa sensibilidad de las empresas frente a ellos.

Se descubrió que para el examen de los patrones de conducta tecnológica de las ramas industriales y de la relativa sensibilidad de las empresas a los instrumentos de política era preciso tomar en cuenta tres categorías de factores: las características tecnológicas de la rama; las características estructurales, principalmente económica, de la rama, y las características de las empresas

dominantes. Estas categorías de variables explicativas fueron consideradas simultáneamente debido al alto grado de interacción que existe entre ellas. Su efecto conjunto explica las condiciones en las que un determinado patrón de conducta técnica emerge, y asimismo determina las posibilidades de desarrollo de capacidades locales de CYT en diferentes ramas.

Sin embargo, tanto por motivos operativos como conceptuales, se eligieron las características tecnológicas de las ramas industriales como punto de partida para los estudios, y se postularon cinco maneras de incorporar tecnología al proceso productivo: ramas en que la tecnología fue incorporada sobre todo a través de especificaciones de procesos y de funcionamiento; ramas en que la tecnología fue incorporada sobre todo a través de planta y equipo; ramas en que las especificaciones de productos son la principal forma de incorporar tecnología; ramas en que la tecnología fue incorporada al proceso productivo sobre todo a través de la materia prima y los insumos, y ramas en que el conocimiento humano incorporado desempeñó un papel de primera importancia. Queda claro que estos cinco elementos se encuentran presentes en todas las actividades productivas, pero lo que se buscó fue identificar cuál de estas formas de incorporar tecnología en la producción tenía el papel dominante en determinada rama industrial.

La industria colombiana de implementos agrícolas fue vista como un ejemplo en el que el diseño y las especificaciones de productos constituyen el principal canal de incorporación de tecnología al proceso productivo. La estructura de producción no reveló un alto grado de concentración; las pequeñas y las medianas empresas desempeñan un papel importante; la rama se caracteriza por una intensa competencia. Las barreras de ingreso no eran muy significativas, ya que se requerían modestas inversiones y no existían restricciones respecto al acceso a la tecnología (los diseños de productos pueden ser copiados con relativa facilidad) o respecto de la disponibilidad de materias primas. El mercado local es relativamente pequeño, la clientela se encuentra dispersa y exige una gran variedad de productos, motivo por el cual en esta rama los mecanismos de comercialización y distribución desempeñan un papel de primera importancia.

En tales condiciones la principal estrategia de competencia de las empresas consiste en diversificar productos y adoptar nuevos diseños. Las empresas son muy sensibles a los instrumentos de política relacionados con el crédito para la comercialización de sus productos, así como a los aranceles protectores y a las medidas diseñadas para alentar las exportaciones. Por otro lado revelan escasa sensibilidad frente a los instrumentos de política fiscales, a los controles de precios o a las medidas financieras.

La industria de los fertilizantes se caracteriza por una tecnología incorporada al proceso productivo sobre todo a través de

la inversión en planta y equipos, incluida la ingeniería básica integrada al diseño de la planta y la tecnología incorporada a la maquinaria y al equipo. Dada la importancia de los activos fijos en la rama, éstos implican grandes inversiones y tienen una estructura de costos en que la depreciación de los activos fijos y los pagos de intereses desempeñan un papel importante. La estructura de la producción en esta rama se encuentra altamente concentrada, y no existen importantes barreras al ingreso en forma de las altas inversiones requeridas, aunque el acceso a los conocimientos y al equipo del proceso es relativamente fácil.

En tales condiciones la estrategia de competencia de la empresa, incluso frente a los controles de precios, descansa principalmente en las actividades de CYT susceptibles de reducir los costos. Más aún, la diversificación de productos es virtualmente inexistente. Las empresas de esta rama son altamente sensibles a los instrumentos de política fiscales que proporcionan crédito para inversiones en activos fijos, y a los que permiten exoneraciones tributarias y establecen tasas de depreciación. Asimismo revelan alta sensibilidad a los controles de precios. Por otro lado, los mecanismos crediticios para la comercialización de productos, el registro de acuerdos de licencia y las medidas de promoción a las exportaciones son de menor importancia.

La industria colombiana de pesticidas se caracteriza por el empleo de materias primas e insumos importados que incorporan tecnología en alto grado, y por el uso difundido de los acuerdos de licencia, a la vez que las especificaciones de procesos son realmente simples y no se requiere equipo altamente especializado. La rama se caracteriza por una relativa falta de concentración de la producción, a pesar de que las barreras al ingreso son bastante altas y vinculadas a factores como la dependencia de los insumos que incorporan tecnología protegidos por patentes y conocimientos secretos, y también la alta obsolescencia de los productos. Debido a la protección de las patentes, a los conocimientos secretos, y a la relativamente alta concentración de las empresas que suministran la materia prima y los insumos, las posibilidades de una integración vertical para las empresas locales se ven severamente limitadas, y la inversión extranjera desempeña un papel de gran importancia.

En estas condiciones, la estrategia de competencia de las empresas se apoya en su acceso a los acuerdos de licencia y a la importación de materia prima e insumos. Los mecanismos financieros fiscales y de promoción de las exportaciones prácticamente carecen de efecto sobre la conducta tecnológica de las empresas en la industria de los pesticidas, y en cambio son altamente sensibles a mecanismos como el registro de acuerdos de licencia, de control de importaciones y de control de precios. En general, las medidas proteccionistas también han tenido un importante efecto en las empresas de esta rama, dado que ellas

son responsables de la creación de un mercado local en primer lugar.

La diversidad de aproximaciones al estudio del cambio técnico en los países del STPI indica que existen varias formas de evaluar el efecto de los instrumentos de política sobre el cambio técnico y el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas locales. En todo caso, una conclusión a la que es posible llegar por los estudios del STPI sobre el cambio técnico es la necesidad de examinar simultáneamente diversos factores que incluyen las características tecnológicas de la rama, la estructura de la rama y las principales empresas de cada rama. La idea sería identificar combinaciones de estos tres factores que —dentro de un contexto económico, industrial y de CYT específico y dentro de un estilo dado de implementación gubernamental de las políticas— conduzcan a determinado juego de instrumentos de política a tener mayor efecto que otros. La investigación del STPI señaló algunos rumbos que pueden conducir a una mejor comprensión de estos fenómenos.

12. INTEGRACIÓN Y POLÍTICA TECNOLÓGICA EN LA AMÉRICA LATINA

I. ¿INTEGRACIÓN SIN TECNOLOGÍA?

CONSIDERANDO que el objetivo principal de la integración socioeconómica es contribuir al desarrollo socioeconómico autónomo de los países participantes, es necesario examinar el papel que la ciencia y la tecnología desempeñan en el proceso de integración. Desde esta perspectiva, el ampliar el mercado a nivel subregional o regional sin el correspondiente desarrollo de una capacidad científica y tecnológica propia, llevaría a una mayor dependencia de los proveedores de tecnología extranjera, particularmente en aquellos campos como la industria manufacturera en la cual la tecnología basada en descubrimientos científicos está muy avanzada en los países altamente industrializados y bajo el control de las empresas transnacionales. En estas circunstancias, los diversos mecanismos que se emplean en los procesos de integración podrían simplemente representar una mayor oportunidad para la penetración de la tecnología y el capital extranjeros, y ahondar así la dependencia de los países que participan en el esquema de integración.

Por ejemplo, los mecanismos de orden arancelario para ampliar los limitados mercados locales llevarían a una mayor dimensión del mercado integrado, para cuyo aprovechamiento estarían en mejores condiciones las subsidiarias de empresas transnacionales que cuentan con ventajas tecnológicas, administrativas y financieras. Los mecanismos de programación industrial conjunta y de integración física, y la armonización de políticas económicas reducirían las trabas para organizar en forma más efectiva la producción de las subsidiarias de las empresas transnacionales en el marco subregional o regional. Por lo tanto, de no existir en paralelo el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica propia que permita efectuar la importación de tecnología en condiciones más favorables y apoyar tecnológicamente a las empresas locales en su aprovechamiento de las nuevas oportunidades, lo más probable es que el esquema de integración lleve a una mayor dependencia tecnológica de los países participantes en el mismo.

Esto ha sido planteado a nivel latinoamericano en críticas recientes que ha efectuado Vaitsos,¹ y para el caso del Pacto An-

¹ C. Vaitsos, *The Role of Transnational Enterprises in Latin American Economic Integration Efforts: Who Integrates and what whom, How and for whose Benefit?*, Lima, UNCTAD, 1978, mimeografiado.

dino en un trabajo inédito de Mytelka. La apariencia de dos decenios de proyectos de integración en la América Latina sugiere que entre sus principales beneficiarios se encuentran quienes detentan el control de la tecnología moderna y el capital para la expansión industrial. Aun en el Pacto Andino, que fue el primer esquema de integración latinoamericana en el cual estos peligros fueron advertidos desde el inicio, ha sido imposible frenar totalmente este mayor efecto de dominación.

Por cierto no es posible culpar exclusivamente a la falta de una capacidad científica y tecnológica en la región latinoamericana de esta situación. A ella coadyuva una serie de factores que van desde los modelos mismos de desarrollo adoptados por los países participantes en los esquemas de integración, la falta de capitales, los problemas del orden de coordinación de políticas entre los países participantes, etcétera. Sin embargo, aunque todos estos factores coincidieran para promover el desarrollo autónomo regional, si no se cuenta con la capacidad tecnológica propia es imposible evitar situaciones de mayor dependencia tecnológica como las que se han presentado en el marco latinoamericano. Podemos, por lo tanto, considerar el desarrollo de una capacidad científico-tecnológica en los niveles nacional, subregional y regional como una condición necesaria para que los procesos de integración contribuyan al desarrollo efectivo y autónomo de los países participantes.

Es por demás sabido que en el mundo actual las relaciones entre los países altamente industrializados y los del Tercer Mundo están evolucionando hacia un mayor control de orden tecnológico por parte de los primeros. En sus relaciones de dominación con los países subdesarrollados, del control de las actividades de exportación primarias los países altamente industrializados pasaron al control directo de las actividades productivas y su administración y al control financiero de las mismas, y en la actualidad están deviniendo hacia el ejercicio de la dominación con base en su superioridad tecnológica. Ejemplos tan recientes como el de los países de la OPEP después del aumento de los precios del petróleo, demuestran que no es posible, aun contando con un exceso de recursos financieros, el propiciar un desarrollo autónomo y endógeno sin poseer capacidad científico-tecnológica propia. Por lo tanto, puede inferirse que cualquier esquema de integración socioeconómica que deje de lado el desarrollo de una capacidad tecnológica conducirá a una mayor dependencia de los países participantes frente a los países altamente industrializados y las empresas transnacionales que detentan el control de la tecnología moderna basada en descubrimientos científicos.

II. ¿TECNOLOGÍA SIN INTEGRACIÓN?

Considerando ahora las perspectivas de la ciencia y la tecnología, puede afirmarse que el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica autónoma no es posible para la mayoría de los países de la América Latina, a menos que los esfuerzos para lograr tal capacidad tengan lugar en el marco de un esquema de cooperación o de integración.

En efecto, existen limitaciones de escala y de masa crítica que imposibilitan el desarrollo de tales capacidades para los diferentes países aisladamente. Considerando el volumen de recursos físicos, financieros y humanos necesarios para un sistema científico y tecnológico viable, es claro que, con la posible excepción del Brasil, México y la Argentina, muy pocos de los países de la América Latina cuentan con los medios suficientes para desarrollar una amplia base de actividades científicas que sustente un esfuerzo por desarrollar tecnologías localmente, y que lleve a la efectiva incorporación de dichas tecnologías en los procesos productivos y sociales. Las limitaciones al desarrollo científico y tecnológico aislado por parte de los países latinoamericanos han sido señaladas en varias oportunidades y no es necesario aquí entrar en detalles sobre las mismas.² Esto lleva en forma natural a considerar el desarrollo científico y tecnológico en el marco de un proceso de cooperación o integración latinoamericana.

Aceptando este punto de vista, debe sin embargo evitarse caer en la tentación tecnocrática de postular que el desarrollo científico y tecnológico de una región o subregión puede ser inducido desde arriba por los organismos supranacionales. La experiencia ha demostrado, no sólo en el marco latinoamericano, sino principalmente en el marco del Mercado Común Europeo, que no es posible formular una política de desarrollo científico y tecnológico regional o subregional a menos que ésta se base en políticas nacionales. Por ejemplo, el celebrado informe Marechal sobre la cooperación científica y tecnológica en Europa presentado en 1968 planteó como una de sus principales recomendaciones que los países del Mercado Común Europeo deberían desarrollar una política científica y tecnológica coherente, que incluyera explícitamente la dimensión de la cooperación internacional, como paso previo a una mayor cooperación europea.

Pero al prestar atención, tal como es debido, a las políticas científicas y tecnológicas que constituyen la base de un esfuerzo regional o subregional, no puede perderse de vista el hecho de que los modelos de desarrollo dentro de los cuales se insertan la ciencia y la tecnología definen en última instancia el ámbito de la cooperación posible. No puede pretenderse que países con

² Véase, entre otros trabajos, Francisco R. Sagasti y Mauricio Guerrero, *El desarrollo científico y tecnológico de la América Latina*, Buenos Aires, BID/INTAL, 1974, especialmente el cap. 3.

modelos de desarrollo totalmente divergentes puedan integrar a plenitud sus sistemas científicos y tecnológicos en forma coherente. Por ejemplo, un país en el cual se presta poca atención a la regulación de la inversión extranjera, se postula el crecimiento industrial acelerado sin prestar atención al origen o la adecuación de la tecnología importada a las necesidades locales, y en el cual las actividades reguladoras y productivas del Estado se mantienen al mínimo, coincidan con la política científica y tecnológica de un país en el cual la preocupación por regular la inversión extranjera está altamente desarrollada, se presta atención al tema de las tecnologías apropiadas, y se postula la participación intensiva del Estado en la ejecución y la regulación de las actividades productivas. Es así que existe un punto de quiebre a partir del cual no es posible coordinar las políticas científicas y tecnológicas de países que participen en un proceso de integración, a menos que los modelos de desarrollo seguidos por cada uno de ellos coincidan en gran medida.

Es posible aseverar, por lo tanto, que los procesos de desarrollo científico y tecnológico y de integración están estrechamente ligados. No es posible concebir un proceso de integración que lleve al desarrollo autónomo a menos que se consideren explícitamente factores de orden científico y tecnológico, y por otra parte no es posible postular una política de desarrollo científico y tecnológico autónomo a menos que se conciba ésta dentro de un marco ampliado de cooperación o integración. Aceptando esto como una premisa básica es posible identificar algunos problemas que surgen al plantear consideraciones de orden científico y tecnológico en los procesos de integración socioeconómica.

III. LA EXPERIENCIA DEL MERCADO COMÚN EUROPEO ³

Debido al largo historial en materia de cooperación en ciencia y tecnología en el marco de un esquema de integración económica, el caso del Mercado Común Europeo merece atención especial. Cuando se creó el Mercado Común Europeo resultaba difícil imaginar que esta institución llegaría un día a intentar elaborar una política europea de investigación, y ni siquiera que se convirtiera en un marco adecuado para que en su seno surgiera algún tipo de cooperación en el sector de la investigación y del desarrollo.

Pero al mediar el decenio de los años sesenta los avances lo-

³ Sobre este tema véanse Roger Williams, *European Technology (The Politics of Collaboration)*, Londres, Croom, Helm, 1973; Jean Touscoz, *La coopération scientifique internationale*, París, Editions Techniques et Économiques, 1973; Cesare Mertini y Giuseppe Panico, *Il difficile accordo (la cooperazione europea per la ricerca e la tecnologia)*, Bolonia, Società editrice il Molino, 1974.

grados en los Estados Unidos en campos tales como la energía atómica y la exploración espacial, obligaron a que Europa Occidental reconociera la notable deficiencia de su capacidad científico-tecnológica y de los recursos de capital y de potencial humanos que eran necesarios para investigar en estos sectores. Las primeras propuestas para formular una política de investigación común fueron formuladas por el gobierno francés en marzo de 1965. Inicialmente se planteó la realización de dos estudios, uno que recogiera un balance de las actividades de investigación europeas, y otro que tratara de identificar los sectores más deficitarios en cuanto a actividad científica y en los cuales debieran adoptarse rigurosas medidas correctivas. Con el apoyo de los demás gobiernos europeos se creó un grupo de política de investigación científica y tecnológica bajo la dirección del profesor Marechal, quien presentó en 6 meses un diagnóstico de la situación en el cual se planteaban dos grandes deficiencias en la capacidad científica y tecnológica europea: la escasa eficacia de los sistemas nacionales de investigación y la incapacidad de los países miembros para intensificar su cooperación científica y técnica en condiciones satisfactorias. La realización de los estudios del grupo de Marechal coincidió con el esfuerzo de la Organización de Cooperación Económica y Desarrollo para medir el potencial científico y tecnológico de los países europeos, y con los estudios que se hicieron sobre la "brecha tecnológica" entre Europa y los Estados Unidos.

Entre las deficiencias señaladas en el informe se destacó la lentitud de los trámites para la adopción de decisiones, particularmente cuando se trataba de programas conjuntos en campos de tecnología avanzada, en las cuales la oportunidad de la investigación es de gran importancia; los conflictos de intereses a que las decisiones de cooperación daban lugar, de manera particular en lo referente al "justo retorno" que esperaban recibir los países participantes de su contribución financiera a un proyecto colaborativo; la complejidad de las coordinaciones que era preciso establecer para poner un proyecto en marcha, y la falta de objetivos comunes a largo plazo para el Mercado Común Europeo en materia de desarrollo científico y tecnológico. Todo esto se veía agravado por el hecho de que el establecimiento de acuerdos de cooperación obedecía la mayor parte de las veces a estímulos de orden externo, tales como el desarrollo nuclear y espacial registrado en los Estados Unidos y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.

Sin embargo, según el informe Marechal, en la base de todas estas dificultades se encontraba la falta de definición de intereses y objetivos nacionales en el campo de la ciencia y de la tecnología. Esto llevó a la conclusión de que era necesario que cada país miembro elaborara una política científica y tecnológica en

el nivel nacional, considerando explícitamente la dimensión europea y los esquemas de cooperación.

El informe Marechal fue seguido por una discusión en el Consejo de Ministros, y por la conformación de un nuevo grupo que debería traducir las recomendaciones de carácter general en programas concretos de cooperación entre los países del Mercado Común Europeo. Se encomendó al profesor Aigrain la preparación de tal informe, el cual sentó efectivamente las bases para la cooperación en materia científica y tecnológica en el marco del Mercado Común Europeo.

Sin embargo, un balance de la experiencia acumulada entre 1965 y 1973 señala que: "los resultados tangibles de 7 años de esfuerzos pueden parecer de escasa importancia para muchos e incluso desesperanzadores para algunos. En efecto, el vigoroso esfuerzo de reactivación científica y técnica en el sector de las tecnologías avanzadas que pretendía el 'Consejo de los Seis' en 1968 no se había producido. Las actividades cooperativas en curso se limitan a proyectos a veces importantes pero siempre de ámbito reducido y adolecen de los grandes defectos e inconvenientes que se derivan del excesivo plazo transcurrido entre su concepción técnica (primavera de 1969) y el inicio de su ejecución práctica, que para la mayoría de ellos no tuvo lugar hasta principios de 1973".⁴

A los cuatro años de tal evaluación se considera plenamente a la cooperación en materia de ciencia y tecnología como uno de los objetivos centrales del Mercado Común Europeo, a punto tal que en el programa de la Comisión que señala objetivos y prioridades para la investigación comunitaria entre 1976 y 1980 se plantea que los fondos destinados a programas de cooperación pasarían de alrededor de 120 millones de dólares en 1975 a aproximadamente 300 millones de dólares en 1980. La elección de proyectos de investigación comunitarios en este periodo se hace de acuerdo con uno de estos dos enfoques: actividades de investigación que promuevan el logro de los objetivos que corresponden a políticas ya establecidas por las comunidades europeas, o actividades de investigación que permitan iniciar nuevas políticas y nuevas actividades de orden comunitario.

Una de las razones que ha permitido al Mercado Común Europeo el proceder, pese a los tropiezos iniciales, de manera conjunta en la definición de programas de cooperación en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico, ha sido la similitud básica de los modelos de desarrollo de los países miembros. Sin embargo, esto ha llevado en muchas ocasiones a conflictos, ya que un número limitado de empresas o países podría obtener beneficios desproporcionadamente grandes de los programas financiados con fondos de la comunidad. En este senti-

⁴ "La cooperación científica y tecnológica en el Mercado Común Europeo", *Ciencia y técnica en el mundo*, Madrid, octubre de 1974.

do Williams⁵ plantea que: "en la medida en que, en particular, la colaboración requiere o implica vinculaciones industriales permanentes en el marco europeo, uno no debe subestimar la complejidad intelectual, las complicaciones comerciales y las dificultades políticas que obstaculizan su establecimiento. Más aún, probablemente sería correcto considerar los problemas legales, fiscales y financieros no simplemente en sí como las obstrucciones legales, sino más como síntomas de una incertidumbre sociopsicológica mucho más profunda que la que las posiciones políticas están destinadas a reflejar. Las políticas industriales y tecnológicas de los gobiernos europeos demuestran sobre todo un apego continuo a soluciones nacionales".

Vemos así que algunos años después que el informe Marechal destacara la importancia de formular políticas científicas y tecnológicas nacionales coherentes como un requisito para la cooperación europea, el excesivo peso de tales políticas y la falta de una dimensión europea en su concepción fueron considerados como un obstáculo para el progreso de las actividades de colaboración.

¿Cuáles son las principales ideas que pueden derivarse de la experiencia del Mercado Común Europeo para el contexto latinoamericano? En primer lugar, es necesario destacar que el impulso para la cooperación científica y tecnológica provino de algunas presiones externas, y que es poco probable que estos programas de cooperación en el marco de un esquema de integración socioeconómica surjan por evolución gradual de políticas nacionales. En el caso de la América Latina este estímulo externo está representado por la transferencia masiva de tecnología proveniente de los países altamente industrializados y las empresas transnacionales. En segundo lugar, se destaca con claridad la importancia de desarrollar políticas nacionales coherentes en el campo de la ciencia y la tecnología, pero en forma tal que éstas incluyan como un componente esencial la dimensión de la cooperación internacional. La formulación de políticas científicas y tecnológicas en Latinoamérica ha tenido hasta el momento sobre todo un carácter declarativo, y no ha sido el resultado de un esfuerzo conjunto de los sectores productivos, académicos y de gobierno, con un compromiso político suficientemente fuerte para apoyarlo. Por lo tanto, hasta que la formulación de una política científica y tecnológica en el nivel local no sea considerada prioritaria, será muy difícil establecer acuerdos de cooperación que tengan validez y operatividad, y que permitan obtener resultados tangibles.

En tercer lugar, se observa la importancia que a largo plazo tiene la coincidencia de modelos de desarrollo para la cooperación científica y tecnológica en el ámbito internacional. Sin embargo, pese a que existe una coincidencia de modelos de desarro-

⁵ Williams, *op. cit.*

llo, surgen también dificultades inherentes a las características de esos modelos, tales como las que se derivan de la competencia entre empresas industriales que caracteriza el desarrollo de los países del Mercado Común Europeo. Otro punto que se destaca de la experiencia europea es la necesidad de mantener mecanismos flexibles para organizar y poner en práctica programas de cooperación, sobre todo cuando éstos requieren resultados en un periodo relativamente breve. Normalmente las burocracias nacionales e internacionales presentan una serie de trabas que demoran la realización de tales proyectos. Un último aspecto de orden operativo se refiere a la importancia de la programación conjunta de las actividades de desarrollo científico y tecnológico en la región, de manera particular aquellas vinculadas a los problemas comunes. En otro trabajo hemos presentado una caracterización de este tipo de esferas propicias para el desarrollo de programas cooperativos.⁶

IV. LA EXPERIENCIA LATINOAMERICANA

Si bien en la América Latina no ha habido un historial y una experiencia tan amplia en el campo de la cooperación científica y tecnológica, existen algunos puntos que merecen ser destacados al plantear el ámbito de la cooperación científica y tecnológica en el marco de un proceso de integración.

En primer lugar, la experiencia de la ALALC no muestra una preocupación por consideraciones de orden científico y tecnológico, ya que se limitó desde el inicio principalmente a un esquema de integración de tipo comercial. Sólo un informe preparado por Halty en 1973⁷ empieza a introducir consideraciones de orden tecnológico en el pensamiento de la ALALC, pero con resultados bastante escasos. Es aún difícil examinar la experiencia del Mercado Común Centroamericano y la del CARICOM desde el punto de vista científico y tecnológico, debido a que estos esquemas de integración no han logrado desarrollarse en forma por demás estable como para que la variable tecnológica sea considerada explícitamente dentro de ellos. Sin embargo, tanto en Centroamérica como en el Caribe se vienen adelantando estudios sobre política tecnológica en los niveles nacional y subregional que podrían dar importantes insumos para la formulación de programas de cooperación en el ámbito subregional, tan pronto como los esquemas de integración tomen un nuevo impulso.

Con la reciente formación del Sistema Económico Latinoamericano, SELA, y con su política de concentrar esfuerzos en algu-

⁶ Véase F. Sagasti, "Integración económica y política tecnológica: el caso del Pacto Andino", *Revista de la Integración* núm. 18, enero de 1975.

⁷ M. Halty, *El desarrollo tecnológico zonal y la transferencia de tecnología*, Montevideo, ALALC, 1973.

nos puntos clave en los cuales puede haber consenso entre los países de la América Latina, se ha dado un primer e importante paso para la constitución de una red de información tecnológica latinoamericana (RITLA). Si bien el SELA debe ser considerado más como un mecanismo para coordinar políticas y entablar acciones comunes dentro de un ámbito bastante limitado y específico, la concepción inicial del RITLA y los pasos que se vienen dando para su concreción constituyen un esfuerzo de cooperación de extrema importancia.

Quizás el programa de cooperación latinoamericano que ha tenido una mayor estabilidad es el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la Organización de Estados Americanos (OEA). Concebido con base en una estrategia de desarrollo de una amplia infraestructura institucional científica y tecnológica en su primera etapa, para luego proceder a una segunda etapa de refuerzo institucional selectivo con base en proyectos especiales, el programa regional de la OEA ha desarrollado un gran número de proyectos multinacionales de investigación. Sin embargo, la naturaleza misma del marco de cooperación de la OEA, en la cual tienen un peso predominante los Estados Unidos, y la forma en que se ha constituido el Fondo Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, con contribuciones anuales propuestas por los países miembros y con una contribución más que paritaria por parte de los Estados Unidos, han limitado severamente el desarrollo de los programas.

Pero es en el Pacto Andino en donde a nivel latinoamericano se realizan los mayores esfuerzos para introducir consideraciones de orden tecnológico en un proceso de integración. Desde la concepción misma del acuerdo de Cartagena se destacó la importancia de regular la inversión extranjera y los flujos de tecnología importada, de manera de evitar que las empresas transnacionales se aprovechen del proceso de integración andino. Así se aprobó la Decisión 24 sobre el Régimen Común de Tratamiento a las Inversiones Extranjeras y Transferencia de Tecnología, la cual se elaboró sobre la base de legislaciones nacionales desarrolladas anteriormente en Colombia y en Chile, y constituyó un hito en los esfuerzos del Tercer Mundo para lograr un desarrollo autónomo en el marco de un proceso de integración. Partiendo de esta concepción de la regulación de la importación de tecnología, el Pacto Andino evolucionó hacia la formulación de una política subregional en materia de ciencia y tecnología, así como a la integración de consideraciones tecnológicas en la programación sectorial conjunta del desarrollo industrial. Posteriormente se han planteado el establecimiento de un sistema de información a nivel andino y el desarrollo de varios proyectos conjuntos de investigación, denominados Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico, que en la actualidad han abarcado el campo de concentración de minerales, el uso de recursos made-

beros de bosques tropicales, y en un futuro cercano comprenderán investigaciones conjuntas sobre alimentos y nutrición, y sobre el uso de carbones de la subregión andina. Es claro que los esfuerzos para desarrollar programas conjuntos de investigación científica y desarrollo tecnológico en el Pacto Andino no han podido escapar a las situaciones generales de crisis que se presentaran con el retiro de Chile y con las dificultades en aprobar algunos programas sectoriales de desarrollo industrial. Sin embargo, el conjunto de decisiones referentes a política científica-tecnológica subregional constituye un marco dentro del cual se irá definiendo en forma progresiva una política de desarrollo científico y tecnológico común, que permita a los países de la subregión andina hacer frente a las presiones de los países altamente industrializados.

Por último, es necesario examinar brevemente lo referente a consideraciones tecnológicas dentro del Pacto Amazónico. Este nuevo esquema de integración, de origen muy reciente, presenta un problema de orden científico y tecnológico de singular complejidad. A diferencia de otros esquemas de integración en los cuales el acento se pone sobre el sector industrial o el sector agropecuario, para los cuales las tecnologías por emplear han sido en su mayoría desarrolladas en los países industrializados y están bajo el control de las empresas transnacionales, en el caso de la región amazónica no se cuenta con una base tecnológica adecuada para su explotación racional. Debido a las condiciones particulares y a la fragilidad del sistema ecológico amazónico, no es posible identificar tecnologías ya disponibles para su explotación racional. Uniendo estas consideraciones al hecho de que la región amazónica constituye en la práctica la última frontera ecológica mundial, se destaca desde ahora la importancia de introducir explícitamente el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica propia en cualquier esquema de integración para el desarrollo de la Amazonia. El fracaso de esquemas más o menos tradicionales, tales como el de Le Torneau en el Perú y de Fordlandia en el Brasil, demuestran que no es posible importar tecnología de los países altamente industrializados para explotar en forma racional la Amazonia. Sin embargo, el tratado del Pacto Amazónico sólo considera el desarrollo de orden de infraestructura, y los problemas del orden tecnológico no se mencionan. Esta es una grave omisión que debería ser subsanada en el más breve plazo posible.

13. HACIA UN DESARROLLO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO ENDÓGENO DE LA AMÉRICA LATINA *

I. PREMISAS

PARA los propósitos de este ensayo distinguiremos dos tipos de países: aquellos en los cuales la evolución de la actividad científica condujo a adelantos en las técnicas de producción y aquellos en los cuales la actividad generadora de conocimientos no llegó a concretarse en tecnologías que puedan ser incorporadas directamente a las actividades productivas. Los primeros pueden llamarse países con *acervo científico-tecnológico endógeno* y los segundos con *acervo científico-tecnológico exógeno*. Si se considera que la división entre países desarrollados y subdesarrollados puede asimilarse a la diferenciación propuesta entre países con acervo científico-tecnológico endógeno y exógeno, puede apreciarse que uno de los problemas centrales en la elaboración de una estrategia de desarrollo autónomo consiste en vincular la actividad científica generadora de conocimientos con la base tecnológica de las actividades productivas, tanto modernas como tradicionales.¹

Desde este punto de vista, sólo se podrá lograr un desarrollo autónomo en la medida en que se adquiera una capacidad científica-tecnológica propia, es decir, en la que se torne endógeno el proceso de generar tecnologías productivas basadas en conocimientos científicos. Sin embargo, a diferencia de lo sucedido con los países que ya poseen un acervo científico-tecnológico endógeno, por ejemplo los países industrializados, no debe descartarse la tradición tecnológica autóctona. Esta tradición debe rescatarse e integrarse plenamente con el desarrollo de la actividad científica y con la evolución de las técnicas productivas modernas.

Por tanto, en el centro de una estrategia de desarrollo autónomo se encuentra la fusión de la corriente generadora de conocimientos científicos, la evolución de la base tecnológica de producción moderna y el rescate sistemático y discriminado de la

* Este trabajo se basa en un documento presentado a la reunión de expertos en ciencia y tecnología auspiciada por el Sistema Económico Latinoamericano (SELA) y el Consejo Nacional de Investigaciones (CONICIT), de Venezuela, en mayo de 1978. Se publicó en *Comercio Exterior*, vol. 28, número 12, México, diciembre de 1978, pp. 1498-1504.

¹ Véase F. Sagasti, "Reflexiones sobre la endogenización de la revolución científico-tecnológica, en países subdesarrollados", *Interciencia*, vol. 2, núm. 4, julio-agosto de 1977, pp. 216-221.

base tecnológica tradicional. Estos tres componentes deben integrarse alrededor de problemas de importancia crítica para desarrollo del país, lo cual llevaría a remplazar en forma progresiva la base tecnológica exógena, reconociendo que se trata de un proceso lento, viable sólo en el largo plazo.

En este proceso de vincular los tres elementos que constituyen el eje científico-tecnológico de una estrategia de desarrollo autónomo, es imprescindible preservar la identidad cultural y social frente al avance avasallador de la ciencia y la tecnología occidentales. Esto no será posible a menos que se adopten una estrategia y un estilo de desarrollo distintos de los prevalecientes en los países desarrollados. La magnitud de la tarea de mantener una identidad cultural que refleje las más profundas aspiraciones del pueblo, y que a la vez proporcione el marco adecuado para formular otro estilo de desarrollo, no debe subestimarse en vista de la continua agresión cultural que practican los medios de comunicación masiva, los productos de una civilización que cuenta con un acervo científico-tecnológico endógeno, y la transferencia de valores y patrones culturales por medio de una variedad de canales que abarca desde los hábitos de consumo hasta los sistemas educativos. Sin embargo, no es posible concebir, y menos aún actualizar, una endogeneización de la revolución científico-tecnológica en los países del Tercer Mundo, que se oriente hacia un nuevo estilo de desarrollo, a menos que se identifiquen, preserven y afirmen aquellos rasgos que conforman la identidad cultural y social de nuestros países.

A modo de ejemplo, las civilizaciones andinas prehispánicas tenían una tradición igualitaria y compartían espacios económicos y ecológicos muy amplios y diversos, con una estructura política y social muy compleja, que permitía el uso apropiado de los recursos de la región y aseguraba la subsistencia de la mayoría de la población.² Estas formas de vincularse al ambiente y emplear un espectro de tecnologías disponibles apropiadas a una gran variedad de condiciones ecológicas locales fueron prácticamente aniquiladas durante la Conquista, si bien algunos rasgos permanecen aún visibles y podrían rescatarse y vincularse a la actividad científica.

La endogeneización de la revolución científico-tecnológica en los países del Tercer Mundo, y en los de la América Latina en particular, debe llevar al desarrollo de tecnologías de producción que permitan disminuir las desigualdades, satisfacer las necesidades básicas de la población y conducir a una participación masiva de ésta en las decisiones. En este sentido, las tecnologías que genere ese proceso de endogeneización sólo posibilitan la consecución de estos fines, ya que ello depende princi-

² Véase John Murra, *Formaciones económicas y políticas del mundo andino*, Instituto de Estudios Peruanos (IEP), Lima, 1975, y R. Ravines (comp.), *Tecnología andina*, IEP-ITINTEC, Lima, 1978.

palmente de la elección de un nuevo estilo de desarrollo, de su viabilidad y de la posibilidad política de ponerlo en práctica. Sin embargo, la viabilidad de un nuevo estilo de desarrollo depende, a su vez, de la posibilidad de contar con una base científico-tecnológica endógena y adaptada a las necesidades básicas de la población; de los requerimientos que impone una sociedad igualitaria, y de la posibilidad de implicar a la mayoría de la población en un proceso participatorio. Por ejemplo, el uso extensivo de generadores nucleares de energía impone un conjunto de medidas de diseño, operación y control que exige un número muy limitado de expertos, técnicos y operarios de alto nivel y requiere un control centralizado que garantice su operación en condiciones de eficiencia y seguridad. Esto no implica que deba descartarse la opción energética nuclear, sino que es preciso crear los mecanismos que permitan contrarrestar el efecto de aquellas posibles restricciones tecnológicas en el logro de un estilo de desarrollo igualitario y participativo. Esto se aplica no sólo en el caso de la energía nuclear, sino también en lo referente a la industria pesada que requiere grandes inversiones. Un ejemplo reciente de lo que puede plantearse para combinar un proceso de participación que abarque a las regiones rurales, con el desarrollo de la industria moderna y pesada, lo dan los planteamientos de los ministros de industria y de acero e industria pesada de la India, quienes destacan la interacción y la complementariedad del desarrollo rural, extensivo y participativo, con el desarrollo de la industria moderna, intensiva en capital y con escasa generación de empleo directo.³

Si bien la principal tarea vinculada a la endogeneización de la revolución científico-tecnológica se encuentra en el ámbito interno de los países del Tercer Mundo, su realización es prácticamente imposible a menos que se altere el presente orden científico-tecnológico internacional, en la misma forma que un estilo de desarrollo distinto no es posible sin un Nuevo Orden Económico Internacional. Esto es consecuencia de las enormes diferencias existentes entre los países de acervo científico-tecnológico endógeno (desarrollados) y los de acervo exógeno (subdesarrollados), que otorgan el control de la gran mayoría de las tecnologías productivas a un grupo reducido de países y de empresas transnacionales. Por tanto, a la vez que se persiguen objetivos internos que vinculen la generación de conocimientos científicos con las bases tecnológicas moderna y tradicional, es necesario emprender esfuerzos para alterar la actual distribución del esfuerzo científico y tecnológico en el ámbito internacional y romper el control que ejerce un número limitado de países desarrollados y de empresas transnacionales.

³ Véanse los documentos reproducidos en *Human Futures*, primavera de 1978, pp. 2-7 y 35-40.

II. ELEMENTOS DE UNA ESTRATEGIA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA
ENDÓGENA

Entre los elementos que permitirían concretar una estrategia de desarrollo científico-tecnológico endógeno examinaremos brevemente cinco: 1) el rescate de la capacidad de decisión en materia de ciencia y tecnología; 2) la elección de campos problema en las cuales se debe propiciar el proceso de endogeneización de la revolución científico-tecnológica; 3) la redistribución del esfuerzo mundial en ciencia y tecnología; 4) el acceso privilegiado de los países del Tercer Mundo a las tecnologías que permitan satisfacer las necesidades humanas básicas, y 5) el desarrollo de nuevas formas de cooperación entre los países del Tercer Mundo, así como entre éstos y los industrializados. Los dos primeros elementos de la estrategia pertenecen al ámbito nacional, mientras los tres últimos requieren la concertación y la coordinación de acciones internacionales.

En primer lugar, *es necesario rescatar la autonomía de decisión en materia de ciencia y tecnología*, lo que ha sido llamado el primer nivel de la autodeterminación tecnológica.⁴ Esta autonomía de decisión se refiere a la capacidad para definir las necesidades de ciencia y tecnología, identificar las opciones existentes que puedan satisfacerlas, definir las prioridades para el desarrollo de una capacidad local en ciencia y tecnología, determinar los campos en los que sea posible iniciar el proceso de endogeneización de la revolución científico-tecnológica, así como determinar la mejor manera de adquirir, incorporar y absorber la tecnología importada.

La autonomía de decisión en materia de ciencia y tecnología está estrechamente vinculada a la autodeterminación y a la independencia nacional, entendiéndolas como 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 internas y externas— durante todo el tiempo necesario para consolidar las transformaciones socioeconómicas que conduzcan a realizar otro estilo de desarrollo. Este acto de afirmación debe incluir medidas que permitan regular la inversión, modificar las pautas de consumo, orientar las actividades social y productivas, y determinar el uso de los recursos naturales.

Estas medidas son fundamentales para seguir una política de autodeterminación en materia de ciencia y tecnología. Las pautas de inversión, consumo, orientación de las actividades productivas y utilización de recursos, determinan la naturaleza de la

⁴ Véase F. Sagasti, "Autodeterminación tecnológica y cooperación entre países del Tercer Mundo", *Comercio Exterior*, vol. 26, núm. 7, México, julio de 1976, pp. 779-784, y *Tecnología, planificación y desarrollo autónomo*, IEP, Lima, 1977.

demanda de conocimientos científicos y tecnológicos. Por tanto, no es posible lograr una autonomía de decisión en materia de ciencia y tecnología si se postulan políticas que no lleven al rescate de la capacidad de decisión en otras esferas de la estrategia de desarrollo.

En segundo lugar, *es necesario endogeneizar la revolución científico-tecnológica*, identificando un conjunto inicial y una secuencia de campos problema en los cuales se debe propiciar la fusión entre la corriente generadora de conocimientos científicos, la expansión de la base tecnológica moderna y el rescate sistemático de la base tecnológica tradicional.

Como aproximación inicial propondremos cinco criterios de identificación de dichos campos problema. El primero deriva de la necesidad de contar con una masa crítica mínima para llevar a cabo actividades científicas relacionadas con el campo problema bajo estudio. Esta masa crítica debe ser examinada desde los puntos de vista cuantitativo, cualitativo y de interfase. En lo relativo al aspecto cuantitativo, se trata de asegurar la disponibilidad de recursos humanos, físicos y financieros por encima de la escala mínima necesaria para generar conocimientos científicos de interés directo para el campo problema en cuestión. Desde el punto de vista cualitativo se trata de que los recursos disponibles posean las características idóneas para la actividad elegida (niveles de calificación de los recursos humanos, especificaciones de los equipos, etcétera). Desde el punto de vista de interfase, se trata de contar con esos recursos no sólo en el campo científico de interés inmediato, sino también en los campos aledaños que interactúan fuertemente con el que constituye el eje principal, ya que en la actualidad los avances en la ciencia con gran frecuencia se producen al fusionar conocimientos generados en campos contiguos.

El segundo criterio procede del hecho de que los campos problema en donde es posible promover la fusión de los avances científicos con las bases tecnológicas tradicional y moderna, deben ser específicas del país y tener en cuenta el contexto histórico-social y la disponibilidad de recursos que le son particulares. La identificación de campos problema también debe ser específica en el sentido de derivar del estilo de desarrollo que se elija e instrumento y estar concretamente vinculada a él.

La posibilidad de que la fusión de las tres corrientes analizadas acarree efectos de propagación y difusión es el tercer criterio para identificar los campos problema. Se trata de asegurar, al máximo posible, que el proceso de integración de la actividad científica tenga un efecto multiplicador, tanto en lo referente a posibilitar la fusión de las tres corrientes en otros campos problema, como en lo relativo a difundir los valores y los puntos de vista asociados con la endogeneización del acervo científico-tecnológico.

El cuarto criterio es la posibilidad de ejercer un liderazgo mundial en los campos problema, en forma tal que el país se convierta en un centro de actividad científica reconocido internacionalmente. Esto se lograría mediante la concentración de esfuerzos en los campos que presenten oportunidades favorables, lo cual permitiría equilibrar eventualmente el intercambio de conocimientos científicos y tecnologías con otros países.

El último criterio lleva a elegir los campos problema en función de la posibilidad de obtener resultados en un plazo razonable, expresados en términos de producir y utilizar tecnologías basadas en descubrimientos científicos, y de vincular la actividad científica con la base tecnológica tradicional. Más aún, la fusión de las tres corrientes en un campo problema determinado debe servir como punto de partida para realizar el proceso de integración en otros campos, generando así una secuencia de carácter acumulativo que facilite la endogeneización del acervo científico-tecnológico.

Es obvio que la estrategia delineada en estas notas debería complementarse con el desarrollo de una capacidad propia para importar tecnología, ya que pasará mucho tiempo antes de que el proceso de endogeneización adquiera proporciones significativas. Esto implica mejorar la capacidad negociadora, y mantenerse al tanto de los descubrimientos científicos en otras partes del mundo y de las tecnologías que proceden de ellos, así como mejorar la capacidad de absorción de tecnología del sector productivo.

En tercer lugar, se trata de *propiciar la redistribución del esfuerzo científico y tecnológico en escala mundial*, con el propósito de alterar la actual concentración de actividades científicas y tecnológicas, que en más de 95 % se realiza en los países desarrollados. Esto implica emprender acciones simultáneas en varios campos; destacaremos sólo tres de ellos: la canalización de recursos financieros adicionales para actividades científicas y tecnológicas en el Tercer Mundo, el uso del potencial de recursos humanos que ha emigrado de los países pobres hacia los desarrollados y a las empresas transnacionales y la reorientación de algunas actividades de los países industrializados hacia la atención de las necesidades del Tercer Mundo.

En lo referente al financiamiento de las actividades de ciencia y tecnología, aparte de los posibles aumentos en las asignaciones presupuestales del gobierno y del sector privado, es posible pensar en una serie de mecanismos que canalicen fondos adicionales. En primer lugar, es posible —mediante legislación adoptada en el ámbito nacional y sin necesidad de establecer convenios internacionales— obligar a las empresas industriales a destinar un porcentaje de sus utilidades brutas a la realización de actividades científicas y tecnológicas, tal como lo viene haciendo desde hace varios años el Instituto de Investigación Tecnológica In-

dustrial y de Normas Técnicas (ITINTEC) en Perú. Si se adoptara tal medida se dispondría de alrededor de 200 millones de dólares anuales adicionales para ciencia y tecnología en la América Latina (véase el cuadro 1).⁵

Cuadro 1. Utilidades brutas de las industrias manufactureras, 1975^a

(Millones de dólares)

| <i>Países</i> | <i>Cantidad^b</i> | <i>2 % para IYD</i> |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Argentina | 157.2 | 3.1 |
| Brasil | 2 348.4 | 47.0 |
| Colombia | 278.1 | 5.6 |
| Costa Rica | 45.0 | 0.9 |
| México | 3 030.4 | 60.4 |
| Perú | 343.5 | 6.9 |
| República Dominicana | 111.6 | 2.2 |
| <i>Total</i> | <i>6 304.2</i> | <i>126.1</i> |
| <i>Total América Latina</i> | <i>10 024.8</i> | <i>200.5</i> |

FUENTE: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, *Indicadores económicos y sociales, 1977*, tomado de la CEPAL.

^a A precios de 1970.

^b El porcentaje de las utilidades con respecto al PIB manufacturero sólo se calculó para Colombia en varios años notándose que permanecía más o menos en la misma proporción. En los otros países se supuso igual porcentaje.

Otra forma de obtener fondos adicionales sería obligar a las empresas que pagan regalías por contratos de licencia a asignar una suma igual para la realización de actividades científicas y tecnológicas, tal como lo estipula la Ley de Promoción de Tecnología de Corea del Sur. Como se observa en el cuadro 2, si sólo se consideraran los pagos a los Estados Unidos, esto permitiría disponer, aproximadamente, de otros 200 millones de dólares anuales en la América Latina (1 098 millones en el quinquenio 1965-1969).

Si se supone que es posible lograr acuerdos con organismos

⁵ En los cuadros se señalan las posibles asignaciones adicionales para actividades científicas y tecnológicas que resultarían de establecer distintos mecanismos para generar fondos. Las cifras tienen un propósito meramente ilustrativo y se utilizaron las estadísticas de varios países de la América Latina. Los cuadros fueron elaborados por Stella Bustamante, a quien agradezco su colaboración.

Cuadro 2. Pagos recibidos por transferencia de tecnología en algunos países desarrollados durante el quinquenio 1965-1969

(Millones de dólares)

| | Estados Unidos | Francia | República Federal de Alemania | Bélgica |
|--------------------------------|----------------|--------------|-------------------------------|-------------|
| América Latina | 1 098 | 14.9 | 10.2 | 2.8 |
| Otros países sub-desarrollados | 764 | 93.2 | 47.5 | 13.4 |
| <i>Total</i> | <i>1 862</i> | <i>108.1</i> | <i>57.7</i> | <i>16.2</i> |

FUENTE: *Science and Public Policy*, vol. 2, núm. 6, junio de 1975, p. 251.Cuadro 3. Ayuda externa ^a a la América Latina, 1975

(Millones de dólares)

| <i>Países</i> | <i>Cantidad</i> | <i>5 % para IYD</i> |
|------------------------------------|-----------------|---------------------|
| Argentina | 6.1 | 0.3 |
| Brasil | — | — |
| Colombia | 47.3 | 2.4 |
| Costa Rica | 12.7 | 0.6 |
| México | 126.2 | 6.3 |
| Perú | 45.0 | 2.2 |
| República Dominicana | 36.3 | 1.8 |
| <i>Total</i> | <i>273.6</i> | <i>13.6</i> |
| <i>América Latina ^b</i> | <i>373.5</i> | <i>18.7</i> |

FUENTE: IUD, *Progreso económico y social en la América Latina. Informe 1976*, p. 475.

^a Transferencia sin contrapartida. Esta cuenta se refiere a ingreso y gastos sin *quid pro quo*. Estos pueden ser en efectivo o en especie e incluyen transacciones privadas y del gobierno. Las primeras cubren transacciones tales como remesas de inmigrantes a sus familias y contribuciones educativas y a misiones, obras de caridad y propósitos similares. El componente principal de las transferencias del gobierno es la ayuda económica en forma de donaciones.

^b La Argentina, Barbados, Bolivia, el Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, el Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, el Paraguay, el Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, el Uruguay y Venezuela.

internacionales y gobiernos de otros países, cabría considerar la asignación de 5% de la ayuda externa recibida por el Tercer Mundo para destinarla al desarrollo de la capacidad científica y tecnológica, tal como ha postulado el gobierno del Canadá. De acuerdo con las cifras del cuadro 3 esto podría significar una suma adicional de 20 millones de dólares anuales para la América Latina. Si, por otra parte, también se decide adoptar el esquema argentino del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), podría destinarse 0.25% de los préstamos del sector gubernamental al desarrollo de actividades científicas y tecnológicas, lo que daría alrededor de 27 millones de dólares anuales adicionales (véase el cuadro 4). Si a esto se añaden las cifras de

Cuadro 4. Préstamos del gobierno,^a 1975

(Millones de dólares)

| <i>Países</i> | <i>Cantidad</i> | <i>0.5 % para IVD</i> |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------------|
| Argentina | 60.7 | 0.3 |
| Brasil | 2 792.7 | 13.9 |
| Colombia | 276.8 | 1.4 |
| Costa Rica | 61.1 | 0.3 |
| México | 853.6 | 4.3 |
| Perú | 835.4 | 4.2 |
| República Dominicana | 41.4 | 0.2 |
| <i>Total</i> | <i>4 921.7</i> | <i>24.6</i> |
| <i>América Latina^b</i> | <i>5 435.0</i> | <i>27.2</i> |

FUENTE: BID, *Progreso económico y social en la América Latina. Informe 1976*, p. 477.

^a *Capital a largo plazo del gobierno.* Esta categoría cubre transacciones extranjeras en activos y pasivos de todas las dependencias de los gobiernos. Las transacciones de los gobiernos locales (estatales y provincias) son usualmente en valores o empréstitos. Las principales clases de transacciones de las instituciones de los gobiernos centrales son empréstitos y préstamos oficiales, pago de préstamos oficiales y transacciones con instituciones internacionales no monetarias.

^b Incluye los países mencionados en el cuadro 3.

préstamos del sector privado podría disponerse de otros 27 millones de dólares anuales (véase el cuadro 5).

Al considerar la inversión privada directa, y bajo el supuesto de que sólo 1% del total se destina a promover las actividades científicas y tecnológicas en el país receptor, esto significaría una suma adicional de alrededor de 20 millones de dólares anua-

Cuadro 5. Préstamos al sector privado,^a 1975

(Millones de dólares)

| <i>Países</i> | <i>Cantidad</i> | <i>0.5 % para IYD</i> |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------|
| Argentina | 2.4 | 0.01 |
| Brasil | 1 839.5 | 9.2 |
| Colombia | — 9.7 | — |
| Costa Rica | 17.1 | 0.09 |
| México | 2 700.4 | 13.5 |
| Perú | —12.1 | — |
| República Dominicana | 54.0 | 0.3 |
| <i>Total</i> | <i>4 591.6</i> | <i>22.9</i> |
| <i>América Latina^b</i> | <i>5 333.2</i> | <i>26.6</i> |

FUENTE: BID, *Progreso económico y social en la América Latina. Informe 1976*, p. 476.

^a *Otro capital privado a largo plazo.* Esta categoría cubre todas las transacciones en activos y pasivos (diferentes de la inversión directa) con un vencimiento original de más de 12 meses, en las cuales el sector privado no monetario interno es acreedor o deudor. Estos son principalmente préstamos y transacciones en valores.

^b Incluye los países mencionados en el cuadro 3.

les (véase el cuadro 6). Cabe destacar que ninguno de los porcentajes mencionados significaría una carga muy grande para los préstamos, pagos o utilidades brutas de las empresas industriales y que en casi todos los casos existen precedentes que demuestran que su aplicación es viable.

Por último, podría considerarse un mecanismo compensatorio vinculado a los excedentes del comercio internacional con ciertos países desarrollados. En efecto, al considerar el comercio de productos manufacturados que incorporan tecnología (productos químicos, maquinaria y equipo de transporte, manufacturas diversas, etcétera) sería posible destinar 0.25 % del saldo favorable a un determinado país industrializado para el desarrollo de una capacidad tecnológica en los países con los que tiene saldo favorable. De acuerdo con el cuadro 7 esto podría generar alrededor de 58 millones anuales adicionales para la América, Latina, provenientes de los Estados Unidos, la Comunidad Económica Europea y el Japón.

Todos estos mecanismos demuestran que es factible, con modificaciones muy ligeras a las prácticas existentes, aumentar significativamente el flujo de fondos destinados a las actividades científicas y tecnológicas del Tercer Mundo, iniciando así un pro-

Cuadro 6. Inversión privada directa,^a 1975

(Millones de dólares)

| Países | Cantidad | I % para IVD |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------|
| Argentina | 9.6 ^b | 0.1 |
| Brasil | 891.2 | 8.9 |
| Colombia | 42.5 | 0.4 |
| Costa Rica | 50.0 | 0.5 |
| México | 749.2 | 7.5 |
| Perú | 315.7 | 3.1 |
| República Dominicana | 50.5 | 0.5 |
| <i>Total</i> | <i>2 108.7</i> | <i>21.0</i> |
| <i>América Latina^c</i> | <i>2 048.1^d</i> | <i>20.5</i> |

FUENTE: BID, *Progreso económico y social en la América Latina. Informe 1976*, p. 476.

^a Esta se define como la inversión en empresas localizadas en un país. Como regla general se realiza bajo la forma de inversiones en sucursales y subsidiarias hechas por una compañía matriz localizada en el extranjero. Las entradas para el país que las registra representan cambios netos entre los movimientos internos y externos de capital en el referido periodo.

^b Se tomó el valor correspondiente a 1974 por no disponer del dato de 1975.

^c Incluye los mismos países que el cuadro 3.

^d Es menor el valor que en la subregión porque en el total de la América Latina se tuvo en cuenta a Venezuela, que tiene saldo negativo (-474.8 millones de dólares).

ceso paulatino de redistribución del esfuerzo científico y tecnológico mundial. Sin embargo, estas fuentes de fondos adicionales, particularmente aquellas que dependen del acuerdo de los países desarrollados, no deben considerarse sustitutos de las asignaciones presupuestarias gubernamentales y de las empresas privadas, sino más bien un complemento.

Con referencia al uso del potencial de recursos humanos calificados del Tercer Mundo que laboran en los países desarrollados, tanto en los gobiernos como en empresas privadas, sería necesario establecer un sistema de "año sabático" mediante el cual la empresa o el gobierno del país desarrollado pagarían un año de cada siete para que el profesional trabaje en su país de origen, o en otro del Tercer Mundo. Esto añadiría sólo una séptima parte al costo de cada profesional, y los gastos de viajes, reasignación, etcétera, los podría cubrir el país al cual se dirigiría o algún organismo internacional. Esta propuesta no acarrearía costos excesivos y permitiría que algunos países del Tercer

Cuadro 7. Comercio internacional de manufacturas, 1975

(Millones de dólares)

| | Exportaciones a América | | Importaciones de América | | Saldo en América | | 0.25 % para IYD | |
|--|----------------------------|--------|-----------------------------|-------|------------------------|--------|------------------------|-------|
| | Todos los países | ALALC | Todos los países | ALALC | Todos los países | ALALC | Todos los países | ALALC |
| <i>Productos químicos (5)</i> | 4 332 | 3 392 | 727 | 302 | 3 605 | 3 090 | 9.0 | 7.7 |
| Estados Unidos | 2 324 | 1 899 | 423 | 145 | 1 901 | 1 754 | 4.7 | 4.4 |
| CEE | 1 801 | 1 336 | 266 | 134 | 1 535 | 1 202 | 3.8 | 3.0 |
| Japón | 207 | 157 | 38 | 23 | 169 | 134 | 0.4 | 0.3 |
| <i>Maquinaria y equipo de transporte (7)</i> | 15 463 | 11 701 | 592 | 508 | 14 871 | 11 193 | 37.2 | 28.0 |
| Estados Unidos | 7 490 | 6 379 | 417 | 357 | 7 073 | 6 022 | 17.7 | 15.0 |
| CEE | 5 433 | 4 227 | 126 | 103 | 5 307 | 4 124 | 13.3 | 10.3 |
| Japón | 2 540 | 1 095 | 49 | 48 | 2 491 | 1 047 | 6.2 | 2.6 |
| <i>Manufacturas diversas (6 y 8)</i> | 7 525 | 5 392 | 2 672 | 2 400 | 4 853 | 2 992 | 12.1 | 7.5 |
| Estados Unidos | 2 954 | 2 122 | 1 350 | 1 133 | 1 604 | 989 | 4.0 | 2.5 |
| CEE | 2 776 | 1 922 | 1 166 | 1 115 | 1 610 | 807 | 4.0 | 2.0 |
| Japón | 1 795 | 1 348 | 156 | 152 | 1 639 | 1 196 | 4.1 | 3.0 |
| <i>Total de manufacturas</i> | 27 320 | 20 485 | 3 991 | 3 210 | 23 329 | 17 275 | 58.3 | 43.2 |
| Estados Unidos | 12 768 | 10 400 | 2 190 | 1 635 | 10 578 | 8 765 | 26.4 | 21.9 |
| CEE | 10 010 | 7 485 | 1 558 | 1 352 | 8 452 | 6 133 | 21.1 | 15.3 |
| Japón | 4 542 | 2 600 | 243 | 223 | 4 299 | 2 377 | 10.7 | 5.9 |

FUENTE: Naciones Unidas, *Monthly Bulletin of Statistics*, febrero y mayo de 1977.

* Con base en la Clasificación Uniforme de Comercio Internacional.

Mundo que cuentan con cuadros profesionales muy escasos dispusieran de expertos en ciertos campos de interés para el desarrollo del país.

En lo que atañe a la reorientación del esfuerzo científico-tecnológico de los países desarrollados hacia las necesidades del Tercer Mundo, es necesario puntualizar que no constituye la solución para el logro de un desarrollo científico y tecnológico autodeterminado y endógeno. Más aún, puede dar lugar a una mayor dependencia en la medida en que las empresas transnacionales sean las beneficiarias de esa reorientación. Sin embargo, particularmente cuando se trata de actividades financiadas por agencias gubernamentales, sería posible utilizar el potencial de recursos humanos, materiales y financieros de los países avanzados para resolver algunos problemas del Tercer Mundo, en estrecha colaboración con científicos y técnicos de estos países. Por ejemplo, podría destinarse un cierto porcentaje del financiamiento de las agencias que apoyan la inversión científica y tecnológica en países industrializados, para investigaciones sobre problemas de los países subdesarrollados, en forma tal que las propuestas de investigación fuesen evaluadas por expertos y científicos del Tercer Mundo conjuntamente con sus colegas de los países metropolitanos.

Otra forma de redistribuir este esfuerzo científico y tecnológico sería poner a disposición de grupos de investigadores del Tercer Mundo el equipo, los materiales, los laboratorios, etcétera, para que realicen investigaciones. Por ejemplo, algunos laboratorios universitarios se utilizan relativamente poco durante los largos periodos de vacaciones y se podrían aprovechar y poner a disposición de equipos de profesionales e investigadores del mundo subdesarrollado.

Es claro que ninguna de estas medidas sugeridas alteraría la actual concentración de actividades científicas y tecnológicas en unos pocos países y empresas transnacionales; aun tomando todas estas medidas en conjunto sólo se cambiaría de modo marginal la presente situación. Sin embargo, lo que se ve como cambio marginal en escala mundial puede tener un efecto significativo en un determinado país y constituye un primer paso, que tiene la ventaja de ser viable y de producir resultados en un plazo relativamente corto.

El cuarto elemento de una estrategia científico-tecnológica autodeterminada consiste en *proporcionar acceso privilegiado a las tecnologías que permitan satisfacer las necesidades básicas de los países del Tercer Mundo*. Por acceso privilegiado debe entenderse no sólo la posibilidad de "comprar" la tecnología, sino la posibilidad de disponer de ella sin costo alguno, o a un mínimo, así como de contar con la ayuda y la asistencia técnica necesaria para emplear la tecnología adquirida. Esto equivale a asegurar un control social de la tecnología que permita satisfa-

cer necesidades tales como alimentación, vivienda, salud y educación, particularmente para los países más pobres.

Asegurar este acceso privilegiado requiere varios cambios en el orden internacional, particularmente en el sistema de patentes, y no es posible esperar que quienes tienen la propiedad del conocimiento renuncien a él de buen grado, por un acto de altruismo. Sin embargo, no hay justificación moral ni económica alguna para que se sigan pagando regalías por el uso de tecnologías que fueron amortizadas hace más de 20 o 30 años y que permanecen bajo control privado debido a subterfugios que permiten patentar pequeñas variaciones o algunos componentes críticos del proceso, de tal manera que en una u otra forma se mantiene el control sobre la tecnología en cuestión.

En este sentido, sería necesario establecer una agencia internacional o un consorcio de agencias gubernamentales que adquirieran el control de estas tecnologías, ya sea por cesiones o expropiaciones. Esto se facilitaría en caso de que exista buena voluntad de los gobiernos de países desarrollados, pues un gran número de patentes se encuentra en manos de organismos gubernamentales.

Sin embargo, no sería suficiente asegurar la libre disponibilidad de esas tecnologías, pues además debería apoyarse a los países más pobres, que carecen de la capacidad para absorberlas. Por tanto esta agencia internacional (o consorcio de agencias gubernamentales) debería tomar la responsabilidad de asegurar la absorción adecuada de las tecnologías que se transfieran, capacitando personal, propiciando su adaptación a las condiciones locales y sentando las bases para su mejoramiento continuo.

En quinto lugar, *es necesario desarrollar nuevas formas de cooperación entre los países del Tercer Mundo, tendientes a promover el desarrollo científico-tecnológico endógeno*. En un trabajo realizado con Mauricio Guerrero⁶ hemos examinado la amplia gama de mecanismos de cooperación que pueden establecerse. Sin embargo, entre esas múltiples posibilidades hay una que destaca por su flexibilidad y posible efecto.

El planteamiento consiste en establecer una asociación internacional en la que participarían países subdesarrollados de todas las regiones del mundo, aunque esta asociación podría iniciarse en el ámbito latinoamericano. La participación 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, tecnología, negociación con proveedores de tecnología, pro-

⁶ F. Sagasti y M. Guerrero, *El desarrollo científico y tecnológico de la América Latina*, Banco Interamericano de Desarrollo e Instituto para la Integración de la América Latina, Buenos Aires, 1974.

gramas de capacitación y otras actividades vinculadas al logro de la autodeterminación tecnológica. No todos los países tendrían que participar en cada proyecto, aunque sería deseable que cada país tomase parte en por lo menos uno, durante un periodo razonable. La asociación se podría establecer por medio de un acuerdo multilateral amplio en el cual participaran 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 a fin de determinar las prioridades en la identificación y la estructuración de los proyectos de investigación. Este cuerpo central estaría compuesto por un pequeño grupo de profesionales muy calificados, designados por un periodo fijo (por ejemplo cinco años) y recibiría ayuda de consultores que trabajasen por periodos 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. Esto no representaría 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 sus funciones.

Los proyectos específicos podrían llevarse a cabo en forma descentralizada en algunas instituciones seleccionadas de los países miembros. Los proyectos serían temporales y los dirigiría 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 de organización permanente alrededor de cada proyecto. En un momento determinado habría varios proyectos específicos en camino, otros en su periodo de gestación e incluso otros ya terminados. Las características organizativas dependerían de la naturaleza y la amplitud de los problemas por resolver, 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.

Además de los esquemas de cooperación entre países del Tercer Mundo es necesario preparar nuevos mecanismos de cooperación entre países desarrollados y subdesarrollados. En este sentido, la iniciativa canadiense del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) merece atención preferencial. Se trata de un organismo financiado por el Gobierno de Canadá, pero que cuenta con un Consejo de Gobernadores autó-

nomo, en el cual la mitad de los miembros no son canadienses. Su principal misión es desarrollar la capacidad científico-tecnológica en las regiones subdesarrolladas, financiando programas de investigación en una gran variedad de campos.⁷ Suecia ha creado una organización similar, y sería interesante que el esquema del CIID se generalizara a otros países desarrollados, como una forma de contribuir directamente a promover la ciencia y la tecnología en el Tercer Mundo.

Por otra parte, si se creara una organización de cooperación en el Tercer Mundo con las características esbozadas líneas arriba sería posible establecer un diálogo constructivo con organizaciones de los países desarrollados similares al CIID, a fin de establecer las redes de investigación entre los países pobres con el apoyo de varias instituciones de los países desarrollados. En esta forma podría canalizarse el apoyo de los países del Norte hacia la cooperación horizontal entre los países del Sur.

III. COMENTARIOS FINALES

Partiendo de algunas premisas básicas, estas notas han sugerido cinco elementos de una estrategia para lograr un desarrollo científico-tecnológico autodeterminado y endógeno en los países del Tercer Mundo, particularmente en la América Latina. Sin embargo, es necesario dejar de lado la ilusión de que este proceso de desarrollo se concrete en el corto o el mediano plazo, ya que su viabilidad depende de varias medidas que rebasan el ámbito científico-tecnológico y que están vinculadas a un estilo de desarrollo distinto que preserve su identidad cultural en el marco de un Nuevo Orden Económico Internacional.

Desde esta perspectiva, el conjunto de medidas propuestas, tanto dentro de un país como en escala internacional, debe considerarse como pasos iniciales cuya función es facilitar más adelante un verdadero proceso de desarrollo científico-tecnológico autodeterminado y endógeno.

⁷ Véase L. Berlinguet, *Views on the transfer of technology based on recent programs in the Third World*, trabajo presentado en el Seminario de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) sobre cooperación científica y tecnológica en países en desarrollo, París, 10-13 de abril de 1978.

14. FINANCIAMIENTO DEL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN EL TERCER MUNDO

I. INTRODUCCIÓN

ESTE ensayo reseña algunos de los temas relacionados con el financiamiento del desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas endógenas en los países del Tercer Mundo y examina varios mecanismos establecidos o propuestos para tales efectos. Tras establecer unas pocas premisas básicas relacionadas con las características que deberían tener los mecanismos de financiación, el artículo discute brevemente los tipos de actividades científicas y tecnológicas por financiar, los diversos programas de financiamiento nacional y los mecanismos de fondos internacionales posibles, sugiriendo en un esbozo general los arreglos que se requerirían para generar y canalizar fondos adicionales. Se realizó un intento de cuantificar los propósitos, si bien esto no fue posible en todos los casos debido a la falta de información estadística digna de confianza.

Generalmente se reconoce ahora que se requiere un aumento masivo en el monto de los recursos financieros para el desarrollo científico y tecnológico endógeno en el Tercer Mundo. Estimaciones para 1973 indican que los gastos mundiales en investigación y desarrollo fueron aproximadamente de 96 500 millones de dólares, de los cuales los países en desarrollo respondieron por 2 800 millones de dólares, o sea menos del 3 % del total mundial.¹ Más aún, estas disparidades en las asignaciones financieras se han mantenido por largo tiempo, dando lugar a diferencias acumulativas de mayor magnitud aún. Con dicho desequilibrio notorio en la distribución de los esfuerzos científicos y tecnológicos mundiales, está claro que la ciencia y la tecnología no pueden contribuir efectivamente al desarrollo autosuficiente y autónomo de los países del Tercer Mundo, y que se requiere una redistribución considerable de los recursos financieros para ciencia y tecnología.

La economía de un país debe generar un superávit suficiente como para satisfacer las necesidades de consumo de la población, y alimentar al mismo tiempo un proceso viable de acumulación para reproducir y expandir la base productiva. Desde un punto de vista económico, una de las esferas clave en la cual

¹ Volker Ritterberger, *The New International Order and United Nations Conference Politics: Science and Technology as an Issue Arena*, Nueva York, United Nations Training and Research Institute (UNITAR), 1978.

invertir el superávit es el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas, lo que a su vez ayudaría a fomentar el proceso de acumulación de capital por medio del incremento de la productividad, y por medio de la introducción de nuevos productos y procesos. Pero los beneficios de tales inversiones se ven sólo en el largo plazo, están difundidos por toda la estructura productiva, y son relativamente más peligrosos que los proyectos alternativos de inversión, tales como el desarrollo de una infraestructura física (caminos, puertos, generación de fuerza, etcétera), proyectos de desarrollo agrícola (programas de riego, drenaje, etcétera) y el establecimiento de plantas industriales. Por estos motivos las inversiones en ciencia y tecnología son difíciles de justificar con los métodos tradicionales de evaluación de proyectos, y se requiere mucho trabajo para desarrollar procedimientos apropiados de formulación, evaluación y supervisión de proyectos para un campo tan difícil de inversión. Por lo tanto, dados los conceptos económicos predominantes de evaluación de proyectos, es quizá demasiado esperar que en las etapas primarias de desarrollo la mayoría de los países del Tercer Mundo asignen una parte significativa de sus recursos financieros a la tarea relativamente incierta del desarrollo científico y tecnológico endógeno. Más aún, la urgencia y el efecto de los problemas inmediatos impiden usualmente la posibilidad de enfocar la atención en empresas a largo plazo.

No obstante, los países del Tercer Mundo *deben* realizar estas asignaciones. No hay salida de la condición de subdesarrollo a menos que se vigoricen las capacidades científicas y tecnológicas endógenas.² Esto requiere un cambio en la mentalidad y las actitudes frente a la ciencia y la tecnología, una reevaluación de la ciencia y la tecnología como factores de desarrollo, y la plena incorporación de consideraciones científicas y tecnológicas en el desarrollo de procesos de planificación. Concurrentemente se requerirá una expansión masiva de recursos de todo tipo, y en particular de los recursos financieros, para el desarrollo científico y tecnológico endógeno. Sin embargo, considerando las dificultades económicas actuales de la mayoría de los países del Tercer Mundo, es muy dudoso que éstos sean capaces de generar por sus propios medios los recursos necesarios para dicha expansión masiva de los fondos para ciencia y tecnología, al menos en el corto plazo. Consecuentemente, debe tener lugar una transferencia de recursos de los países desarrollados a los en vías de desarrollo.³

² Francisco Sagasti, "Towards Endogenous Science and Technology for Another Development", *Development Dialogue*, 1979, núm. 1, y del mismo autor, *Technology, planning and Self-Reliant Development*, Nueva York, Praeger Publishers, 1979.

³ Véase *Ways and means of accelerating the transfer of real resources to developing countries on a predictable, assured and continuous basis*, informe de la Secretaría General, A/31/186, 21 de septiembre de 1976, y *Trans-*

Es también sabido que la expansión de la infraestructura científica y tecnológica puede conducir al desarrollo de las capacidades de "abastecimiento" en lo que se refiere al conocimiento científico y tecnológico, pero que el vínculo fundamental con las actividades productivas y de servicio que caracteriza el desarrollo científico y tecnológico endógeno no surge automáticamente de la sola expansión de las capacidades de abastecimiento. Es necesario actuar también, entre otros campos, en el patrón de demanda de conocimiento científico y tecnológico. Con respecto a esto, uno de los instrumentos de política clave es el financiamiento de proyectos para el desarrollo, y se le debería prestar atención al efecto científico y tecnológico indirecto de los proyectos para el desarrollo en general, proponiendo medidas que aseguren que las prácticas financieras conduzcan a aumentar la demanda de capacidad científica y tecnológica local. Sin embargo, este ensayo considerará sólo aquellos aspectos de financiamiento para el desarrollo científico y tecnológico endógeno relacionados con el desempeño de las actividades científicas y tecnológicas, entendidas en el sentido más amplio posible.⁴

II. CARACTERÍSTICAS DE LOS MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Hay muchas premisas que son generalmente aceptadas como principios guía para el diseño y el establecimiento de mecanismos financieros para ciencia y tecnología, y sería útil reseñarlos antes de describir algunos de esos mecanismos.

Financiar el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas endógenas es en primer lugar una responsabilidad nacional y una tarea del Estado en los países del Tercer Mundo. En una gran medida esto lleva a un reconocimiento del estado de los negocios, ya que las agencias gubernamentales en los países del Tercer Mundo son responsables de la mayoría de los gastos en ciencia y tecnología, dada la combinación de fragilidad y mala voluntad del sector privado para participar activamente en el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas endógenas. Pero más allá de este motivo accidental, está claro que los

fer of Resources in Real Terms to Developing Countries, nota de la Secretaría de la UNCTAD, A/AC.191/7, 13 de abril de 1978.

⁴ Para una discusión sobre los instrumentos políticos financieros que afectan las normas de demanda de tecnología, véase *Science and Technology for Development: Main Comparative Report of the STPI Project*, Ottawa, International Development Research Centre, 1978, y Francisco Sagasti, "El financiamiento industrial como instrumento de política tecnológica", *EL TRIMESTRE ECONÓMICO*, vol. 45, núm. 178, abril-junio de 1978, pp. 401-402. El Centro para el Desarrollo de la OCDE y la Oficina para Ciencia y Tecnología del Banco Mundial, bajo la coordinación de Jairam Ramesh, están lanzando un nuevo proyecto sobre este tema.

mecanismos de mercado no conducen por sí solos al desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas endógenas. Se requiere también la intervención del gobierno, particularmente por medio de mecanismos de financiamiento, a causa de la naturaleza del relativamente largo término de la tarea, las "exterioridades" implicadas, y las inseguridades asociadas a la inversión en ciencia y tecnología.⁵

Al establecer mecanismos de financiamiento y al decidir sobre la asignación de fondos, es necesario definir campos con problemas, programas y proyectos en los cuales invertir, aun cuando no es necesario definir de antemano proyectos y programas específicos detallados. Este es uno de los problemas más difíciles de resolver, y se dieron casos en los que los recursos estaban disponibles, pero no se pudieron formular los proyectos. Más aún, al determinar el nivel de financiamiento para un cierto sistema de actividades es necesario definir al menos dos sistemas de parámetros: los límites inferiores para las asignaciones financieras, derivados del volumen crítico mínimo necesario para el rendimiento de las actividades científicas y tecnológicas (en términos cuantitativos, cualitativos y de interfase), y los límites superiores, derivados de la capacidad de absorción de las instituciones implicadas en el rendimiento de las actividades científicas y tecnológicas (infraestructura existente y capacidad de expansión). Esto subraya también la necesidad de una vigorización gradual y acumulativa de la base de recursos humanos y de una definición cuidadosa de prioridades.

Se debería suministrar financiamiento para un amplio rango de actividades científicas y tecnológicas y no sólo para investigación y desarrollo, como se hizo tradicionalmente. Además de la investigación y el desarrollo, programas de formación científica y tecnológica, adaptación de tecnología, búsqueda de tecnologías por importar, desagregación del paquete tecnológico, proyectos de consulta e ingeniería, capital de riesgo para estimular la innovación, cadenas de información científica y tecnológica, control y patrones de la calidad, registros de acuerdos de licencias y patentes, entre otras, son actividades que deben ser incorporadas dentro de un programa comprensivo para financiar el desarrollo científico y tecnológico endógeno. Más aún, estas actividades requieren financiamiento automático, continuo y predecible, preferentemente libre de los caprichos de las negociaciones presupuestales periódicas y de la inestabilidad de las contribuciones voluntarias.⁶

Estrechamente vinculado al rango amplio de actividades científicas y tecnológicas por financiar, se necesita una multiplici-

⁵ Véase el informe regional latinoamericano a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (Documento A/Conf.81/PC.16/Add.1), 29 de enero de 1979.

⁶ Véase referencias en la nota 3.

dad de arreglos institucionales. La experiencia mostró que no es posible usar un sistema único de financiamiento para todo el rango de actividades y campos problema relacionados con el desarrollo científico y tecnológico, y que se necesitan diversas fuentes de prioridades para programas y proyectos.

La cooperación entre los países del Tercer Mundo a niveles subregional, regional e interregional es un componente esencial del desarrollo científico y tecnológico endógeno. Además de la necesidad de alcanzar el volumen crítico mínimo necesario en algunos campos de ciencia y tecnología, y de beneficiarse de economía de escala, y de enfrentar las presiones de los países industrializados y las corporaciones transnacionales, el hecho de que los países del Tercer Mundo compartan percepciones comunes sobre el problema de poner la ciencia y la tecnología al servicio del desarrollo; compartan un legado histórico común en lo que se refiere a la falta de base científica y tecnológica endógena, y compartan también muchos problemas para los cuales no existen respuestas científicas y tecnológicas adecuadas, todo contribuye a que la cooperación científica y tecnológica entre los países del Tercer Mundo sea un imperativo urgente.

Finalmente, existe también la necesidad de apoyo de las naciones industrializadas, tanto orientales como occidentales, para el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas endógenas en el Tercer Mundo. Si se toman seriamente los postulados de igualdad y justicia social internacional, que caracterizan el concepto de un Nuevo Orden Económico Internacional, el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas endógenas en el Tercer Mundo es, entonces, un componente esencial de los esfuerzos hacia una mayor igualdad y justicia social mundiales. Dadas las limitaciones de recursos a las que nos referimos anteriormente, y dado el hecho adicional de que aproximadamente la mitad de los esfuerzos científicos y tecnológicos de las naciones industrializadas está dedicada al mejoramiento de armamentos y medios de destrucción, está plenamente justificado que los países industrializados apoyen el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas endógenas en el Tercer Mundo. Más aún, el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el Tercer Mundo podría ser también de interés para los países industrializados, reforzando de este modo las justificaciones morales de la asistencia con un componente de "interés propio".⁷

⁷ Para una discusión sobre este tema, véase el informe nacional sueco a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo; el informe del Seminario Dag Hammarskjöld sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, diciembre de 1978, que se publicó en *Development Dialogue*, 1979, núm. 1, y el informe del Simposio de Jamaica sobre *Mobilizing Technology for World Development*, Washington, D. C., International Institute for Environment and Development, marzo de 1979.

III. LÍNEAS DE ACCIÓN PARA EL DESARROLLO DE MECANISMOS DE FINANCIACIÓN

La expansión de recursos financieros para el desarrollo científico y tecnológico endógeno en el Tercer Mundo requiere acciones simultáneas sobre tres líneas diferentes:

- a) Identificación de un sistema coherente de programas y proyectos nacionales, subregionales, regionales e interregionales para el desarrollo científico y tecnológico endógeno, para ser financiados por medio de mecanismos nacionales e internacionales concertados.
- b) Reestructuración y expansión de los mecanismos financieros ya existentes, así como establecimiento de nuevos, a nivel nacional.
- c) Reestructuración y expansión de mecanismos financieros ya existentes, así como diseño y establecimiento de nuevos, a nivel internacional, en particular para canalizar el apoyo de los países industrializados para el desarrollo científico y tecnológico endógeno del Tercer Mundo.

1. *Identificación de programas para el desarrollo científico y tecnológico endógeno*

La identificación y la definición de prioridades y proyectos para el desarrollo científico y tecnológico endógeno no son una tarea fácil. Frecuentemente la falta de capacidades científicas y tecnológicas impide la clara identificación de prioridades y la definición de proyectos, conduciendo de este modo a un círculo vicioso: no hay capacidad para identificar proyectos porque no hay capacidades científicas y tecnológicas, y éstas no pueden ser desarrolladas porque no se pueden identificar programas y proyectos. Si bien la asistencia técnica exterior puede ayudar en muchos casos, no es posible confiar exclusivamente en ella, pues de esa manera se perdería el componente de aprendizaje implicado en la definición y la ejecución autónomas de los proyectos científicos y tecnológicos. Sería necesario correr también mayores riesgos y cambiar el punto de vista de las agencias financieras (aun cuando no es un problema de "bajar los niveles"), de manera de permitir una mayor libertad y flexibilidad a los receptores, aun cuando los proyectos no estén formulados con el grado de detalle usual al que los banqueros para el desarrollo están acostumbrados.

Considerando el nivel nacional, la identificación y la definición de programas nacionales para el desarrollo científico y tecnológico son generalmente una tarea de las agencias gubernamentales, dentro del marco de un ejercicio amplio de planificación científica y tecnológica en la cual deberían participar activamen-

te y en estrecha relación las unidades productivas y la comunidad científica.⁸

Desde la perspectiva del financiamiento internacional concertado, los programas nacionales que podrían recibir ayuda son aquellos que abarcan un rango completo de actividades científicas y tecnológicas, que incluyen investigación, adaptación, importación de tecnología, proyectos de ingeniería, control de calidad, información, enseñanza, etcétera, en torno de campos problema críticos cuya importancia trasciende intereses nacionales. Estos programas para el desarrollo científico y tecnológico integrados, implicarían muchos tipos de instituciones y podrían ser el bloque de construcción para acuerdos de cooperación internacional. Grandes proyectos de inversión, particularmente aquellos financiados por fuentes internacionales, merecen también una atención prioritaria para la concreción de financiamiento científico y tecnológico internacional. Podría ser posible usar estos grandes proyectos de inversión (generación de fuerza, programas de riego, fábricas de acero, complejos petroquímicos, plantas automotrices, etcétera) como el núcleo en torno del cual desarrollar capacidades científicas y tecnológicas endógenas. En este sentido hay muchos ejemplos, que van desde la construcción de plantas atómicas en la Argentina, al desarrollo de una fábrica de acero en Egipto, y hasta el establecimiento de un complejo petroquímico en Corea del Sur.

Dentro del marco de programas de cooperación para el desarrollo científico y tecnológico, sería posible establecer programas, subregionales y regionales, que definieran esferas amplias de concentración para ser ayudadas durante un periodo específico, suministrando un contexto para la remisión y la aprobación de propuestas de las instituciones de los países miembros. Esto combinaría una orientación central con la iniciativa individual. Se instrumentó un mecanismo de este tipo para el Fondo para Proyectos Especiales del Programa Regional para el Desarrollo Científico y Tecnológico de la Organización de Estados Americanos. El sistema de "Proyectos para el Desarrollo de la Tecnología Andina", del Pacto Andino, supone una mayor centralización, pero funciona también de manera similar.⁹

Para evitar la rigidez excesiva y para mantener la flexibilidad,

⁸ Francisco Sagasti y Alberto Araoz (comp.) *Science and Technology Planning in Less Developed Countries: the Experience of the STPI Project*, Ottawa, International Development Research Centre. Para una bibliografía sobre el tema véase Wolfgang Mostert, *La planificación de la ciencia y la tecnología en los países en desarrollo*, Lima, Escuela Superior de Administración de Negocios (ESAN), 1976.

⁹ Para descripciones de estos programas, véase Comisión Económica de las Naciones Unidas para la América Latina (CEPAL) *International Machinery for the Financing of Scientific and Technological Development*, E/CEPAL/L.189, 21 de marzo de 1979, y Junta del Acuerdo de Cartagena, *Technology Policies in the Andean Pact*, Ottawa, International Development Research Centre, 1976.

cualquier mecanismo de fondos subregional o regional debería contemplar la posibilidad de responder a iniciativas de proyectos específicos de dos o más países miembros, asignándoles fondos iguales, aun si quedan fuera de las esferas de prioridad generales definidas a nivel subregional o regional. Además, se debería dar prioridad al financiamiento de proyectos relacionados con la transferencia de tecnología entre los países en la región, en particular cuando están implicadas empresas consultoras y de ingenieros.

En relación con proyectos globales e interregionales, sería posible establecer mecanismos, tales como el Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional y el Programa de Investigación Internacional sobre Enfermedades Tropicales, para definir prioridades en problemas de preocupación generalizada. Los dos mecanismos mencionados, y muchos otros de naturaleza similar, llevaron a la definición de líneas de investigación, y al establecimiento de programas internacionales de formación.¹⁰

Es necesario también expandir los programas existentes y establecer nuevos programas globales e interregionales en campos que no recibieron una atención internacional prioritaria. Entre éstas se pueden resaltar la recuperación y la ascensión de tecnologías tradicionales, la mejora de la importación de tecnología por parte de los países del Tercer Mundo, la absorción y la asimilación de tecnología importada, la provisión de capital de riesgo para innovaciones que surjan de los países del Tercer Mundo, y la expansión y la mejora de los sistemas de análisis, patrones y control de calidad. En este sentido, es preferible crear muchas organizaciones relativamente pequeñas y flexibles que puedan suministrar ayuda a las iniciativas y las necesidades de los países en desarrollo (como prueba sirve el ejemplo de la Fundación Internacional para la Ciencia, en el campo de la investigación básica).

Finalmente, está la necesidad de expandir la infraestructura física para el desarrollo científico y tecnológico endógeno (laboratorios, centros de investigación) y en este sentido se podría organizar un programa mundial, concentrándolo en la necesidad de los países menos desarrollados, pero vinculando siempre el desarrollo de la infraestructura física a programas y proyectos. Similares observaciones se aplican a la expansión de la base de recursos humanos.

Como nota final, es importante señalar el papel que deben desempeñar las organizaciones no gubernamentales y, en particular, las asociaciones científicas y profesionales, en la identificación y la definición de proyectos para la concreción de financiamientos internacionales. La comunidad científica mundial debería

¹⁰ Véase *International Agricultural Research*, Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional, Nueva York, Banco Mundial/FAO/UNDP, 1976 y *Tropical Diseases*, Ginebra WHO/UNDP, sin fecha.

participar activamente en el proceso de movilizar fondos internacionales para desarrollar las capacidades científicas y tecnológicas endógenas en el Tercer Mundo.¹¹

2. Mecanismos de financiamiento a nivel regional

Aceptando que financiar el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas endógenas es, en primer lugar, una responsabilidad nacional, la primera tarea obvia es movilizar recursos locales para elevar el nivel total de inversión en ciencia y tecnología en el Tercer Mundo. A principios de la década de 1970, el nivel de asignación para investigación y desarrollo (que es la cifra citada en la mayoría de las estadísticas internacionales) era alrededor de 0.2-0.5 % del producto nacional bruto.¹² Los países en desarrollo deberían esforzarse por alcanzar al menos el 0.7 % de su PIB o incluso el 1.0 %, usando diversos medios para alcanzar estas metas.

Un primer mecanismo consistiría en expandir las asignaciones presupuestales para ciencia y tecnología. Una meta manejable desde el punto de vista de la inversión gubernamental en el financiamiento científico y tecnológico requeriría especificar un porcentaje de los gastos gubernamentales que debería dedicarse a la ciencia y tecnología. El cuadro 1 contiene estimaciones que indican el monto de los recursos que se asignarían si se alcanzarán las metas del 0.7 y el 1.0 % del PBI, y da también estimaciones para asignaciones equivalentes al 2 y el 3 % de los gastos gubernamentales.

En relación con la racionalización de las asignaciones financieras para ciencia y tecnología, es también necesario integrar gastos gubernamentales en ciencia y tecnología realizados usualmente bajo título diferente y disperso del presupuesto nacional. La idea sería consolidar los diversos gastos gubernamentales en ciencia y tecnología, tal como lo intentó el gobierno colombiano con asistencia de la UNESCO. Este sistema ayudaría a identificar las brechas en las asignaciones gubernamentales para ciencia y tecnología. Aun cuando no se puede esperar que por sí solo el establecimiento de procedimientos presupuestales consolidados conduzca al aumento del financiamiento, el hecho de que las brechas sean más fácilmente identificables podría dar lugar a asignaciones suplementarias.

Además de provisiones presupuestales, hay muchos programas posibles que se podrían poner en práctica para incrementar el

¹¹ Véanse, por ejemplo, los discursos e informes del Simposio de Singapur sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, en enero de 1979, con la participación de más de 120 científicos de todas partes del mundo y con el patrocinio de 18 organizaciones científicas y profesionales.

¹² UNESCO *Development in Human and Financial Resources for Science and Technology* (CSR-5), París, abril de 1978.

Cuadro 1. Producto Interno Bruto (PIB). Gastos de los gobiernos centrales y porcentajes para ciencia y tecnología en la América Latina,^a 1976

| País | PIB (En millones de dólares) valores corrientes | Porcentaje del PIB para ciencia y tecnología | | Gastos totales del gobierno central (en millones de dólares corrientes) | Porcentaje del gasto total de gobiernos centrales para ciencia y tecnología | | Gastos en ciencia y tecnología en 1971 ^b |
|-------------|--|--|----------|---|---|--------|---|
| | | 0.7 % | 1 % | | 2 % | 3 % | |
| | | Argentina | 42 967.5 | | 300.77 | 429.68 | |
| Barbados | 383.9 | 2.69 | 3.84 | 112.1 | 2.24 | 3.36 | — |
| Bolivia | 2 210.1 | 15.47 | 22.10 | 291.7 | 5.83 | 8.75 | 3.1 |
| Brasil | 117 943.2 | 825.60 | 1 179.43 | 12 502.0 | 250.04 | 375.06 | — |
| Colombia | 14 415.6 | 100.91 | 144.16 | 1 196.5 | 23.93 | 35.90 | 7.3 |
| Costa Rica | 2 049.8 | 14.35 | 20.50 | 379.2 | 7.58 | 11.38 | 2.2 |
| Chile | 12 887.1 | 90.21 | 128.87 | 2 461.4 | 49.23 | 73.84 | — |
| Ecuador | 4 084.6 | 28.59 | 40.85 | 706.6 | 14.13 | 21.20 | 3.3 |
| El Salvador | 2 447.3 | 17.13 | 24.47 | 425.8 | 8.52 | 12.77 | 4.5 |
| Guatemala | 5 126.1 | 35.88 | 51.26 | 676.7 | 13.53 | 20.30 | 4.0 |

| | | | | | | | |
|----------------------|-----------|----------|----------|----------|--------|----------|------|
| Guyana | 460.7 | 3.22 | 4.61 | 299.0 | 5.98 | 8.97 | — |
| Haití | 874.7 | 6.12 | 8.75 | 103.2 | 2.06 | 3.10 | — |
| Honduras | 1 380.0 | 9.66 | 13.80 | 273.2 | 5.46 | 8.20 | 1.3 |
| Jamaica | 2 628.7 | 18.40 | 26.29 | 1 240.8 | 24.82 | 37.22 | — |
| México | 62 105.9 | 434.74 | 621.06 | 9 564.3 | 191.29 | 286.99 | 82.7 |
| Nicaragua | 1 873.4 | 13.11 | 18.73 | 290.4 | 5.81 | 8.71 | 1.2 |
| Panamá | 2 215.7 | 15.51 | 22.16 | 476.4 | 9.53 | 14.29 | — |
| Paraguay | 1 354.4 | 9.48 | 13.54 | 144.9 | 2.90 | 4.35 | 0.2 |
| Perú | 14 497.3 | 101.48 | 144.97 | 2 798.0 | 55.96 | 83.94 | 8.2 |
| República Dominicana | 4 035.8 | 28.25 | 40.36 | 573.1 | 11.46 | 17.19 | — |
| Trinidad y Tobago | 1 451.3 | 10.16 | 14.51 | 371.5 | 7.43 | 11.15 | 5.2 |
| Uruguay | 3 659.0 | 25.61 | 36.59 | 596.4 | 11.93 | 17.89 | — |
| Venezuela | 24 520.9 | 171.65 | 245.21 | 7 160.1 | 143.20 | 214.80 | 23.9 |
| Total América Latina | 325 536.9 | 2 278.76 | 3 255.37 | 48 529.9 | 970.60 | 1 455.90 | — |

FUENTE: ^a Cálculos basados en los datos del BID, *Progreso Económico y Social en la América Latina*, 1977.

^b Andean Group, *Technology and Development*, enero, 1979.

flujo de recursos hacia las actividades científicas y tecnológicas a nivel nacional para alcanzar, e incluso superar, las metas del 0.7 y el 1.0 % del PIB. Algunos de ellos han sido probados durante muchos años y funcionan con un éxito razonable; otros son nuevas propuestas que deben ser exploradas con mayor detalle. Sigue una breve descripción de estos mecanismos.

a) *Amillaramiento sobre un porcentaje del ingreso neto antes de los impuestos.* Este enfoque, conocido como "sistema ITINTEC", fue puesto en práctica por el gobierno peruano desde 1970. En el caso del Instituto Tecnológico Industrial (ITINTEC), todas las empresas industriales en el Perú, sin tener en cuenta su propiedad, deben apartar el 2 % del ingreso neto antes de los impuestos para su asignación a la investigación tecnológica. Sobre la base de una estimación aproximada para la América Latina, se podrían generar alrededor de 200 millones de dólares por año, tal como lo indica el cuadro 2. Otros países consideran ahora el establecimiento de sistemas similares, y el Acta para el Desarrollo

Cuadro 2. Utilidades brutas de las industrias manufactureras y fondo del 2 % para ciencia y tecnología, 1975^a

(Millones de dólares)

| Países | PIB | PIB manufacturero | | (30%) % de utilidades brutas | 2 % para IYD |
|-------------------------|-----------|-----------------------|--------|------------------------------------|--------------------|
| | | Porcentaje del PIB | Valor | | |
| Argentina | 1 624 | 32.2 | 524 | 157.2 | 3.1 |
| Brasil | 30 188 | 25.6 | 7 828 | 2 348.4 | 47.0 |
| Colombia | 4 957 | 18.7 | 927 | 278.1 | 5.6 |
| Costa Rica | 905 | 16.6 * | 150 * | 45.0 | 0.9 |
| México | 41 944 | 24.1 | 10 068 | 3 030.4 | 60.4 |
| Perú | 6 284 | 18.7 | 1 145 | 343.5 | 6.9 |
| Rep. Dominicana | 2 119 | 17.6 | 372 | 111.6 | 2.2 |
| Total | 88 021 | 23.9 | 21 014 | 6 304.2 | 126.1 |
| Total América Latina | 138 076 * | 24.2 | 33 416 | 10 024.8 | 200.5 |

FUENTE: CID, *Indicadores Económicos y Sociales*, 1977, tomado de la CEPAL.
* Incluye minería en el rubro de Costa Rica y de Cuba (ésta se tomó en el total L.A.).

^a A precios de 1970.

^b El porcentaje de las utilidades con respecto al PIB manufacturero se obtuvo para Colombia en varios años, notándose que permanecía más o menos la misma relación de 30%. Se asumió para los otros países igual porcentaje.

llo y Regulación de las Industrias Indias contiene provisiones que permiten al gobierno establecer dicho amillaramiento.¹³

b) *Asignación para la investigación y el desarrollo del mismo monto que el pago de regalías.* Este enfoque, seguido en Corea del Sur durante muchos años, estipula que todas las empresas industriales deben destinar a actividades científicas y tecnológicas una cantidad equivalente a su pago de regalías.¹⁴ Sobre la base de pagos realizados durante diversos años por países latinoamericanos seleccionados para los cuales hay datos disponibles, el cuadro 3 indica que por medio de este mecanismo se podrían generar más de 500 millones de dólares por año.

c) *Porcentaje de los flujos de inversión extranjera directa.* A pesar de que este enfoque no fue hecho ley en ningún país, hay muchos acuerdos entre gobiernos e inversionistas extranjeros que estipulan que contribuye a las actividades científicas y tecnológicas. Por ejemplo, un acuerdo entre el gobierno peruano y la empresa sueca Volvo especificaba que ésta establecería un laboratorio de análisis y control de calidad como parte de su inversión en una planta manufacturera de maquinaria. Suponiendo, como estimación aproximada, que se asignara el 1 % de los flujos de inversión extranjera a la ciencia y tecnología, el cuadro 4 indica que entre 1970 y 1975 se podrían haber generado en la América Latina alrededor de 100 millones de dólares.

d) *Porcentaje de ventas de las corporaciones transnacionales.* Se podría establecer otro mecanismo que especifique que las subsidiarias de las corporaciones transnacionales deberían gastar en actividades científicas y tecnológicas en el país anfitrión el mismo porcentaje de ventas que gastan en su país de origen. Si se consideran las subsidiarias de las corporaciones transnacionales en la América Latina y se aplica el promedio de toda la industria americana en 1976 (los gastos en investigación y desarrollo representaron el 1.9 % de las ventas totales), sería posible generar aproximadamente 500 millones de dólares, tal como lo indica el cuadro 5.

e) *Porcentaje de préstamos locales concedidos por bancos para el desarrollo.* Este mecanismo, probado en la Argentina por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), durante más de una década, requiere destinar a actividades científicas y tecnológicas un cierto porcentaje de los préstamos concedidos por las instituciones financieras para el desarrollo a las empresas industriales. En el caso del INTI, este porcentaje es del 0.25 %, y se suministran los fondos como concesiones equitativas a las empresas industriales para establecer centros tecnológicos en

¹³ Para una descripción del sistema ITINTEC véase Francisco Sagasti, *Technology, Planning and Self-Reliant Development*, Nueva York, Praeger Publishers, 1979, cap. 7.

¹⁴ "Technology Promotion Law". Para una discusión véase *Final Report of the STPI Project*, Seúl, Korean Advanced Institute of Science, 1976.

ramas particulares. Recientemente se estableció en el Brasil un mecanismo similar, donde las organizaciones financieras estatales deben destinar el 2 % de su ingreso bruto para apoyar actividades científicas y tecnológicas. A pesar de que las cifras variarían de país en país, dependiendo de la importancia relativa de las agencias financieras para el desarrollo en el financiamiento total, está claro que las contribuciones podrían ser importantes.¹⁵

Hay también otros procedimientos que se intentaron para aumentar las asignaciones para ciencia y tecnología, tales como la provisión de incentivos de impuestos. Sin embargo, en muchas instancias se cuestionó la efectividad de dichos incentivos y es necesario examinar detalladamente el efecto de los incentivos fiscales para la investigación y el desarrollo. Estudios preliminares muestran que su influencia en el aumento de gastos para investigación y desarrollo es, en el mejor de los casos, inconcluso.¹⁶ Finalmente existe la posibilidad de establecer fundaciones gubernamentales y no gubernamentales, fondos a nivel regional y estatal, instituciones financieras de proyectos, etcétera, tal como se hizo en el Brasil, México, la India y muchos otros países.

El punto principal sobre el cual se debe hacer hincapié es el de que hay muchas fuentes nacionales posibles para generar

Cuadro 3. Pago de regalías y derechos por parte de países latinoamericanos seleccionados, último año disponible

| <i>País</i> | <i>Año</i> | <i>Pago de "regalías y derechos"</i> <i>Millones de dólares</i> |
|--------------------------------|------------|--|
| Argentina ^a | 1974 | 101 |
| Brasil ^a | 1976 | 272 |
| Chile ^a | 1972 | 17 |
| Colombia ^b | 1974 | 21 |
| México ^b | 1974 | 336 |
| Trinidad y Tobago ^a | 1975 | 18 |

FUENTES:

^a Comisión de las Naciones Unidas sobre Corporaciones Transnacionales. *Corporaciones Transnacionales en el Desarrollo Mundial: Una reinvestigación*, Nueva York, E/C. 10/38, 20 de marzo de 1978, cuadro III-68.

^b Oswaldo Parra, "Balanza de pagos tecnológica". *Ciencia, tecnología y desarrollo*, vol. 2, núm. 4, octubre-diciembre de 1978, pp. 397-520, cuadro 2.

¹⁵ Para una descripción y crítica del sistema argentino del "Instituto Nacional de Tecnología Industrial" (INTI) véase O. Olzak y M. Cavarozzi, *El INTI y el desarrollo tecnológico de Argentina*, Buenos Aires, informe del equipo argentino del STPI, 1976.

¹⁶ Por una discusión sobre resultados similares con respecto al efecto de los incentivos fiscales, véase Alejandro Nadal, *Instrumentos de Política Científica y Tecnológica en México*, México, El Colegio de México, 1976 (informe final del equipo mexicano del proyecto STPI).

fondos para el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas endógenas, y que se requieren diversos acuerdos institucionales y de organización. Más aún, *se pueden establecer todas estas fuentes posibles de fondos por medio de decisiones y legislaciones nacionales, sin necesidad de arreglos internacionales.* Esto es particularmente importante cuando se trata de programas financieros de ciencia y tecnología que pueden afectar a las subsidiarias de las corporaciones transnacionales, y más aún cuando se contemplan contribuciones obligatorias relacionadas con las operaciones locales de estas corporaciones. Sin embargo, sería posible para un grupo de países del Tercer Mundo acordar el establecimiento de sistemas similares a nivel nacional y coordinar su funcionamiento.

3. *Mecanismos de financiamiento internacionales*

Los mecanismos de financiamiento internacionales deberían complementar los recursos asignados a nivel nacional y, por los motivos mencionados anteriormente en este artículo, debería haber una transferencia masiva de recursos financieros para el desarrollo científico y tecnológico endógeno de los países industrializados a los del Tercer Mundo. Hay una serie de proyectos para canalizar el financiamiento internacional para ciencia y tecnología en los países en desarrollo, algunos de los cuales funcionan desde algún tiempo. Los recursos transferidos específicamente para el desarrollo científico y tecnológico han sido en el pasado relativamente pequeños, y es necesario proyectar y establecer nuevos mecanismos que incrementarían considerablemente los recursos y que pudieran ser más efectivos en suministrar ayuda financiera para el desarrollo científico y tecnológico en el Tercer Mundo.

En primer lugar están los canales oficiales de asistencia bilateral, que suponen en la mayoría de los casos una ayuda restringida. La idea sería suministrar al menos el 25 % de todos los fondos de ayuda sin ninguna restricción, permitiendo a los países receptores tomar sus propias decisiones en lo que se refiere a proyectos, compras y, en general, en lo que se refiere al uso de los fondos. Esto permitiría a los países receptores "desempaquetar" la tecnología que reciben en proyectos financiados con fondos de asistencia oficiales para el desarrollo, mejorando la elección de tecnología e incrementando la autonomía de decisión en asuntos tecnológicos. Más aún, se podría destinar el 5 %, específicamente para propósitos de desarrollo científico y tecnológico. Si se hiciera esto se generarían alrededor de 800 millones de dólares por año, tal como lo indica el cuadro 6. Para canalizar estas partes de la asistencia bilateral para el desarrollo, destinadas al desarrollo científico y tecnológico, se podrían crear instituciones especiales a tales efectos, tales como el Cen-

Cuadro 4. América Latina: Flujos netos de la inversión extranjera directa total, por países y 1 % de asignación para ciencia y tecnología

| | <i>Millones de dólares</i> | | | <i>1 % para ciencia y tecnología</i> | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------|------------------|
| | <i>1970</i> | <i>1975</i> | <i>1970-1975^a</i> | <i>1970</i> | <i>1975</i> | <i>1970-1975</i> |
| Argentina | 11.0 | — | 50.9 | 0.11 | — | 0.51 |
| Brasil | 196.0 | 1 006.5 | 3 826.0 | 1.96 | 10.07 | 38.26 |
| México | 323.0 | 609.5 | 2 674.0 | 3.23 | 6.10 | 26.74 |
| <i>Países mayor tamaño</i> | <i>530.0</i> | <i>1 616.0</i> | <i>6 550.9</i> | <i>5.30</i> | <i>16.17</i> | <i>65.51</i> |
| Bolivia | -75.9 | 53.4 | -0.7 | -0.76 | 0.53 | -0.01 |
| Colombia | 43.0 | 40.1 | 209.3 | 0.43 | 0.40 | 2.09 |
| Chile | -79.0 | 49.8 | -657.8 | -0.79 | 0.50 | -6.58 |
| Ecuador | 88.6 | 189.3 | 649.4 | 0.89 | 1.89 | 6.49 |
| Perú | -70.0 | 315.7 | 339.6 | -0.70 | 3.16 | 3.40 |
| Venezuela | -23.0 | 354.6 | -261.3 | -0.23 | 3.55 | -2.61 |
| <i>Países área andina</i> | <i>-116.3</i> | <i>1 002.9</i> | <i>278.5</i> | <i>-1.16</i> | <i>10.03</i> | <i>2.78</i> |
| Paraguay | 3.8 | 14.2 | 57.9 | 0.04 | 0.14 | 0.58 |
| Uruguay | — | — | — | — | — | — |

| | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|------|-------|-------|
| <i>Total países ALALC</i> | 417.5 | 2 633.1 | 6 887.3 | 4.18 | 26.34 | 68.87 |
| Costa Rica | 26.4 | 69.0 | 227.2 | 0.26 | 0.69 | 2.27 |
| El Salvador | 3.7 | 13.1 | 56.5 | 0.04 | 0.13 | 0.57 |
| Guatemala | 29.4 | 80.0 | 236.0 | 0.29 | 0.80 | 2.36 |
| Honduras | 8.4 | 10.4 | 34.6 | 0.08 | 0.10 | 0.35 |
| Nicaragua | 15.0 | 10.9 | 76.2 | 0.15 | 0.11 | 0.76 |
| <i>Total países MCC</i> | 82.9 | 183.4 | 630.5 | 0.82 | 1.83 | 6.31 |
| Haití | 2.8 | 2.7 | 28.0 | 0.03 | 0.28 | 0.28 |
| Panamá | 33.4 | 10.2 | 148.8 | 0.33 | 0.10 | 1.49 |
| República Dominicana | 71.6 | 50.5 | 343.6 | 0.72 | 0.51 | 3.44 |
| Barbados | 8.6 | 22.9 | 74.0 | 0.09 | 0.23 | 0.74 |
| Guyana | 9.0 | 0.8 | -33.8 | 0.09 | 0.08 | -0.34 |
| Jamaica | 162.1 | -1.8 | 536.3 | 1.62 | -0.18 | 5.36 |
| Trinidad y Tobago | 63.2 | 191.3 | 614.4 | 0.83 | 1.91 | 6.14 |
| <i>Total 23 países de la América Latina</i> | 871.1 | 3 093.1 | 9 229.1 | 8.71 | 31.10 | 92.29 |

FUENTE: CEPAL, sobre la base de informaciones del *Balance of Payments Yearbook*, IMF.

a Valores acumulados.

Cuadro 5. Ventas manufactureras de filiales de propiedad mayoritaria de empresas transnacionales norteamericanas según países seleccionados de la región, 1976

| <i>Países</i> | <i>Millones de dólares</i> | <i>Porcentaje del valor de las ventas para ciencia y tecnología 1.9 %</i> |
|--|----------------------------|---|
| Argentina | 2 194 | 41.69 |
| Brasil | 10 559 | 200.62 |
| México | 6 557 | 124.58 |
| Colombia | 1 362 | 25.88 |
| Chile | 207 | 3.93 |
| Perú | 389 | 7.39 |
| Venezuela | 3 531 | 67.09 |
| Panamá | 124 | 2.36 |
| Países del MCC | 562 | 10.68 |
| Otros países latinoamericanos | 414 | 7.87 |
| <i>Total 19 países de América Latina</i> | <i>25 899</i> | <i>492.08</i> |
| Otros países de América en desarrollo | 354 | 6.73 |
| <i>Total países de América en desarrollo</i> | <i>26 253</i> | <i>498.81</i> |

FUENTES: CEPAL. Tendencias y cambios en la inversión de las empresas internacionales en los países en desarrollo y particularmente en la América Latina, Documento de Trabajo núm. 12, CEPAL/CET, septiembre de 1978, cuadro 23.

Nota: El porcentaje de las ventas totales que representan los gastos de investigación y desarrollo en las empresas norteamericanas en 1976 (1.9 %) se obtuvo de *Business Week*, junio 27 de 1977, p. 84.

tro de Investigación para el Desarrollo Internacional, (IDRC), de Canadá y la Agencia Sueca para la Cooperación en la Investigación con los Países en Desarrollo (SAREC). Los Estados Unidos y otros países industrializados occidentales están contemplando el establecimiento de agencias similares, aunque es esencial que permanezcan bastante flexibles en sus procedimientos de operación, para que sean de asistencia al Tercer Mundo.¹⁷

¹⁷ El "International Development Research Centre" (IDRC) de Canadá y la "Swedish Agency for Research Corporation with Developing Countries" (SAREC) canalizaron apenas menos del 5 % de los fondos de asistencia bilateral de sus respectivos países. En 1977-1978, el presupuesto del IDRC era de 38.3 millones de dólares canadienses, y el presupuesto de la SAREC de 91.4 millones de coronas suecas. En contraste, el presupuesto para 1980-1981 del

Un segundo canal para la ayuda de los países industrializados al desarrollo científico y tecnológico endógeno en el Tercer Mundo implica una diversidad de agencias e instituciones privadas. Además de las fundaciones que tradicionalmente están comprometidas a apoyar la investigación y formación (Fundación Ford, Fundación Rockefeller, Fundación Friedrich Ebert, Fundación Internacional para la Ciencia, etcétera), es necesario explorar nuevos mecanismos en los que puedan participar las corporaciones transnacionales y los bancos internacionales, pero con el objetivo explícito de desarrollar las capacidades científicas y tecnológicas autónomas de los países del Tercer Mundo. En este sentido se lanzaron pocas ideas constructivas, y las corporaciones transnacionales —que fueron tan innovadoras en tantos otros campos— deberían realizar esfuerzos ingenuos y creativos en este campo (¡no es que seamos demasiado optimistas en este aspecto!)

Un tercer canal para financiar el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas en el Tercer Mundo comprende las agencias financieras multilaterales establecidas durante los últimos veinte años. Además de las agencias de las Naciones Unidas y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, están el Banco Mundial, los bancos regionales para el desarrollo, y las organizaciones regionales, tales como las Comisiones Económicas Regionales de las Naciones Unidas, la Organización de Estados Americanos, el Pacto Andino, la Asociación de las Naciones del Sudeste Asiático (ASEAN), la Organización Árabe para la Educación, Cultura y Ciencia (ALECSO), y la Organización de Unidad Africana (OUA). Considerando las actividades de las instituciones financieras multilaterales, se podría asignar 10 % de sus préstamos específicamente al desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas endógenas en los países del Tercer Mundo, abarcando todo el rango de actividades descrito anteriormente en este artículo. Como lo indica el cuadro 7, esto podría generar aproximadamente 450 millones de dólares por año. Más aún, podría ser posible establecer una serie de fondos regionales para el desarrollo científico y tecnológico, que recibirían contribuciones de diversas fuentes. Finalmente, además de los fondos regionales se podría establecer una serie de consorcios de fondos, en la línea del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional y el Programa Internacional de Investigación en Enfermedades Tropicales para obtener contribución de diversas fuentes y en particular de agencias multilaterales.

propuesto "U.S. Institute for Technical Cooperation" incluye 25 millones de dólares de nuevos fondos y una transferencia de 66 millones de dólares norteamericanos de los programas de ayuda existentes, representando el total menos del 2 % de los fondos norteamericanos de asistencia bilateral.

Cuadro 6. Asistencia Oficial para el Desarrollo (ODA), de los países industrializados a los en desarrollo, y asignación posible del 5 % para el desarrollo científico y tecnológico, 1976

| País | <i>(Millones de dólares)</i> | |
|--|--|--------------------------------------|
| | <i>Flujos de asistencia financiera</i> | <i>5 % para ciencia y tecnología</i> |
| <i>Miembros del Comité de Asistencia para el Desarrollo (DAC)</i> | | |
| Suecia | 607 | 30.35 |
| Holanda | 718 | 35.90 |
| Noruega (países que alcanzan la meta ODA del 0.7 % en 1976) | 215 | 10.75 |
| Francia | 2 152 | 107.60 |
| Dinamarca | 214 | 10.70 |
| Bélgica | 336 | 16.80 |
| Canadá | 885 | 44.25 |
| Nueva Zelanda (Países por encima del promedio ODA del DAC en 1976) | 53 | 2.65 |
| Australia | 385 | 19.25 |
| Reino Unido | 827 | 41.35 |
| Alemania, R. F. | 1 309 | 65.45 |
| Estados Unidos | 4 304 | 215.20 |
| Japón | 1 093 | 54.65 |
| Suiza (países por debajo del promedio ODA del DAC en 1976) | 111 | 5.55 |
| Finlandia | 51 | 2.55 |
| Italia | 215 | 10.75 |
| Austria | 37 | 1.85 |
| Total DAC | 13 512 | 675.60 |
| <i>Países socialistas de Europa Oriental (datos preliminares)</i> | | |
| Bulgaria | 8 | 0.40 |
| Checoslovaquia | 1 064 | 53.20 |
| República Democrática Alemana | 105 | 5.25 |
| Hungría | 20 | 1.00 |
| Polonia | 52 | 2.60 |
| Rumania | 261 | 13.05 |
| URSS | 1 208 | 60.40 |
| Total de países socialistas | 2 718 | 135.90 |
| Total de países industrializados | 16 230 | 811.50 |

FUENTE: Secretariado de la UNCTAD, Transferencia de recursos en términos reales a países en desarrollo, AC/AC.191/7, 13 de abril de 1978, cuadros 2 y 5.

Cuadro 7. Flujo neto de recursos de instituciones multilaterales a los países en desarrollo en África, Asia y la América Latina en 1976, y asignaciones posibles para el desarrollo científico y tecnológico (en millones de dólares) (incluyendo préstamos blandos, concesiones y préstamos duros)

| | Flujo de recursos | | 10 % para ciencia y tecnología | |
|---|-------------------|-------|--------------------------------|-------|
| | a | b | a | b |
| Banco Africano para el Desarrollo | 21 | 29 | 2.1 | 2.9 |
| Banco Asiático para el Desarrollo | 291 | 269 | 29.1 | 26.9 |
| Fondo Europeo para el Desarrollo | 451 | 451 | 45.1 | 45.1 |
| Banco Europeo de Inversiones | 10 | 10 | 1.0 | 1.0 |
| Banco Mundial | 890 | 1 254 | 89.0 | 125.4 |
| Asociación Internacional para el Desarrollo | 1 279 | 1 186 | 127.9 | 118.6 |
| Corporación Financiera Internacional | 105 | 109 | 10.5 | 10.9 |
| Banco Interamericano de Desarrollo | 156 | 203 | 15.6 | 20.3 |
| Agencias de las Naciones Unidas | 1 009 | 993 | 100.9 | 99.3 |
| Total | 4 212 | 4 514 | 421.2 | 451.4 |

FUENTE: Secretaría de la UNCTAD, *Transferencia de recursos en términos reales a los países en desarrollo*, A/AC, 191/7, 13 de abril de 1978, cuadro 7.

NOTAS:

- ^a Las cifras en esta columna incluyen las transacciones de las instituciones multilaterales con todos los países en desarrollo.
- ^b Las cifras en esta columna excluyen las transacciones de las instituciones multilaterales con los siguientes países exportadores de petróleo: Argelia, Baharain, Brunei, Ecuador, Gabon, Indonesia, Irán, Irak, Kuwait, Libia, Nigeria, Omán, Qatar, Arabia Saudita, Trinidad y Tobago, Emiratos Arabes Unidos y Venezuela.

Es también necesario establecer nuevos mecanismos que generen fondos adicionales para el desarrollo científico y tecnológico endógeno de manera directa, automática y continua. Si bien se puede cuestionar la factibilidad política de estos nuevos mecanismos, está claro que podrían desempeñar el papel principal en el suministro de ayuda financiera. Entre las propuestas que se hicieron está el proyecto del "impuesto para el desarrollo", que gravaría un impuesto sobre el consumo interno, sobre los bienes comerciados, o sobre los ingresos en los países desarrollados. Se podría basar el impuesto para el desarrollo también en bienes comerciados internacionalmente o en la explotación de recursos minerales del lecho marítimo. Hubo también sugerencias de vincular la generación de fondos para el desarrollo con la creación de Derechos Especiales de Giro (DEG), o a los beneficios ob-

tenidos de la venta de oro del Fondo Monetario Internacional. Se podría canalizar un cierto porcentaje de los fondos generados con tales programas al desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas endógenas en el Tercer Mundo, aun cuando no se pueden realizar en el presente estimaciones cuantitativas.¹⁸

Otra propuesta innovadora es la presentada por Bernad Lietaer, para establecer un nuevo mecanismo de comercio entre el Norte y el Sur, que estabilizara los precios de los bienes y compensara al Tercer Mundo por las pérdidas debidas a la inflación, por medio de un "Intercambio para el desarrollo mundial". La propuesta de Lietaer pretende que se transfieran recursos de los países industrializados a los en desarrollo por medio de una reversión voluntaria del deterioro de los términos de comercio entre los productos manufacturados. Como las propuestas de Lietaer están vinculadas a inversiones en proyectos para el desarrollo, sería posible agregar un componente de desarrollo científico y tecnológico a su mecanismo de comercio e intercambio para el desarrollo mundial.¹⁹

Hubo también propuestas de imponer un impuesto sobre los gastos militares y de armamentos realizados por los países industrializados. En 1975 el gasto militar mundial era de alrededor de 350 mil millones de dólares, e incluso una pequeña fracción de estos gastos podría generar una suma muy grande de fondos para el desarrollo en general y para ciencia y tecnología en particular. Si se consideraran las cifras de la investigación y el desarrollo militar, el 5 % de los 300 mil millones de dólares gastados en 1977 habría generado 1 500 millones de dólares adicionales para el desarrollo científico y tecnológico en el Tercer Mundo. Sin embargo, las dificultades de gravar los gastos militares y las complicaciones que significa cobrar tal impuesto, hace de esta propuesta una de las más difíciles de definir en términos operacionales.²⁰

Existe también una propuesta de establecer un fondo vinculado al desequilibrio en el comercio de bienes intensivos en tecnología entre los países industrializados y los del Tercer Mundo. La exposición razonada de la propuesta se basa en el hecho que el desequilibrio en el comercio de bienes manufacturados de un cierto grado de complejidad, que incorporan los resultados de la

¹⁸ Véase nota 3.

¹⁹ Bernard Lietaer, *A Role For Europe in the North-South Conflict*, Bruselas, Fondo Europeo de Cooperación, 1978.

²⁰ Todas las cifras fueron tomadas de R. Leger Sivard, *World Military and Social Expenditures*, 1978, Leesburg, Va., WMS& Publications 1978. Ella añade en este informe: "La búsqueda de armas nuevas y más destructivas impide el crecimiento de todo otro esfuerzo de investigación, ya sea financiado pública como privadamente. La investigación en armas ocupa a más de medio millón de científicos e ingenieros en todo el mundo y gasta más dinero público para la investigación que toda la investigación en energía, salud, educación, alimentos y otras necesidades civiles combinadas", p. 9.

investigación científica y tecnológica, es un índice objetivo de las disparidades tecnológicas entre el Norte y el Sur. Consecuentemente, para iniciar un proceso gradual de redistribución del esfuerzo científico y tecnológico mundial dentro del marco de patrones de comercio mundial más equitativos, es apropiado vincular la transferencia de recursos de los países desarrollados hacia los en desarrollo, para el desenvolvimiento de las capacidades científicas y tecnológicas al desequilibrio en el comercio de productos intensivos en tecnología.²¹

Estimaciones de la magnitud del fondo para los países de la América Latina en 1975, considerando el comercio en todas las actividades manufacturadas con los Estados Unidos, el Japón y la Comunidad Económica Europea, indican que el desequilibrio comercial contrario a la América Latina fue aproximadamente de 23.3 mil millones de dólares y que si se hubiera contribuido con el 2 % de ese desequilibrio al fondo para ciencia y tecnología, se habrían generado 460 millones de dólares.²² Estimaciones más detalladas, llevadas a cabo por la Secretaría del Pacto Andino, ponen las cifras para la América Latina en un nivel de 217 millones de dólares, considerando el desequilibrio comercial promedio entre 1969 y 1973 y usando la misma cifra del 2 %. Las estimaciones correspondientes para Asia y África para el periodo 1970-1974 muestran una contribución de los países desarrollados en 284 y 187 millones de dólares para cada región respectivamente. Las estimaciones del Pacto Andino excluyen el comercio de armamento e introduce también un factor de redistribución para alcanzar asignaciones más equitativas entre los países en desarrollo en una región dada.²³

Finalmente, Pizano y Perry llevaron a cabo una proyección de

²¹ La justificación teórica de desequilibrios comerciales que surgen de ventajas tecnológicas puede verse en Raymond Vernon (comp.), *The Technology Factor in International Trade*, Nueva York, National Bureau of Economic Research, 1970. Para una discusión sobre diversos conceptos relacionados, véase Harry Johnson, *Technology and Economic Interdependence*, Londres, St. Martin's Press, 1975, especialmente capítulo 3. Se puede encontrar un análisis interesante de las implicaciones políticas de la superioridad tecnológica y el comercio internacional en *Technology, Trade and the U. S. Economy*, U. S. National Academy of Sciences, Washington, D. C., 1978.

²² Para estas ideas y cálculos iniciales véase Francisco Sagasti, "Remarks on the Transition to a New International Scientific and Technological Order", *Scientific and Technological Innovations, Self-Reliance and Cooperation*, actas de la 8ª Conferencia del Instituto para la Cooperación Internacional, abril de 1976, Universidad de Ottawa; y "Hacia un desarrollo científico y tecnológico endógeno para la América Latina", informe presentado al Seminario SELA-CONOCIT, Caracas, mayo de 1978, publicado posteriormente en *Comercio Exterior*, vol. 28, núm. 12, diciembre de 1978, pp. 1498-1504.

²³ La propuesta del Fondo de Desequilibrio Comercial del Pacto Andino está expuesta en el informe del Grupo Andino *Technology and Development*, Lima, enero de 1978. Las cifras para Asia y África fueron estimadas en un apéndice al informe preparado el 30 de marzo de 1979.

desequilibrios comerciales entre los Estados Unidos, el Japón y la Comunidad Económica Europea y todos los países en desarrollo en dos sectores intensivos en tecnología.²⁴ Sus estimaciones de la magnitud del fondo, basado en proyecciones del desequilibrio comercial en productos químicos y de ingeniería, y en el uso del 2 % como nivel determinante de las contribuciones, llevan a 3.2 mil millones de dólares en 1980 y a 4.2 mil millones de dólares en 1982.

Las propuestas mencionadas en esta sección se concentraron en la generación de recursos financieros internacionales, pero es también necesario identificar los tipos de actividades a las cuales se podrían aplicar los fondos. Sin embargo, no se debería confundir la definición de actividades para ser financiadas por medio de recursos internacionales con requisitos de propuestas de proyectos detallados y específicos que podrían postergar indefinidamente la asignación de fondos. Lo que se requiere es la identificación de tipos amplios de actividades, no necesariamente de campos problema, que suministraría el marco para las iniciativas de diversas organizaciones nacionales, regionales e internacionales, permitiendo la posibilidad de que se perfeccionen, concentren y modifiquen los proyectos y los programas durante su ejecución. En este sentido, es posible ofrecer una lista ilustrativa de los tipos de actividades científicas y tecnológicas que podrían ser financiadas con fondos internacionales:

- a) Un programa mundial para el desarrollo de la infraestructura científica y tecnológica del Tercer Mundo, que incluya el establecimiento de centros de investigación, laboratorios y otros medios físicos; así como la expansión de la base de recursos humanos, que incluya el establecimiento de centros de formación, instituciones de educación superior, y de programas cooperativos para educación graduada en ciencia y tecnología.
- b) Un programa de asistencia especial para los países menos desarrollados que incluya, además del desarrollo de una infraestructura para ciencia y tecnología, la transferencia de tecnología en términos preferenciales y la ayuda para la adaptación, la absorción y la difusión de tecnología importada.
- c) Programas regionales y subregionales basados en problemas comunes, que cubran todo el espectro de actividades, desde la investigación básica hasta el establecimiento de plantas piloto y de demostración. Esto sería el equivalenten-

²⁴ Diego Pizano y Guillermo Perry (en colaboración con Francisco Sagasti), *The Scientific and Technological Dimensions of the New International Economic Order: an exploratory study*, Informe preparado para la Fundación Internacional para Alternativas de Desarrollo (IFDA), como parte del "Third System Project", Bogotá, abril de 1979.

te regional y subregional de los programas integrados para el desarrollo tecnológico mencionados anteriormente a nivel nacional.

- d) Programas regionales y subregionales que se concentren en la transferencia y la adaptación de tecnología, y particularmente en la transferencia de tecnología entre los países en desarrollo. Esto incluiría la búsqueda de tecnologías, intercambio de información, formación, desagregación, adaptación y otras actividades vinculadas con la importación y absorción de tecnología.
- e) Programas regionales y subregionales para desarrollar los servicios científicos y tecnológicos, que incluyan información y documentación científica y tecnológica, normas y control de calidad, registros de acuerdos de licencias, etcétera.

Esta es sólo una lista ilustrativa, y está claro que se requerirá un esfuerzo fundamental para identificar y seleccionar aquellas actividades relacionadas con el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas endógenas que reciban financiamiento concertado internacionalmente, diferenciándolas de aquellas que son en primer lugar una responsabilidad nacional.

IV. OBSERVACIONES FINALES

Este ensayo trató sobre los problemas implicados en el financiamiento del desarrollo científico endógeno en el Tercer Mundo, con el objetivo de estimular la reflexión y la discusión. Antes que recomendar una solución específica, la idea era reseñar una diversidad de mecanismos y programas para incrementar considerablemente la asignación de recursos financieros para el desarrollo científico y tecnológico. Queda mucho trabajo por hacer para que cualesquiera de los mecanismos descritos sean funcionales en la mayoría de los países del Tercer Mundo, ya que incluso la transferencia de mecanismos existentes de un país a otro requiere un alto grado de innovación social. Más aún, dada la diversidad de actividades científicas y tecnológicas que han de ser apoyadas y las condiciones en los países del Tercer Mundo, no es posible esperar que un simple mecanismo financiero, ya sea a nivel nacional, regional o internacional, pueda servir adecuadamente los propósitos del desarrollo científico y tecnológico endógeno.

Desde esta perspectiva, se requiere una diversidad de mecanismos financieros a niveles nacional, regional e internacional que canalicen fondos específicamente para el desarrollo científico y tecnológico endógeno en los países del Tercer Mundo. A nivel internacional se le debe prestar especial atención al estableci-

miento de un sistema de financiación vinculado a las Naciones Unidas, el cual obtendría fondos de muchas fuentes y los canalizaría a través de una red de fondos regionales y subregionales. Aunque el sistema de financiación debería ser una entidad separada y claramente identificable, podría acercarse a las experiencias, capacidades organizativas y expertos de las organizaciones internacionales existentes, tales como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, los Bancos Regionales para el Desarrollo, el Sistema Económico Latinoamericano (SELA), la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático (ASEAN) y el Pacto Andino.

En conclusión: sería apropiado decir que los diversos mecanismos financieros y programas mencionados en este ensayo indican que es en realidad posible un incremento importante en los recursos asignados específicamente para el desarrollo científico y tecnológico endógeno del Tercer Mundo. Ya se probó en la práctica la factibilidad de muchos programas, y hay otros tantos que podrían ser establecidos con poca dificultad. Muchos de los mecanismos no requieren acuerdos internacionales y podría ser posible emprender acciones concertadas, pero autónomas, en muchos países del Tercer Mundo para establecer mecanismos de tipo similar.

Pero aunque se realizaran simultáneamente en todos los niveles todos estos mecanismos para financiar el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas endógenas en el Tercer Mundo, por medio del ejercicio milagroso de la voluntad política coordinada, su efecto se sentiría sólo en el largo plazo, y comenzaría hasta entonces a alterar las disparidades existentes y acumulativas en capacidad científica y tecnológica entre los países industrializados y los del Tercer Mundo. Más que un motivo de cinismo y desesperación, el Tercer Mundo debería tomar esto como un desafío que se ha de enfrentar con la ayuda de los países desarrollados o sin ella, porque no es posible salir de la condición de subdesarrollo a menos que se adquieran capacidades científicas y tecnológicas endógenas.

15. UNA ESTRUCTURA PARA LA POLÍTICA DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL EN EL PERÚ: EL DESARROLLO DEL ITINTEC *

I. HISTORIA DEL SURGIMIENTO DEL ITINTEC

ANTES de entrar en una descripción de la manera en que el marco desarrollado en la primera parte de este trabajo fue aplicado parcialmente en el Perú a través del desarrollo del ITINTEC, es necesario dar un vistazo general a la situación peruana con respecto a la ciencia y la tecnología en los últimos años de la década de los años sesenta. Esto permitirá un mejor entendimiento de las limitaciones y las oportunidades encaradas en el desarrollo de instituciones tales como el ITINTEC.

La conciencia de la necesidad de desarrollar políticas de ciencia y tecnología al nivel nacional surgió más bien lentamente a lo largo de un periodo de más de diez años, aunque en la práctica no existe un acuerdo general de que constituyan un componente legítimo de un esfuerzo de planificación del desarrollo. En parte esta conciencia fue despertada por influencias externas, y en parte por el crecimiento y la evolución de la comunidad científica. De especial importancia fueron los tres seminarios organizados en 1966-1968 en Paracas, El Bosque y Ancón, donde científicos, ejecutivos, oficiales del gobierno y personal militar peruano se reunieron con un grupo similar de americanos e intercambiaron ideas sobre las acciones del gobierno requeridas para estimular el crecimiento de la ciencia y la tecnología. Varias comisiones de la UNESCO, formadas principalmente por expertos franceses, también visitaron el Instituto de Planificación Nacional y la oficina del primer ministro, procurando la creación de instituciones de gobierno que estuvieran a cargo de la formulación de políticas nacionales de ciencia y tecnología.¹

Estos esfuerzos, y la persistencia de varios científicos y administradores de alto nivel llevó a la creación del Consejo Nacional de Investigación a fines de 1968. La creación de este organismo fue una de las primeras acciones legislativas tomadas por el gobierno revolucionario de las Fuerzas Armadas. Esta institución recibió apoyo considerable del Programa Regional para el Desarrollo Científico y Tecnológico de la OEA, y pudo llevar a cabo una serie de estudios sobre los recursos para la ciencia y la tecnolo-

* Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y Normas Técnicas.

¹ La "institucionalización" de las políticas de ciencia y tecnología es tratada en un trabajo escrito en cooperación con Isaías Flit, provisoriamente titulado "A Premature History of Science and Technology Policy in Peru".

gía, y sobre la transferencia de tecnología. Nuestro conocimiento de la situación a fines de la década de los sesenta se debe en gran medida a esos estudios.² A continuación se hace un resumen de los datos más sobresalientes de esa situación.

En 1967 sólo 14 % de los estudiantes cursando estudios de educación superior se estaban preparando en las disciplinas científicas o técnicas. La gran mayoría, siguiendo las tradiciones hispánicas de los tiempos coloniales, se estaban preparando en las humanidades y en el derecho, con un porcentaje significativo en las ciencias sociales. Esto no obstante la rápida expansión del sistema universitario, que creció en casi cuatro veces entre 1960 y 1970.

Así, de 1960 a 1970 el número de estudiantes universitarios aumentó más de tres veces hasta llegar a cerca de 100 mil. Durante este aumento significativo, la proporción de estudiantes en las humanidades, incluyendo las ciencias sociales, subió del 38.3 al 47.2 %, y el porcentaje de estudiantes en educación subió del 20.6 al 23.6 %, mientras que el porcentaje de estudiantes en las ciencias naturales disminuyó del 8.6 al 4.6 %. El porcentaje de estudiantes de ingeniería disminuyó del 20.3 al 17.5 %, mientras que los estudiantes de medicina disminuyeron del 12.2 al 7.1 %. Las cifras absolutas presentan un cuadro diferente en el sentido de que el número de estudiantes de ingeniería, por ejemplo, aumentó dos veces durante ese lapso. No obstante, indican que durante una fase de rápida expansión del sector de la educación superior la inscripción en las profesiones tradicionales aumentó más rápidamente que en aquellas orientadas hacia la tecnología.

Estas cifras sobre la explosión de la educación superior que tuvo lugar en el Perú durante la década de los años sesenta no muestran otras características de la situación que pueden considerarse críticas. De nueve universidades estatales y una universidad particular en 1960, el número subió a 22 estatales y 12 particulares, es decir 34 universidades con 253 programas académicos y 336 departamentos (para una población estudiantil de menos de 100 mil). Obviamente, era casi imposible mantener altos niveles en un proceso de expansión de esta clase.

En 1970 el sistema universitario del Perú gastó aproximadamente el 1.8 % de su presupuesto total en la investigación, una suma de 1.5 millones de dólares. Sin embargo, muchas de las tareas asignadas a los presupuestos de investigación eran de naturaleza administrativa y de enseñanza y una proporción importante de la investigación estuvo dedicada a la investigación agrícola en estaciones experimentales del Estado vinculadas a las universidades. Cada universidad gastó un promedio de menos de 60 mil dólares por año en la investigación, aproximadamente

² Véase por ejemplo *Potencial científico y tecnológico del Perú*, Lima, Perú, Consejo Nacional de Investigación, 1974.

15 dólares por año por estudiante. Estas cifras encubren grandes desigualdades, ya que la mayoría de los presupuestos de investigación se concentraban en media docena de universidades estatales y en tres o cuatro instituciones particulares.

Para completar el cuadro de la educación superior, también se sabe que alrededor de 15 % de los ingenieros egresados entre 1962 y 1966 emigraron a los Estados Unidos, el Canadá y Francia, mientras que un porcentaje más pequeño de los estudiantes de las ciencias naturales y sociales y de medicina, aproximadamente el 9 % hizo lo propio. Todas estas cifras indican que no había una base muy sólida de recursos humanos altamente capacitados sobre la cual desarrollar una capacidad autóctona de producción de tecnología. Si observamos las estadísticas de las actividades científicas y tecnológicas se corrobora el panorama.

En efecto, de acuerdo con las encuestas y los cálculos hechos en 1970 por el Consejo Nacional de Investigación, había 184 instituciones de investigación en el Perú que empleaban un total de 2 900 trabajadores. De éstos, menos de la mitad pertenecían a la categoría de investigadores y técnicos, y aun menos trabajaban tiempo completo en las tareas de investigación. La mayor parte de este personal trabajaba en las ciencias naturales y exactas (28.8 %), en agricultura (27.8 %) y en las ciencias médicas (21.3 %), con sólo 10.4 % en el campo de la ingeniería (el por ciento restante trabajaba en el campo de las ciencias sociales). Una suma de cerca de 5.9 millones de dólares fue asignada para los gastos de investigaciones en curso durante 1970, con una cantidad considerablemente más pequeña asignada a gastos de inversión. Si se calculan las omisiones y las inversiones de capital es seguro que el total no excede a 10 millones de dólares.

Según las proporciones medias, las cifras indican que había menos de 16 trabajadores —y aun menos investigadores— por institución; que cada institución gastó cerca de 32 100 dólares por año, y que a cada trabajador se le asignó cerca de 2 mil dólares por año. Datos adicionales indican que el número de proyectos de investigación en curso pasaba de 1 100, lo que implicaría un promedio de 1.7 trabajadores por proyecto y un promedio de fondos asignados de 5 200 dólares por año por proyecto.

Todo esto da el cuadro de un sistema de investigación más bien pequeño y fragmentado que necesita un proceso de concentración y la racionalización de una entrada de fondos considerable, además de un aumento importante en el número de investigadores. Sin embargo, también debe señalarse que a mediados de la década de los años sesenta la preparación de ingenieros, especialmente en la Universidad Nacional de Ingeniería, había alcanzado niveles bastante altos, y que había muchos profesionales y científicos realizando investigación en condiciones muy adversas. Se formaron algunos "grupos" de investigación, notablemente en genética, geofísica, medicina, física teórica, antropolo-

gía, matemáticas, economía del desarrollo, y dos o tres otros campos. De varias maneras estos grupos lograron sobrevivir y realizar trabajos de alta calidad.

La situación con respecto a la transferencia de tecnología ha sido ampliamente estudiada en varios informes.³ Aquí bastará decir que la transferencia de tecnología en el Perú, especialmente por vía de los acuerdos de licencia, tenía la mayor parte de los defectos y mostraba la mayor parte de los abusos que han sido documentados repetidas veces. Era obvio que la importación de tecnología extranjera no contribuía efectivamente al desarrollo de capacidades técnicas autóctonas en la industria, y aún menos al desarrollo de una capacidad autónoma de tomar decisiones en materia de tecnología.

El ambiente económico y los efectos acumulativos de las políticas anteriores que promovían la sustitución de importaciones también se hizo sentir muy claramente. En otro lugar he dado una descripción de las consecuencias para la tecnología de algunas características del sistema económico y de las políticas económicas gubernamentales para los países latinoamericanos en general.⁴ Estas se aplican bastante bien a la situación peruana, ya que a fines de la década de los años sesenta estábamos agotando las primeras etapas "fáciles" del proceso de sustitución de importaciones.

Los cambios iniciados y mantenidos por el gobierno revolucionario de las Fuerzas Armadas han modificado esta situación a un paso rápido, aunque disparejo. Después de la creación del Consejo Nacional de Investigación, que ha sido mayormente ineficaz y casi un estorbo al desarrollo tecnológico, la aprobación de la Ley General de Industrias en julio de 1970 fue el siguiente paso en la evolución de una política para el desarrollo de capacidades técnicas en la industria. Entre las medidas importantes introducidas por esta ley vale la pena destacar una transición de la política de industrialización con base en la sustitución de importaciones, que buscaba explotar los enlaces hacia atrás de los bienes de consumo y bienes duraderos ligeros a la industria básica e intermedia, a una política de industrialización con base en el desarrollo de las industrias básicas e intermedias y a una política de industrialización con base en el desarrollo de industrias básicas y de bienes raíces que tendría tanto efectos de enlace hacia adelante (por medio de la producción de insumos para industrias intermedias y de consumo), como efectos de enlace hacia atrás (a través del uso más intensivo de los recur-

³ Véase por ejemplo una serie de ocho informes sectoriales sobre la transferencia de tecnología publicados por el Consejo Nacional de Investigación entre 1971 y 1974. Un resumen de los primeros datos aparece en G. Oxman y F. Sagasti, *La transferencia de tecnología hacia los países del Grupo Andino*, Washington, OEA, 1972.

⁴ F. Sagasti y M. Guerrero, *El desarrollo científico y tecnológico de la América Latina*, op. cit.

tos nacionales). La ley también autoriza una mayor participación del Estado en el proceso de industrialización, no sólo en el papel de promotor, sino también a través de actividades empresariales, particularmente en las industrias básicas. Con referencia a la propiedad, la ley establece un sistema de participación de los trabajadores a través de la "comunidad industrial", una agrupación colectiva de todos los trabajadores en cada empresa que, utilizando un cierto porcentaje del ingreso neto, gradualmente obtendrán acciones y por consiguiente el derecho de participar en la administración y la dirección de la empresa. En relación con la propiedad, la ley también estipula la gradual transformación de empresas extranjeras en empresas mixtas y nacionales, poniéndole límites al porcentaje de capital extranjero. Finalmente, la ley establece un sistema de incentivos basado en la prioridad asignada a los productos. Los productos asignados como de primera prioridad reciben incentivos (desgravación de aranceles, exención de impuestos sobre reinversiones, condiciones especiales de crédito y así por el estilo) en una proporción mayor que aquellos en segunda o tercera prioridad.

La Ley General de Industrias también tiene varios artículos que tratan asuntos tecnológicos específicamente. Dos de estos artículos, el 14 y el 15, se refieren a la creación del ITINTEC y del fondo de investigación de la tecnología industrial, formado por la asignación a ese fondo del 2 % del ingreso neto (antes de impuestos) de las empresas industriales. Estos dos artículos constituyen el fundamento sobre el cual se estableció el sistema de investigación industrial del ITINTEC. También hay una cláusula que establece que las empresas que producen tecnología recibirán tratamiento de primera prioridad con respecto a los incentivos.

Además del sistema del ITINTEC, las leyes generales de minería, pesquería y telecomunicaciones contienen cláusulas parecidas que asignan el 2 % del ingreso neto (antes de impuestos, 1 % en el caso de la minería) a la investigación tecnológica. A diferencia del caso del ITINTEC, donde las empresas tienen la primera opción de usar los fondos creados, en los casos que se acaban de mencionar el dinero va a un fondo central. También, durante los últimos cuatro años la asignación de fondos a la investigación agrícola, a los problemas de la salubridad y a las ciencias marinas, y para la ciencia y tecnología en general, ha crecido considerablemente, cambiando más bien drásticamente el cuadro de la situación que existía en 1970, indicado anteriormente.

En el campo de la transferencia de tecnología, el Perú ha creado una estructura de organismos nacionales competentes, de acuerdo con las estipulaciones de la Decisión 24 de la Comisión del Pacto Andino. Esto ha significado la creación de un registro de acuerdos de licencia, cambios en la organización de la oficina de la propiedad industrial, la creación de un comité para

supervisar la inversión extranjera, la transformación de empresas extranjeras en empresas mixtas o de propiedad local, y la instauración de un proceso de consulta para examinar las tecnologías que han de ser importadas.

Resumiendo la situación existente cuando el ITINTEC empezó a funcionar en los primeros años de la década de los años setenta, es posible hacer la siguiente caracterización:

a) Surgimiento de instituciones sectoriales bajo la égida de ministerios (ITINTEC en industria, INCITEMI en minería, INICTEL en telecomunicaciones, etcétera) con fuentes fijas de fondos obtenidos de un porcentaje del ingreso neto de empresas en el sector, y con la misión de programar, financiar y realizar investigación y capacitación tecnológica. La suma de los fondos disponibles a través de estas instituciones posiblemente excede los mil millones de soles por año (aproximadamente 25 millones de dólares) para mediados de la década de los años setenta. Por consiguiente, se han convertido ahora en las instituciones clave para la política tecnológica.

b) Incapacidad del Consejo Nacional de Investigación— o de hecho de cualquier otra agencia de centralización— de llevar a cabo la tarea de trazar políticas de ciencia y tecnología para todo el país. En consecuencia, el Consejo se ve estructuralmente imposibilitado de realizar las funciones que le han sido asignadas por ley, que fueron determinadas en un tiempo cuando predominaba la confusión entre la política científica y la política tecnológica. Si el Consejo ha de ser eficaz, tiene que reorientar sus actividades hacia la promoción de investigación científica, dejando las funciones de formulación y realización de políticas tecnológicas a las instituciones sectoriales, que son más adecuadas para esa tarea. Esto no sugiere que la coordinación intersectorial no es necesaria, sino que hay mejores mecanismos (por ejemplo un comité interministerial) para coordinar las políticas tecnológicas de diferentes sectores.

c) El continuado aislamiento del sistema de investigación universitario de las necesidades nacionales. En parte esto es un reflejo de la crisis por la cual está atravesando la universidad peruana, sin embargo los recursos que se podrían canalizar a través de los fondos sectoriales podrían revitalizar la investigación en las universidades (siempre que sean transferidos a ellas principalmente por medio de acuerdos contractuales). Esto podría reducir considerablemente el aislamiento de la investigación en las universidades.

d) Iniciación de los mecanismos para controlar la importación de tecnología, que necesitarán un desarrollo importante antes de que lleguen a ser plenamente eficaces.

El aumento de los fondos y los programas de orientación y capacitación instituidos por las agencias sectoriales responsables de la política tecnológica también han tenido el efecto de aumen-

tar la disponibilidad de personal para el trabajo de investigación. Aunque la falla por parte de los científicos, técnicos y profesionales de idear y dirigir proyectos de investigación tal vez constituyen el atolladero principal en el sistema, parece existir una "capacidad escondida" de identificar, formular y llevar a cabo proyectos de investigación, tanto en la industria como en la universidad, de manera que la falta de personal idóneo no ha sido tan crítico como una vez se pensó.

II. ASPECTOS BÁSICOS DEL SISTEMA DEL ITINTEC

Dos años después de que la Ley General de Industrias estableció las bases para la creación del ITINTEC se aprobó la ley orgánica de la institución. Esta ley estableció las funciones, la estructura y los mecanismos de operación por medio de los cuales funciona el sistema del ITINTEC. La junta directiva se constituyó hacia fines de 1972 y después de un año de transición durante el cual se formularon la mayor parte de las políticas generales, una nueva dirección, encabezada por Isaías Flit, tomó a su cargo la dirección del ITINTEC. Desde su creación la junta ha trabajado de cerca con los ejecutivos del ITINTEC para formular políticas e instrumentos de política que han de permitir a la institución llevar al cabo sus funciones.

En términos conceptuales, el sistema del ITINTEC es un intento de tratar global y exhaustivamente los problemas de la política tecnológica industrial en un país en vías de desarrollo. Responde básicamente a las cuatro líneas de acción identificadas en la primera parte de este trabajo y puede considerarse como una organización de funciones múltiples que opera varios instrumentos de política para desarrollar las capacidades tecnológicas en la industria peruana.

La ley orgánica del ITINTEC le asignó las funciones de promover, supervisar y llevar a cabo investigación tecnológica industrial; de preparar normas y patrones técnicos nacionales y mejorar el control de la calidad en la industria, y de realizar actividades adicionales tales como capacitación e información técnica para la industria. Como resultado de la reorganización del Ministerio de Industria y Turismo a fines de 1974, se ampliaron las funciones de provisión de información técnica, documentación y servicios de extensión a la industria y se transfirieron al ITINTEC las responsabilidades de tratar con la propiedad industrial y de negociar acuerdos de licencia. Durante los años de operación del ITINTEC la junta directiva también ha definido campos complementarios de acción que abarca esferas tales como el diseño industrial y de ingeniería, la exportación de tecnología, la capacitación de personal para la investigación tecnológica y la formulación de políticas de tecnología industrial. Además, el ITINTEC

también ha desarrollado vínculos de trabajo con otras organizaciones en el sector industrial y con instituciones que tienen funciones parecidas a las del ITINTEC en otros sectores. Resumiendo, el ITINTEC ha llegado a ser la agencia ejecutiva para la formulación y la ejecución de la política tecnológica industrial en el Perú.

En este trabajo me ocuparé sólo de las actividades relacionadas con la investigación industrial, aunque antes de pasar a eso es necesario describir varios principios generales establecidos por la junta que gobiernan la operación del ITINTEC.

En primer lugar, el ITINTEC ha de utilizar al máximo posible la capacidad de investigación tecnológica ya existente en las empresas, universidades e instituciones de investigación, buscando convertirlos en "centros para la generación de tecnología". De especial importancia son las capacidades técnicas de la industria que han quedado latentes por muchos años y que podrían orientarse hacia la identificación de problemas técnicos que requieren una solución sistemática e imaginativa. Esto implica una creencia en la existencia de una "capacidad escondida" para la investigación tecnológica, que debe ser descubierta y utilizada para mejorar el nivel técnico de la industria peruana.

Segundo, de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo, el ITINTEC ha de descentralizar sus actividades estableciendo una red nacional de entidades para la generación de tecnología. Esto implica extender a través del país no sólo fondos para la investigación, sino también establecer centros de tecnología en varias partes del país que lleven al cabo actividades técnicas en apoyo a la industria, no sólo en la región donde se halla localizado el centro, sino también al nivel nacional.

Tercero, la promoción de una demanda en favor de la tecnología local es uno de los principios clave que orienta las operaciones del ITINTEC. Esto se logra incluyendo desde el principio a los usuarios de los resultados en la formulación de proyectos de investigación tecnológica, y forjando enlaces entre los usuarios y los productores del conocimiento tecnológico. Esto es de particular importancia en el caso de empresas industriales que se han mantenido relativamente aisladas del desarrollo de instituciones de investigación tecnológica hasta ahora.

La organización de un sistema mediante el cual cierto porcentaje del ingreso neto de la empresa tiene que invertirse en la investigación también produce un incentivo para que las empresas miren más de cerca a sus problemas técnicos, y por consiguiente haya una mayor demanda en favor de la tecnología y los servicios tecnológicos locales.

Otros principios que gobiernan las actividades del ITINTEC incluyen la necesidad de intervenir directa y activamente en el proceso de importación de tecnología, en busca de vincular este proceso con la producción de tecnología. Dado que la mayor

parte de la tecnología empleada por la industria viene del exterior, esta actividad es de gran importancia para definir los proyectos de investigación que le permitirán a las empresas adaptar, modificar y asimilar las tecnologías importadas. Esto conduciría a una participación progresiva de las instituciones tecnológicas locales en la evaluación de la tecnología importada, la desagregación del paquete tecnológico y la selección de las tecnologías más adecuadas a nuestra condición específica. También, cuando sea posible, el ITINTEC buscará aportar asistencia directa a las empresas de pequeña y mediana escala, que carecen del personal técnico para llevar a cabo trabajos de investigación.

Casi por fuerza, el ITINTEC tendrá que operar como una "universidad invisible" para la capacitación de personal para la investigación tecnológica industrial. Se anima a las empresas y las instituciones que están realizando proyectos de investigación dentro del sistema del ITINTEC a que incluyan estudiantes de las universidades en sus proyectos, para que participen activamente en el proyecto de investigación y así "aprendan haciendo". Esto también implica la necesidad de actuar como agente para poner en contacto a profesionales altamente especializados con industrias que puedan necesitar sus servicios para un problema específico.

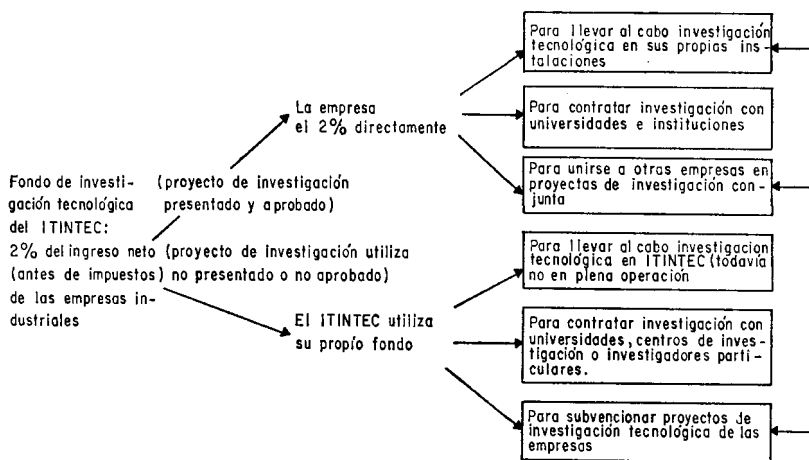
Finalmente, dada la magnitud de la tarea por hacer, y el peligro de crecer demasiado rápidamente, el ITINTEC expandirá gradualmente sus actividades, equilibrando con atención logros de corto alcance con objetivos de largo alcance. El ITINTEC evitará crecer excesivamente con una estructura centralizada de dirección, y a la larga puede que se convierta en un "conglomerado" que abarque una variedad de actividades relacionadas con la política de tecnología industrial. En ese sentido lo que se busca es el equilibrio entre un grande alcance en la formulación y la implementación de políticas de tecnología industrial, y la eficiencia de una organización pequeña con funciones específicas que realizar.

III. INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL EN EL ITINTEC

Un país en vías de desarrollo tiene que darle al concepto de "investigación" el contenido que conviene a su propia situación. Para el caso del Perú, Isafas Flit, director general del ITINTEC, ha definido la investigación tecnológica industrial de la siguiente manera: "la aplicación de la imaginación con rigor científico a la solución de un problema técnico concreto en la industria". De esta manera se aumenta considerablemente la gama de actividades técnicas abarcadas y se evitan las discusiones corrientes sobre la investigación aplicada versus la investigación básica. Por ejemplo, si la solución de un problema técnico concreto en

la industria requiere la realización de trabajos de investigación de una naturaleza básica, ellos estarían incluidos dentro del campo de acción del ITINTEC. Esta definición también hace hincapié en la fuente de los proyectos de investigación, a saber, los problemas técnicos concretos de la industria, y sobre los dos componentes clave de la investigación: la imaginación y el rigor científico.

Teniendo en mente esta definición, es posible entender mejor la orientación de las actividades de investigación industrial del ITINTEC. El diagrama de la gráfica 1 resume la manera en que se



GRÁFICA 1. Usos del fondo de investigación del ITINTEC

pueden utilizar los fondos dentro del sistema de investigación tecnológica industrial del ITINTEC. Se exige que toda empresa industrial destine el 2% de su ingreso neto (antes de impuestos) para la realización de investigación tecnológica. La empresa tiene la primera opción de utilizar los fondos si decide presentar un proyecto de investigación y si el ITINTEC lo aprueba. La empresa puede llevar al cabo la investigación en su propio local si tiene el personal y el equipo necesario a contratar la investigación con alguna otra entidad (principalmente las universidades). En este caso la empresa y el centro de investigación firman un acuerdo cuyos términos y condiciones generales han sido especificados por el ITINTEC en un contrato modelo. Si la empresa decide no presentar un proyecto de investigación, o si el proyecto presentado no es aprobado, entonces el 2% del ingreso neto antes de impuestos tiene que ser depositado en el Banco Nacional en una cuenta especial a nombre del fondo de investigación del ITINTEC.

Con los fondos recibidos de las empresas que no presentan proyectos, o cuyos proyectos no son aprobados, el ITINTEC puede llevar a cabo sus propios proyectos, o puede contratar los proyectos con las universidades y otros centros, o puede subvencionar proyectos de investigación que están llevando al cabo las empresas. En este último caso se le da preferencia a las empresas que unen sus esfuerzos para realizar investigación en colaboración, y a empresas medianas y pequeñas que tienen proyectos de investigación meritorios pero para los cuales sus fondos del 2 % no alcanzan a cubrir los gastos.

Para guiar a las empresas en la formulación de proyectos de investigación, el ITINTEC ha preparado un manual especificando la estructura y el contenido de las propuestas a ser presentadas por las industrias, universidades y otras entidades. Las propuestas se someten a un proceso de evaluación por el personal técnico y, dependiendo de la cantidad de fondos en cuestión, son aprobados o por el director general o por la junta del ITINTEC. Además de solicitar proyectos de investigación de las empresas, el ITINTEC también solicita a investigadores particulares y a organizaciones de investigación que presenten propuestas que puedan ser financiadas con los fondos del ITINTEC. Una vez que se aprueba un proyecto, se firma un contrato entre el ITINTEC y la entidad que lo ha de realizar. En él se especifican los términos y las condiciones del acuerdo, se establece un programa detallado de desembolsos, y se definen los procedimientos para informar sobre el trabajo realizado. Los proyectos son revisados por el personal técnico del ITINTEC, que observa el progreso y evalúa los resultados al finalizar el proyecto.

Las actividades de investigación directas del ITINTEC todavía no han sido puestas en práctica de lleno, aunque hay un plan para establecer varios "centros tecnológicos" en todo el país en los cuales el ITINTEC podría llevar a cabo sus propios proyectos. Una solución intermedia por medio de la cual el personal del ITINTEC haría investigación usando el equipo de otras organizaciones o empresas se está considerando en este momento.

El sistema delineado en los párrafos que preceden tiene varias características de interés en relación con el propósito de promover las capacidades tecnológicas industriales en los países en vías de desarrollo. Primero, proporciona un "mercado protegido" para la investigación y el desarrollo. Al especificar que los fondos pueden ser utilizados sólo para financiar proyectos de investigación (y al hacer del ITINTEC el garante de que los fondos se utilizarán sólo para este propósito) se genera una demanda efectiva en favor de la investigación tecnológica. Dado que las empresas tienen la alternativa de usar los fondos para la investigación tecnológica o de entregarlos al ITINTEC, hay un incentivo para examinar los problemas tecnológicos de la empresa. Si la dirección ya está convencida del valor de la investigación, esto

se verá como un estímulo adicional, y si la dirección es indiferente a los problemas tecnológicos, esto puede generar un interés por mejorar las capacidades técnicas.

Segundo, se establece un sistema descentralizado por medio del cual la definición de proyectos de investigación se difunde a través de toda la industria, evitando una centralización excesiva en la definición de prioridades y de proyectos de investigación. La idea central es que las empresas industriales conocen mejor que cualquier otro sus propios problemas y son capaces de formular proyectos de investigación que verdaderamente respondan a sus necesidades tecnológicas. Junto con las pautas para la preparación y la presentación de proyectos, las empresas reciben una orientación adicional a través de un conjunto de criterios sobre lo que constituye un proyecto meritorio desde el punto de vista del ITINTEC. Durante las etapas que preceden a la presentación formal, y algunas veces aún después, hay un diálogo continuo entre el personal del ITINTEC y la dirección de la empresa para llegar a la definición de proyectos de investigación que podrían ser aprobados por el ITINTEC.

La preocupación principal es darle a las empresas toda la asistencia posible para que puedan desarrollar sus propias capacidades de identificación, preparación y ejecución de proyectos de investigación o, alternativamente, para desarrollar su capacidad de identificar y definir términos de referencia a fin de que los proyectos puedan ser realizados por agencias de investigación especializadas.

Todo esto implica que la base para las actividades del ITINTEC es el proyecto de investigación, y que programas de gran alcance sin límites fijos, ideas preliminares y programas de investigación no estructurados, sin una contribución a los objetivos nacionales y empresariales, no son aceptados. La realización de proyectos de investigación tecnológica, o la capacidad de especificar términos de referencia para otras entidades, conduciría a un aumento en la capacidad de absorción de tecnología de la industria. Para aceptar proyectos de más de un año de duración, el sistema del ITINTEC permite que una empresa asigne su 2 % hasta por cinco años consecutivos para la realización de un proyecto determinado.

Fundamental para la operación del sistema de investigación del ITINTEC es la idea de que se deben usar arreglos contractuales para proyectos específicos en vez de conceder subvenciones o asignar fondos para proyectos de investigación sin plazos fijos. La idea expresada es desarrollar el hábito de "investigación por contrato", haciendo que la empresa pague por un servicio específico, y por consiguiente que se interese en los resultados que obtiene. Por el otro lado, esto también obligaría a las instituciones de investigación a rendir de acuerdo con los objetivos, los términos y las condiciones especificadas en el proyecto de inves-

tigación y en el contrato. Esto es de especial importancia en vista del hecho de que el sistema del 2 % proporciona una fuente estable de fondos, libre de negociaciones presupuestarias, que podría perpetuar una situación en que investigaciones inaplicables reciban apoyo indefinidamente.

Otra característica clave del sistema del ITINTEC es que el estado participa activamente en el apoyo de la investigación industrial sobre una base descentralizada. En efecto, el 2 % se calcula antes de pagar los impuestos y por consiguiente el Estado está renunciando al ingreso que podría obtener si el 2 % se calculara después de pagar los impuestos. En algunos casos, para las empresas relativamente grandes esto podría alcanzar casi a la mitad del 2 %. Junto con esta ayuda financiera está el derecho del Estado de participar en el uso de equipos y materiales, y en los resultados generados por los proyectos. El ITINTEC persigue la política de evitar la duplicación de equipos de investigación costosos, orientando los proyectos de investigación del mismo tipo a un centro determinado, o pidiendo que el equipo se ponga a la disposición de otras empresas o centros de investigación que lo requieran. El ITINTEC lleva un inventario del equipo comprado con el fondo de 2 % como una medida para poner en práctica esta política.

La situación es más complicada en relación con el título de propiedad de los resultados (principalmente patentes), y en este sentido el ITINTEC ha observado una política muy flexible, tratando con cada proyecto de investigación según sus propios méritos. Obviamente, hay el concepto de conceder una ventaja a la empresa que obtuvo un resultado útil, en relación con sus competidores, pero por otro lado pueden haber casos en que el conocimiento producido es de una importancia demasiado grande para ser utilizado sólo por una entidad, especialmente en el caso en que los proyectos de investigación son llevados a cabo por universidades y por instituciones de investigación especializadas. Este aspecto también tiene implicaciones en relación con las ganancias producidas por los resultados de las actividades de investigación, y también en este caso el ITINTEC observa una política flexible para que las regalías puedan ser compartidas en diferentes proporciones por el ITINTEC y las entidades que llevan a cabo la investigación.

La existencia de un fondo para la investigación directamente a disposición del ITINTEC le proporciona a la institución la oportunidad de reasignar los fondos para la investigación tecnológica de acuerdo con las necesidades del desarrollo industrial. En particular, esto le permite al ITINTEC llenar las lagunas donde las empresas no llevan al cabo actividades de investigación tecnológica. En tales casos el ITINTEC, en coordinación con la oficina de planificación sectorial del ministerio de Industria y Turismo, ha desarrollado aproximadamente 50 perfiles de proyectos de inves-

tigación sobre los cuales se han pedido propuestas a universidades y centros de investigación. Estos proyectos se relacionan con los recursos naturales disponibles en el país, con campos donde se planean nuevas inversiones, con problemas específicos que requieren una solución urgente, y con el desarrollo de proyectos de investigación necesarios para proporcionar una infraestructura técnica a la industria en su totalidad.

El sistema de investigación tecnológica industrial del ITINTEC permite extensas aportaciones al proceso de definir prioridades para la investigación industrial. Las fuentes de prioridades y de proyectos de investigación en el ITINTEC son las siguientes:

- a) Proyectos presentados por empresas, que responden a sus necesidades técnicas específicas.
- b) Proyectos desarrollados conjuntamente con la oficina de planificación sectorial del ministerio de Industria y Turismo, o con las oficinas de planificación de otros ministerios, que responden a las necesidades de desarrollo nacional.
- c) Propuestas de universidades, de institutos de investigación, o de investigadores particulares, que responden a las oportunidades que ellos ven de explotar económicamente una determinada línea de investigación.
- d) Proyectos que surgen de problemas específicos de corto plazo que tienen que ser resueltos rápidamente por un proyecto de investigación tecnológica contingente. Estos proyectos proceden de las demandas específicas de agencias de gobierno como resultado de problemas urgentes.
- e) Proyectos que surgen de los propios esfuerzos de planificación del ITINTEC, que responden a problemas tecnológicos anticipados en campos en los cuales el ITINTEC tiene que intervenir.
- f) Proyectos que proceden de los problemas tecnológicos anticipados como resultado de obligaciones internacionales impuestas a la industria peruana, tal como en el caso de la programación industrial en el Pacto Andino.
- g) Proyectos procedentes de los resultados de la investigación básica que demuestren tener un potencial económico en su aplicación.

Este esquema asegura la diversificación de las fuentes propuestas de investigación y de prioridades de investigación. La tarea del ITINTEC, y particularmente la de su junta directiva y la del director general, es concertar y consolidar los proyectos que proceden de estas fuentes, para que formen un conjunto coherente con el objetivo de obtener el desarrollo de las capacidades tecnológicas en la industria y de desarrollar la capacidad de tomar decisiones autónomas en asuntos de tecnología.

IV. UNA EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN INDUSTRIAL DEL ITINTEC

En la primera etapa del desarrollo del ITINTEC (entre la aprobación de la Ley General de Industrias a mediados de 1970 y el tiempo en que la nueva administración tomó responsabilidad a finales de 1973), las empresas presentaron 108 proyectos, aunque todavía faltaban las pautas del ITINTEC. De éstos se aprobaron 54, y la mayor parte de ellos ya han sido completados. Además, el ITINTEC engendró tres grandes proyectos de investigación que contrató con las universidades. Estos proyectos preliminares demostraron que es factible operar el sistema de investigación del ITINTEC e hizo ver algunos problemas y deficiencias que se están corrigiendo.

La primera campaña organizada para generar proyectos de investigación en la industria y para desarrollar los proyectos del propio ITINTEC comenzó a fines de 1973. El manual para la preparación y la presentación de proyectos de investigación se publicó y se divulgó extensamente en enero de 1974, y el límite de tiempo para presentar propuestas de investigación se fijó hasta el primero de abril. La reacción fue entusiasta, ayudada por varios seminarios auspiciados por el personal y los miembros de la junta del ITINTEC y con la participación del ministerio de Industria y Turismo. Se presentaron un total de 189 propuestas para proyectos, sumando aproximadamente 350 millones de soles (aproximadamente 8.6 millones de dólares). Las empresas industriales presentaron 160 proyectos por una suma de 318 millones de soles, los centros de investigación presentaron 27 proyectos por una suma de 30 millones de soles y los otros proyectos fueron presentados por investigadores particulares. Los proyectos estaban distribuidos por campos según se indica en el cuadro 1. El mayor número de proyectos figuró en el rubro para las industrias del alimento y del tabaco.

De los 160 proyectos presentados por las empresas, 12 se retiraron y 89 fueron aprobados por el ITINTEC, correspondiendo aproximadamente a 142 millones de soles. El procedimiento establecido para conceder aprobaciones le da al director general poder discrecional sobre los proyectos o grupos de proyectos que no pasan de 1.5 millones de soles, siendo los restantes aprobados por la junta directa. El cuadro 1 da un análisis de los proyectos aprobados. Para casi todos ellos ya se ha firmado el contrato respectivo y se ha empezado el trabajo de investigación. El promedio de duración de los proyectos es de aproximadamente 21 meses, aunque hay mucha variedad en su duración.

Todavía es muy prematuro para evaluar cómo se están llevando a cabo estos proyectos y si los resultados obtenidos justifican la inversión. Sin embargo, dada la falta de una tradición de trabajos de investigación en la industria peruana, el ITINTEC ve los

Cuadro 1. Proyectos de investigación industrial tecnológicos 1974

| Campos de proyectos | Proyectos presentados | | Proyectos autorizados | | | |
|--|-----------------------|--------------|-----------------------|--------------|----------------|--------------|
| | | | Número | | Monto | |
| | Núm. | % | Núm. | % | S/. (000) | % |
| Alimentos, bebida, tabaco | 42 | 26.3 | 20 | 22.5 | 32 414 | 22.8 |
| Textiles | 15 | 9.4 | 11 | 12.4 | 12 456 | 8.8 |
| Farmacéuticos y cosméticos | 3 | 1.9 | 1 | 1.1 | 152 | 0.1 |
| Metal-mecánica | 28 | 17.5 | 20 | 22.5 | 53 563 | 37.7 |
| Goma, cuero y plásticos | 12 | 7.5 | 10 | 11.2 | 15 133 | 10.7 |
| Madera y productos de celulosa | 4 | 2.5 | 2 | 2.2 | 2 087 | 1.5 |
| Productos químicos | 19 | 11.9 | 11 | 12.4 | 10 725 | 7.5 |
| Productos minerales no metálicos | 14 | 8.7 | 7 | 7.9 | 9 189 | 6.5 |
| Maquinaria, equipo y productos eléctricos y electrónicos | 9 | 5.6 | 4 | 4.5 | 5 287 | 3.7 |
| Otros | 14 | 8.7 | 3 | 3.3 | 1 059 | 0.7 |
| Total: | 160 | 100 % | 89 | 100 % | 142 065 | 100 % |

proyectos de los primeros años como parte de un proceso de aprendizaje mediante el cual las empresas y el ITINTEC aprenderán de sus propias experiencias y de las experiencias del otro. En este sentido, ciertas ineficiencias y errores cometidos en los primeros proyectos realizados por una empresa determinada tienen que ser tolerados. A través de este proceso el ITINTEC también descubrirá la clase de asistencia que la industria necesita y podrá así orientar sus servicios técnicos.

El proceso de supervisión de los proyectos de investigación en marcha ya ha comenzado, y los primeros hallazgos indican, como también fue el caso con los primeros 54 proyectos, que la "capacidad escondida" de investigación tecnológica puede hacerse efectiva para la realización de actividades tecnológicas directamente pertinentes a las necesidades industriales.

Con respecto a sus propios proyectos de investigación, a través de un proceso de consultas con la oficina de planificación del ministerio de Industria y Turismo y a través de discusiones con la comunidad investigadora, se ha identificado un total de 48 perfiles de proyectos. Estos perfiles dan una descripción

de los objetivos de la investigación, sus características principales y estimaciones aproximadas acerca del personal necesario, el tiempo requerido para completar el proyecto y el costo total. Los perfiles de proyectos se han distribuido a instituciones de investigación y se les han solicitado propuestas específicas. En la actualidad el número de respuestas es satisfactorio, y en los tres meses en que los perfiles han circulado entre la comunidad investigadora se han recibido más de 25 propuestas, la mayoría de éstas de centros de investigación universitarios.

La segunda campaña para solicitar proyectos de investigación de las empresas ya está en camino, y se proyectan una nueva edición de las pautas a seguir y varios seminarios. Se espera que se recibirán por lo menos 150 propuestas este año y que otros 30 proyectos serán definidos y contratados directamente por el ITINTEC.

Esto trae consigo una pregunta con respecto a la capacidad de la comunidad investigadora industrial de absorber un aumento en los fondos disponibles que es diez veces mayor que el nivel de fondos en 1970. En relación con esto es importante recordar la definición de investigación que se dio a principios de la sección anterior, pues ella contiene la respuesta. Si se mantiene el concepto tradicional de la investigación tecnológica industrial es obvio que el personal de alto nivel necesario para dirigir los proyectos tardará en desarrollarse. Si se acepta la definición más amplia —que está más de acuerdo con nuestra actual situación tecnológica— hay un gran número de profesionales que pueden participar activamente en el sistema. Uniendo esto a las actividades de capacitación del ITINTEC y al aprendizaje que se logra en la realización de proyectos de investigación, se espera que la falta de personal capacitado no sea el grave problema que podría parecer a primera vista.

Desde las primeras etapas de operación del ITINTEC han surgido varios problemas que merecen alguna atención en esta evaluación preliminar. Primero, el trabajo comprendido en establecer un sistema de la naturaleza y la magnitud del ITINTEC impone grandes exigencias a las capacidades administrativas y políticas de los ejecutivos. El grupo núcleo de profesionales capacitados que asumió cargos administrativos y de política en el ITINTEC ha trabajado bajo mucha presión impuesta desde varios frentes. Parte del personal profesional de la organización encontró dificultad en acostumbrarse a la filosofía y al ritmo del trabajo impuesto. Sin embargo, se ha logrado un grado notable de adhesión entre los profesionales y no es extraño verlos trabajando largas horas y dedicando su tiempo libre a actividades relacionadas con el ITINTEC, lo que es bastante extraordinario para una institución del sector público. También se han sentido presiones de las empresas que solicitan asistencia técnica, particularmente de la burocracia gubernamental, que no tolera los métodos

flexibles con los cuales el ITINTEC tiene que operar. La rigidez administrativa y presupuestaria de las instituciones públicas en general ha sido una fuente constante de problemas para la dirección del ITINTEC.

Una segunda dificultad, inherente en el 2 % del ingreso neto fijado, es que hay una predisposición en favor de las compañías relativamente grandes cuyos fondos de investigación exceden la masa crítica mínima que se necesita para mantener un equipo de investigación. Hay varias posibles soluciones a esta situación, y al presente la política es la de usar los fondos a disposición del ITINTEC para contrapesar esta desproporción. Otras soluciones, tales como el reajustar el nivel de los fondos asignados de acuerdo con la cantidad del ingreso neto, presentarían muchos escollos para ser prácticas.

En términos de la formulación y presentación de proyectos de investigación han surgido dificultades en los esfuerzos de introducir el concepto de investigación por contrato, con el proyecto como la unidad básica de análisis. Esto requiere un proceso educativo y un diálogo continuo con el personal técnico del ITINTEC. Las exigencias impuestas por este proceso de consulta han sido grandes y algo difíciles de manejar con el número relativamente pequeño de profesionales (alrededor de 25) que trabajan en la División de Tecnología. Por otro lado, un aumento rápido en el personal profesional no permitiría mantener la orientación conceptual y la cohesión que se necesita para difundir la filosofía de la investigación tecnológica industrial del ITINTEC. Esto también tiene repercusiones en la supervisión de proyectos.

Todavía no han surgido problemas graves en relación con la propiedad de los resultados y al uso del equipo comprado con los fondos del 2 % del ingreso neto, aunque ya se están considerando las políticas que vienen al caso para tratar con una variedad de situaciones en esta esfera.

Se está examinando de cerca la necesidad de poner en operación tan pronto como sea posible una red de centros tecnológicos que le permitieran al ITINTEC llevar a cabo sus propias actividades de investigación y aportar servicios a la industria. Ya se están haciendo los estudios de factibilidad para el establecimiento de por lo menos cuatro centros de tecnología en el país, y se anticipa que el primero entrará en operación en 1977. Junto con los estudios de factibilidad se está buscando personal altamente capacitado para trabajar en estos centros.

V. OBSERVACIONES FINALES

Este trabajo ha ofrecido algunas ideas sobre las políticas y los instrumentos de política que pueden ser utilizados para desarro-

llar capacidades técnicas en la industria y la capacidad de tomar decisiones autónomas en asuntos de tecnología. Primero se presentó un marco para la política de la tecnología como trasfondo para un estudio de la creación y evolución del ITINTEC. La falta de espacio me impidió presentar otras facetas de las operaciones del ITINTEC. Debe ser aparente a estas alturas que el sistema del ITINTEC fue parcialmente elaborado de acuerdo con las líneas de acción avanzadas en la primera parte de este trabajo.

Es necesario subrayar que este trabajo presenta sólo una vista parcial del ITINTEC. No he discutido las actividades relacionadas con las normas y los patrones técnicos, el control de calidad, los acuerdos de licencia, la propiedad industrial, la información y los servicios de extensión, el diseño industrial, y otras. Algunas de estas actividades ya se han puesto en operación, otras apenas están comenzando, y otras están en la etapa de formulación de políticas. No obstante, desde el punto de vista del ITINTEC constituyen un conjunto coherente sobre el cual se tomará acción cuando llegue el tiempo apropiado dentro del marco de un plan de desarrollo institucional de diez años.

16. EL FINANCIAMIENTO INDUSTRIAL COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICA TECNOLÓGICA: UN CASO-ESTUDIO PERUANO *

I. INTRODUCCIÓN

Es BASTANTE conocido que la naturaleza y la estructura del financiamiento industrial son de los factores condicionantes de mayor importancia en el comportamiento de las empresas industriales, particularmente en los países subdesarrollados en donde los recursos de capital son escasos. Cuando el Estado interviene directamente en el financiamiento industrial éste se convierte en un instrumento de política de primer orden, ya que pocos instrumentos de política gubernamental tienen una influencia tan marcada. Es así que el uso consciente y discrecional del financiamiento industrial de fomento puede permitir a las agencias gubernamentales encargadas de manejarlo orientar las operaciones de empresas industriales a través de la imposición de condiciones para el otorgamiento de préstamos. Esto es el poder de *leverage* o "palanqueo" de las instituciones financieras.

Las agencias financieras pueden intervenir en la política tecnológica de dos maneras: en forma directa, solventando actividades científico-tecnológicas (investigación, desarrollo experimental, operación de plantas piloto, programas de entrenamiento, desagregación de tecnología, etcétera); o de manera indirecta, imponiendo condiciones de orden tecnológico —además de las financieras— para el otorgamiento de créditos. Para el primer caso se ha diseñado una variedad de esquemas y procedimientos que van desde el otorgamiento de donaciones hasta la provisión de capital de riesgo, pasando por esquemas más refinados, tal como el utilizado en el Perú por el ITINTEC.¹

En el segundo caso, el objeto de la operación financiera no es ostensiblemente influir sobre decisiones tecnológicas empresariales, pero de manera indirecta —ya sea en forma consciente o inadvertida— el préstamo tendrá un efecto tecnológico a través de la elección del proyecto de inversión, la provisión de maquinaria y equipo, la compra de materias primas, el aumento del

* Los datos para este trabajo fueron recabados en 1970-1971 con el auspicio del Consejo Nacional de Investigación del Perú, por lo cual agradezco a sus funcionarios la ayuda en esa oportunidad. El trabajo se basa en el capítulo 6 de mi tesis de doctorado *Towards a methodology for planning science and technology in underdeveloped countries*, Universidad de Pensilvania, Filadelfia, agosto de 1972. El texto en español fue tomado de EL TRIMESTRE ECONÓMICO, vol. XLV, núm. 178, 1978, pp. 401-441.

¹ Véase *Hacia una política tecnológica nacional*, ITINTEC, Lima, 1974.

capital de trabajo, la contratación de servicios técnicos, etcétera. Dejando de lado la inversión de empresas industriales privadas, locales y extranjeras, la realizada por financieras privadas, y las operaciones gubernamentales bilaterales, ya que éstas responden a intereses económicos y políticos específicos y las posibilidades de influir sobre ellas son más limitadas, quedaría por examinar las operaciones de agencias financieras internacionales multilaterales (Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo) y las realizadas por la banca de fomento nacional, a través de instituciones tales como el Banco Industrial y la Corporación Financiera de Desarrollo en el Perú; la Financiera de Estudios y Proyectos (FINEP) y el Banco Nacional de Desarrollo en el Brasil, y la Nacional Financiera en México.

La naturaleza del financiamiento proveniente de agencias multilaterales ha sido objeto de reciente escrutinio.² Al margen de consideraciones de orden subjetivo, el hecho es que estas agencias han actuado como vehículos para promover las exportaciones de maquinaria, equipo y servicios técnicos de los países desarrollados hacia los subdesarrollados. Si bien es cierto que se han hecho algunas concesiones y esfuerzos para utilizar los préstamos de estas agencias para promover el desarrollo tecnológico en el país receptor —tales como permitir un margen adicional de costos del 15 % para proveedores locales en las licitaciones internacionales exigidas en los préstamos del Banco Mundial y los recientes préstamos del BID al Brasil, México y Colombia para financiar actividades tecnológicas— no es menos cierto que el efecto de estas medidas es prácticamente insignificante y que el grueso del financiamiento de estas instituciones se destina a la importación de bienes de capital y a la compra de servicios técnicos en los países desarrollados que controlan las operaciones de estas agencias. A manera de ilustración mencionaré que considerando el total de las operaciones del Banco Mundial hasta fines de junio de 1968 los Estados Unidos habían invertido 2 794 millones de dólares, mientras que las compras realizadas en los Estados Unidos con préstamos del Banco Mundial ascendieron a 3 077 millones de dólares. Si a esto se añade el resultado de las operaciones financieras del banco con los Estados Unidos, el total recibido por ese país del banco asciende a 4 046 millones, dejando un saldo favorable que supera los 1 200 millones de dólares. Más aún, de los 12 600 millones de dólares financiados por el Banco Mundial para adquisiciones hasta 1970, más del 85 % fue gastado en los países desarrollados.³ Estas cifras, así como el número de casos en los cuales se ha puesto en evidencia la presión ejercida por funcionarios de estas agencias

² Véase T. Heyther, *Aid is Imperialism*, Middlesex, 1971, y N. Mckitterick y B. Jenkins Middleton, *The bankers of the rich and the bankers of the poor*, Washington, Overseas Development Council, 1972.

³ Véase Mckitterick y Middleton, *op. cit.*

para orientar la compra de bienes de servicios, demuestran que no es posible esperar que un impulso significativo para el desarrollo tecnológico local provenga de las operaciones de las agencias financieras multilaterales. Esto dejaría a la banca de fomento nacional como única entidad con posibilidades de ejercer presión para elevar la capacidad tecnológica de la industria utilizando el financiamiento industrial como instrumento. La experiencia yugoslava durante las décadas de 1950 y 1960, así como la experiencia japonesa de la posguerra, demuestran el efecto que puede tener el uso consciente y discriminado del financiamiento en el desarrollo de una tecnología en la industria.⁴

En el presente ensayo examinaré la posibilidad de utilizar los préstamos de una agencia financiera de fomento como un instrumento indirecto de política tecnológica, utilizando al Banco Industrial del Perú como caso-estudio y analizando en detalle los préstamos otorgados por esta entidad a empresas del sector farmacéutico entre 1965 y 1970.⁵

II. EL CRÉDITO INDUSTRIAL COMO INSTRUMENTO INDIRECTO DE POLÍTICA TECNOLÓGICA

La banca estatal de fomento tiene, al menos en teoría, mayor libertad para realizar operaciones crediticias en forma tal de influir sobre el comportamiento de los prestatarios, orientándolos de acuerdo con las políticas gubernamentales. Sin embargo, la autonomía relativa de las agencias financieras estatales, unida al conservadurismo de sus ejecutivos y al predominio de criterios puramente financieros, han sido la causa de que rara vez se haya utilizado el crédito industrial como un instrumento efectivo para poner en práctica políticas gubernamentales que no sean de orden estrictamente financiero.

La justificación de utilizar el crédito industrial para promover el desarrollo tecnológico en las empresas proviene en gran medida del fracaso manifiesto de otros mecanismos y, en particular, de la imposibilidad de que la competencia entre empresas industriales en el mercado de productos finales actúe en los países subdesarrollados como mecanismo para promover una mayor eficiencia y elevar el nivel técnico de las empresas. Los postulados de la sabiduría económica tradicional de corte neoclásico, que consideran a la competencia en el mercado de productos el

⁴ Véanse los trabajos de Sergio Barrio y Juan Tampier sobre Yugoslavia y el Japón, respectivamente, preparados para el Grupo de Trabajo sobre Política Tecnológica de la Junta del Acuerdo de Cartagena, Lima, 1972.

⁵ Sobre el uso de instrumentos indirectos de política y el tema de la "planificación contextual" que le da la base teórica, véase la tesis doctoral del autor (*op. cit.*), especialmente los capítulos 5 y 6. Un resumen aparece en el capítulo 3 de mi libro *Tecnología, planificación y desarrollo autónomo*, Lima, Instituto de Estudios Peruanos.

principal motivo para la introducción de mejoras tecnológicas, no se cumplen en los países subdesarrollados. Sin entrar en detalles señalaré que en la América Latina esto se debe, entre otros factores, a la estructura productiva de la industria, al predominio de empresas extranjeras en las ramas industriales más dinámicas y al clima relativamente fácil que creó una política indiscriminada de sustitución de importaciones.⁶

En ausencia de mecanismos de competencia en el mercado de productos finales que motiven la introducción de mejoras técnicas, se ha recurrido al diseño de esquemas *ad hoc* para promover el desarrollo de una capacidad tecnológica en la industria.⁷ Otra forma en que se podría inducir a las empresas industriales a elevar su nivel tecnológico sería *promover la competencia en el mercado de factores de producción* y en especial la competencia por el crédito otorgado por la banca estatal de fomento. Esto significa que las empresas industriales recibirían créditos prioritariamente en función de su nivel tecnológico y de las mejoras técnicas que introducirían al utilizar los préstamos de la agencia financiera, lo cual establecería un mecanismo de competencia con base en criterios técnicos al momento de presentar proyectos y solicitudes de financiamiento. Esto motivaría a las empresas a elevar su nivel tecnológico como medio para obtener acceso al factor capital en la forma de crédito de fomento. Este sistema fue utilizado en Yugoslavia en el decenio de 1950 a través de las agencias financieras establecidas en las repúblicas y las financieras federales.⁸

Al estudiar la posibilidad de utilizar el financiamiento industrial como instrumento indirecto de política tecnológica debe responderse a las siguientes preguntas:

- a) ¿Tiene el crédito de fomento el peso suficiente para influir en forma significativa sobre el comportamiento de las empresas industriales?
- b) ¿Es factible utilizar el crédito industrial de fomento como instrumento de política tecnológica?, ¿qué procedimientos habría que seguir para utilizarlo en la práctica?

⁶ Sobre este tema véase F. Sagasti y M. Guerrero, *El desarrollo científico y tecnológico de la América Latina*, Buenos Aires, BID/INTAL, 1974. El capítulo 3 del informe comparativo final del proyecto SIFI (en preparación) examina en detalle estos aspectos. Para una interpretación desde el punto de vista de la teoría del oligopolio véase F. Fajnzylber, "Oligopolio, empresas transnacionales y estilos de desarrollo", *EL TRIMESTRE ECONÓMICO*, núm. 171 (julio-septiembre de 1976), pp. 625-656.

⁷ Por ejemplo, el sistema ITINTEC de destinar el 2% de la renta neta de las empresas (antes de impuestos) para investigación tecnológica industrial ha tenido bastante éxito en el Perú y se está estudiando su implantación próximamente en países tales como Israel, la India, Venezuela, Panamá y Portugal.

⁸ Véase el informe de Sergio Barrio sobre política tecnológica en Yugoslavia, preparado para la Junta del Acuerdo de Cartagena, Lima, 1972.

- c) ¿De qué manera podría utilizarse el crédito industrial para condicionar y orientar el comportamiento tecnológico empresarial?

La respuesta a la primera pregunta indicaría si se justifica utilizar el financiamiento industrial como instrumento indirecto de política tecnológica; la respuesta a la segunda señalaría la forma en que podría hacerse esto en la práctica; y la respuesta a la tercera permitiría establecer los criterios para orientar el comportamiento tecnológico empresarial utilizando dicho instrumento. Para responder a estas preguntas haré referencia a las operaciones del Banco Industrial del Perú entre 1965 y 1970, por lo que resulta necesario proporcionar alguna información general sobre esta institución durante ese periodo.

Hasta la creación de la Corporación Financiera de Desarrollo (COFIDE), a principios del decenio de 1970, el Banco Industrial del Perú era la principal agencia financiera estatal para la industria manufacturera. El banco fue fundado hace más de treinta años; si bien debido a la promulgación de la Ley de Promoción Industrial núm. 13270 en 1959 el banco amplió considerablemente sus operaciones y se convirtió en la principal agencia financiera para poner en práctica la política de sustitución de importaciones respaldada por la Ley 13270. En 1968 el Banco Industrial participaba con el 41.6 % del total de las colocaciones en el sector manufacturero, y el resto estaba distribuido entre las diversas entidades de la banca comercial. El cuadro 1 da una idea del crecimiento del Banco Industrial durante el decenio de 1960.

Cuadro 1. Índices de crecimiento de las operaciones del Banco Industrial del Perú (BIP)

| Año | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Índice | 100 | 152.5 | 194.9 | 277.3 | 352.3 | 399.5 |

FUENTE: Boletín Estadístico de Operaciones, BIP, 1968.

Hacia fines de 1968 el Estado controlaba el 70 % de las acciones del Banco Industrial, proporcionaba la mayoría de sus recursos y orientaba sus operaciones a través de los representantes gubernamentales en el directorio. Además, el Banco Industrial administraba un fondo asignado por el Banco Central de Reserva y actuaba como intermediario de agencias internacionales, tales como el Banco Interamericano de Desarrollo y algunas instituciones financieras privadas extranjeras. El destino de los recursos proporcionados por el Banco al 31 de diciembre de 1968 era el siguiente: maquinaria e implementos, 49 %; pago de obligaciones, 28.3 %; capital de trabajo, 11.6 %; materias primas,

8.0 %, e inmuebles, 2.6 %. La mayoría de los préstamos otorgados por el Banco Industrial fueron utilizados para la adquisición de maquinaria y equipo, los cuales incorporan la tecnología utilizada en la producción.

El Banco Industrial operaba de dos maneras. En la primera, referente a los préstamos ordinarios, se trataba de una operación estrictamente financiera, con préstamos relativamente grandes y que eran utilizados por las empresas sin ayuda del Banco. La segunda se refería a los créditos supervisados, que eran de menor cuantía y comprendían asistencia técnica al prestatario por parte del personal del banco. En términos de montos los préstamos ordinarios representaban la mayoría, mientras que los créditos supervisados eran más numerosos. En ambos casos se requería una evaluación técnica, contable y financiera de la solicitud de préstamo. El banco aceptaba la maquinaria por adquirir, el equipo existente, mercancías, bienes raíces y existencias como garantía. Las tasas de interés eran menores que las tasas comerciales y en 1968 variaban entre el 8 y el 12 %, comparadas con un promedio del 14 % para los bancos comerciales. Los préstamos se otorgaban normalmente por cinco años, si bien en casos especiales podían extenderse hasta diez. En contraste, los bancos comerciales sólo podían realizar operaciones de crédito a corto plazo.

Con esta información sobre el Banco Industrial del Perú en 1968⁹ como telón de fondo intentaré responder a la primera pregunta sobre la justificación para utilizar al banco como medio para poner en práctica una política tecnológica industrial, empleando el poder de "palanqueo" que da el crédito de fomento. El cuadro 2 indica la distribución de préstamos otorgados por el banco en las diferentes ramas industriales en 1968, comparándola con la inversión total para cada rama en el mismo año. Esta comparación no implica que el porcentaje indicado de la inversión total puede ser atribuido a los préstamos del banco, debido a que éstos no sólo se utilizan para inversión sino también para pagar obligaciones y a que los préstamos no se usan necesariamente en su totalidad el mismo año que son otorgados. Los coeficientes indicados en las últimas dos columnas sólo tienen por objeto mostrar el orden de magnitud de la influencia del banco en la inversión industrial.

Para once ramas los préstamos otorgados representan más del 20 % de la inversión total registrada en 1968; para nueve ramas esta cifra está por encima del 30 %, y para siete ramas el cociente de préstamos aprobados sobre inversión total excede el 0.5.

⁹ Hago notar que esta descripción de las características del Banco Industrial del Perú corresponde a 1968 y que es probable que éstas hayan sido alteradas, particularmente desde la reorganización del banco que fuera decretada el 3 de diciembre de 1971 a través del Decreto Ley núm. 19056. No he seguido de cerca las operaciones del banco desde entonces.

Cuadro 2. Comparación entre las inversiones y los préstamos otorgados por el Banco Industrial del Perú en diversas ramas industriales, 1968

(Cifras en miles de soles)

| <i>Ramas industriales (de acuerdo con la clasificación industrial uniforme)</i> | <i>Préstamos aproba- dos, 1968</i> | | <i>Inversiones totales 1968 (B)</i> | <i>Inversiones en activos fijos (C)</i> | <i>Relación (A)/(B)</i> | <i>Relación (A)/(C)</i> |
|---|--|----------------------|---|---|-----------------------------|-----------------------------|
| | <i>Número</i> | <i>Monto (A)</i> | | | | |
| 20. Industrias alimentarias (in- cluyendo pesqueras) | 162 | 277 603.86 | 1 571 100.00 | 1 395 687.00 | 0.17 | 0.20 |
| 21. Bebidas | 30 | 37 806.40 | 220 822.00 | 202 716.00 | 0.17 | 0.185 |
| 22. Industria del tabaco | 3 | 110.00 | 19 794.00 | 19 774.00 | * | * |
| 23. Industria textil | 120 | 203 394.40 | 479 889.00 | 414 459.00 | 0.42 | 0.49 |
| 24. Calzado y vestuario | 167 | 25 088.60 | 51 938.00 | 44 375.00 | 0.48 | 0.57 |
| 25. Industria de la madera | 40 | 51 281.80 | 90 176.00 | 61 167.00 | 0.57 | 0.87 |
| 26. Fabricación de muebles | 112 | 39 572.58 | 97 981.00 | 59 831.00 | 0.40 | 0.66 |
| 27. Pulpa y papel | 4 | 18 090.00 | 127 041.00 | 119 186.00 | 0.14 | 0.15 |
| 28. Impresoras y editoras | 56 | 25 003.00 | 94 118.00 | 73 218.00 | 0.55 | 0.71 |
| 29. Industria del cuero | 24 | 4 765.60 | 22 251.00 | 19 761.00 | 0.21 | 0.24 |
| 30. Industria del caucho | 18 | 4 393.00 | 80 085.00 | 73 581.00 | 0.05 | 0.06 |

| | | | | | | |
|--|-------|--------------|--------------|--------------|------|------|
| 31. Productos químicos | 31 | 91 410.00 | 521 361.00 | 475 096.00 | 0.18 | 0.19 |
| 32. Petróleo y sus derivados | 1 | 5.00 | 76 478.00 | 57 086.00 | * | * |
| 33. Minerales no metálicos | 55 | 67 302.32 | 629 655.00 | 610 273.00 | 0.11 | 0.11 |
| 34. Industrias metálicas básicas | 2 | 90.00 | 140 140.00 | 135 963.00 | * | * |
| 35. Elaboración de productos metálicos | 114 | 163 752.99 | 167 167.00 | 116 789.00 | 0.98 | 1.14 |
| 36. Maquinaria no eléctrica | 20 | 36 588.00 | 63 566.00 | 45 695.00 | 0.57 | 0.80 |
| 37. Maquinaria eléctrica | 19 | 149 268.00 | 281 919.00 | 276 605.00 | 0.53 | 0.54 |
| 38. Equipo para transporte | 76 | 12 545.30 | 167 619.00 | 121 789.00 | 0.08 | 0.10 |
| 39. Industrias varias | 71 | 59 627.92 | 191 888.00 | 156 141.00 | 0.31 | 0.38 |
| 40. Construcción civil | 1 | 4 004.00 | n.d. | n.d. | — | — |
| 511. Electricidad | 4 | 32 060.00 | n.d. | n.d. | — | — |
| 841. Industria cinematográfica | 2 | 4 310.00 | n.d. | n.d. | — | — |
| Total | 1 133 | 1 335 122.77 | 5 094 988.00 | 4 479 195.00 | 0.26 | 0.30 |

FUENTE: Banco Industrial del Perú, *Situación de la industria manufacturera en 1968*, y Ministerio de Industria y Comercio, *Estadística industrial, 1970*.

NOTAS: n.d. No disponible.

* Cifra no significativa.

Estas cifras sugieren que el Banco Industrial ejercía una influencia significativa sobre la disponibilidad de recursos financieros en muchas ramas de la industria manufacturera peruana, lo cual hubiera permitido orientar el comportamiento tecnológico empresarial. Por lo tanto, el crédito industrial otorgado por el banco podría haberse convertido en un instrumento efectivo para poner en práctica políticas de orden tecnológico.

Más aún, el Banco Industrial del Perú y las agencias financieras en general pueden elegir cada año algunas ramas industriales en las cuales concentrar sus operaciones. Por ejemplo, en 1963 industrias tradicionales como la textil y la de alimentos recibieron el 67.5 % de los préstamos del banco, mientras que en 1968 sólo recibieron el 34.9 %. La rama de maquinaria eléctrica participó con el 0.9 % en 1963, el 4.7 % en 1967 y llegó a 11.2 % en 1968. En esta forma, además de representar una cantidad importante en relación con la inversión total, los préstamos del banco pueden ser orientados hacia ramas específicas con gran flexibilidad. Para completar el cuadro podría añadirse que en una rama en que la relación entre préstamos del Banco Industrial e inversión total era insignificante —la industria metálica básica— otra agencia estatal de fomento, el Banco Minero, intervenía activamente proporcionando financiamiento a las empresas.

En respuesta a la primera pregunta podemos decir que el crédito otorgado por el Banco Industrial del Perú tenía en 1968 una influencia considerable sobre el financiamiento de la industria manufacturera, y que podía haberse utilizado como un instrumento indirecto muy efectivo para poner en práctica políticas tecnológicas.

La segunda pregunta se refiere a la posibilidad de intervenir en las operaciones de la agencia financiera, a fin de introducir criterios de orden tecnológico y convertir al crédito de fomento en un instrumento indirecto de política tecnológica. En el caso de una agencia como el Banco Industrial del Perú esto implica determinar si los controles y los procedimientos por introducir para este efecto entran en conflicto con las operaciones normales del banco o representan una carga excesiva.

En el periodo bajo estudio el otorgamiento de crédito suponía un proceso largo y complicado que se dividía en siete etapas: contactos preliminares, aceptación de la solicitud de préstamo, etapa de precalificación, etapa de calificación, aprobación del préstamo, firma del contrato y entrega de los fondos. Se requerían entre seis y nueve meses para todo el proceso.

Durante las dos primeras etapas se establecían conversaciones preliminares entre funcionarios del banco y de la empresa para determinar si la solicitud de financiamiento era procedente. La solicitud se presentaba en formatos especiales acompañando 35 documentos de apoyo. El cuadro 3 presenta una lista resumida de los documentos exigidos por el banco.

Cuadro 3. Documentos necesarios para una solicitud de préstamo al Banco Industrial del Perú, 1968 *

General

1. Formulario de solicitud de préstamo
2. Memoria descriptiva de la empresa
3. Lista de accionistas, su nacionalidad, cantidad y valor de sus acciones
4. Garantías ofrecidas para el préstamo
5. Informes bancarios sobre la empresa

Técnicos

1. Lista de maquinarias, facturas y edad de cada una
2. Cotizaciones para la compra de maquinaria
3. Descripción de las instalaciones, con planos
4. Presupuesto de construcción
5. Análisis de ventas y de costos, incluyendo costos de materias primas
6. Cifras de ventas mensuales para los últimos tres años, discriminadas por líneas de productos

Contables

1. Balances generales de los dos últimos años, estado de pérdidas y ganancias de acuerdo con lo especificado por el Ministerio de Hacienda
2. Último balance auditado con información sobre activos corrientes, pasivos y el valor estimado de los activos fijos

Información adicional

1. Descripción de los procesos de manufactura (obtenida por el oficial de préstamos al visitar la planta)
2. Capacidad instalada y volumen de producción para cada línea durante el último año
3. Turnos de trabajo en cada línea de producción
4. Número de empleados y trabajadores, dividido por categorías

* Esta lista es sólo ilustrativa y no abarca todos los documentos exigidos por el banco.

En la etapa de precalificación se evaluaba cada solicitud de acuerdo con sus propios méritos. Se visitaba la planta y un funcionario especializado realizaba una evaluación tecnoeconómica cuyos resultados se consignaban en un informe que indicaba si el préstamo satisfacía los criterios establecidos por el banco. El informe abarcaba el plan de inversiones, la justificación del

préstamo, indicaba las características del mercado y proporcionaba información sobre materias primas, personal, equipos y la planta física de la empresa, así como sobre la utilización de la capacidad instalada. Además, el informe contenía datos sobre comercialización, activos fijos, niveles de inventarios y sobre las garantías que ofrecía el prestatario. Con base en esta información, en la etapa de precalificación se determinaba si la solicitud de préstamo merecía ser considerada seriamente y si debía pasar a la siguiente etapa. Los criterios que se usaban para tomar la decisión eran principalmente de orden bancario (¿es rentable la operación de préstamo?, ¿representa un riesgo?); promocional (¿corresponde de la solicitud a las prioridades establecidas?, ¿deberían concederse incentivos crediticios?), y de orden general (¿cómo afectaría el préstamo la situación de la industria?, ¿se refiere el préstamo a productos de interés social?).

En la etapa de calificación se comparaban las diferentes solicitudes que pasaban la etapa de precalificación, escogiendo entre ellas de acuerdo con un orden de prioridades y ajustando el volumen total de préstamos a la disponibilidad de recursos. Una vez definida en principio la cartera de solicitudes de préstamos aprobadas, ésta se enviaba al directorio para su aprobación final. Superada esta etapa, se firmaba el contrato de préstamo y se procedía a hacer efectivos los desembolsos. Aunque existían variantes según si el préstamo era para una nueva industria, para ampliación de una planta existente, para capital de trabajo o para pago de obligaciones, el procedimiento general era el mismo.

Examinando los procedimientos utilizados por el banco se aprecia que hubiera sido posible introducir criterios de orden tecnológico en la evaluación de solicitudes de préstamos, particularmente durante la etapa de precalificación. En esta etapa se hubiera podido recabar información técnica adicional y establecer un conjunto de criterios para evaluar el nivel tecnológico de la empresa, examinar el efecto que tendría el préstamo y proponer a la empresa medidas destinadas a elevar su capacidad tecnológica como una de las condiciones para otorgar el préstamo. Con base en esta información, en la etapa de calificación se hubieran podido introducir de manera explícita criterios tecnológicos al seleccionar las solicitudes de préstamo a ser atendidas con los recursos administrados por el banco.

En respuesta a la segunda pregunta puede decirse que era factible introducir criterios de orden tecnológico como parte integral de los procedimientos en la evaluación de solicitudes de préstamos. Estos criterios no hubieran añadido una carga excesiva a los funcionarios del banco y con seguridad no hubieran alargado el lento proceso de evaluación.

La tercera pregunta sobre el uso del crédito industrial de fomento como instrumento indirecto de política tecnológica se refiere a la forma en que éste podría influir en el comportamiento

tecnológico empresarial y debe ser respondida de manera más general, trascendiendo el marco de las operaciones del Banco Industrial del Perú en el periodo examinado. Como primera aproximación, la agencia financiera podría utilizar el poder de "palanqueo" para fomentar una mayor demanda de tecnología local; ayudar en la regulación de la corriente de tecnología importada; promover el desarrollo de una mayor capacidad de absorción de tecnología por las empresas, y asegurar que la tecnología que se adquiere con financiamiento del banco tenga las características apropiadas en función de los objetivos del desarrollo tecnológico.¹⁰

El *fomento de la demanda de tecnología de origen local* podría tomar la forma de requerir a la empresa que solicita el préstamo que contrate los servicios técnicos asociados con la inversión (estudios de factibilidad, diseño de plantas, ensayos de materiales, etcétera) con entidades locales, tales como empresas de ingeniería, centros de investigación, laboratorios técnicos especializados, etcétera, de manera que se genere una mayor demanda de las actividades tecnológicas que éstas realizan. En forma similar se podría especificar que cierta proporción de la maquinaria y el equipo —sobre todo cuando incorporan tecnologías de fácil dominio— sea de origen local. El mismo tipo de exigencia podría hacerse con referencia al origen de las materias primas.

La agencia financiera podría ayudar en la *regulación de la corriente de tecnología importada* dando pautas para la adquisición de la tecnología extranjera implícita en los proyectos de inversión que financie. Por ejemplo, siguiendo los lineamientos contenidos en la Decisión 24 de la Comisión del Acuerdo de Cartagena, la agencia financiera podría establecer que no financiará proyectos de inversión asociados con contratos de tecnología que contengan cláusulas restrictivas o cláusulas de amarre que limitan la acción de la empresa. Podría, además, señalar condiciones referentes a los pagos por regalías y a otros aspectos de la negación para la adquisición de tecnología por parte de la empresa a la cual se concede el préstamo. Para reducir sobreprecios y gastos excesivos en la importación de maquinaria y equipo, la agencia podría exigir un mínimo de tres cotizaciones de distintos proveedores y, en general, podría promover activamente la "apertura del paquete tecnológico" hasta donde fuera posible, buscando integrar al máximo a los proveedores locales de maquinaria y equipo.

Con referencia al *desarrollo de la capacidad de absorción de tecnología* por parte de las empresas prestatarias, la agencia financiera podría exigir un mínimo de capacidad para realizar actividades tecnológicas (mantenimiento y reparación de equipos,

¹⁰ Para un análisis más detallado sobre objetivos de la política tecnológica industrial véase el capítulo 4 de *Tecnología, planificación y desarrollo autónomo*, *op. cit.*

realización de ensayos, control de calidad, investigación tecnológica, etcétera) como condición para otorgar créditos. Podría condicionar el otorgamiento de préstamos a la instalación de laboratorios y a la contratación de personal técnico local, de manera de asegurar un aprendizaje que ayudara a fijar los conocimientos técnicos importados implícitos en el proceso productivo. En una etapa más avanzada podría darse prioridad a las solicitudes de préstamo en función de los niveles de eficiencia y productividad que reflejen una mayor capacidad tecnológica.

Por último, la agencia financiera podría intervenir para *promover la utilización de tecnologías apropiadas en la industria*. Una forma de lograr esto sería exigir, como parte integral de la solicitud de préstamo, la evaluación de alternativas tecnológicas por parte de la empresa y la justificación de la alternativa elegida. Además, podrían establecerse criterios tecnológicos específicos para el otorgamiento de préstamos, tal como lo hiciera el Banco Nacional de Desarrollo del Brasil cuando estableció que a partir de 1970 sólo financiaría proyectos de inversión en cemento que utilizaran el proceso de vía seca.¹¹ Otros criterios para examinar la adecuación de la tecnología a las condiciones locales podrían referirse a la compatibilidad del proceso o equipo con la planta existente, al grado de absorción de mano de obra, al componente de divisas de la inversión y posterior operación de la planta, y a la posibilidad de exportar productos con la tecnología elegida.

Esta gama de posibilidades de acción indica lo que una agencia financiera podría realizar, utilizando el poder que le otorga el control del crédito de fomento, para orientar el comportamiento tecnológico de las empresas industriales. Es poco probable que en un momento determinado se pueda actuar conforme a todos ellos, pero la enumeración permite apreciar la influencia significativa que podría tener el uso consciente y discriminado del crédito industrial como instrumento indirecto de política tecnológica.

En el caso del Banco Industrial del Perú ninguna de estas posibilidades fue desarrollada en la práctica. Sin embargo, es necesario indicar que en el periodo que examinamos —1965 a 1970— la problemática tecnológica estaba siendo explorada en forma inicial y no se tenía una conciencia clara de la importancia del factor tecnológico en el desarrollo económico del país.¹²

¹¹ Véase grupo de pesquisas de FINEP, *Difusão de inovações na industria brasileira: Tres estudos de caso*, IPEA, Rio de Janeiro, 1976.

¹² Posteriormente fui informado por funcionarios del Banco Industrial que desde 1970 existía una línea de crédito para "desarrollo tecnológico". Sin embargo hasta principios de 1974 no se había otorgado un solo préstamo de dicha línea de crédito.

III. LOS PRÉSTAMOS DEL BANCO INDUSTRIAL DEL PERÚ AL SECTOR FARMACÉUTICO ENTRE 1965 Y 1970 Y SU POSIBLE EFECTO TECNOLÓGICO

Para examinar con mayor detalle la posibilidad de poner en práctica las sugerencias hechas en la sección anterior sobre el uso del crédito de fomento como recurso indirecto de política tecnológica, se revisó la información sobre las operaciones crediticias del Banco y las características de las empresas que recibieron los préstamos. Se eligió la industria farmacéutica debido a la mayor información relativa de que se disponía y a los trabajos preliminares que había realizado el Consejo Nacional de Investigación entre 1969 y 1970.

El análisis obligó a la utilización de diversas fuentes de información y a cotejar constantemente su compatibilidad. Una primera fuente fue la estadística industrial preparada por el Ministerio de Industria y Comercio; la segunda fue la encuesta sobre nivel tecnológico empresarial realizada por personal del Consejo Nacional de Investigación en 1966-1970; la tercera fueron los boletines de operación del Banco Industrial del Perú, y la cuarta fueron los documentos de préstamos del banco, a los cuales se tuvo acceso a través del Consejo Nacional de Investigación.

Se tomó como base la muestra de la encuesta realizada por el Consejo consistente en 28 empresas del sector farmacéutico, que en 1969 representaron el 89.8 % del valor bruto de producción.¹³ Con base en esta muestra se procedió a recabar información sobre los préstamos concedidos a estas 28 empresas entre 1965 y 1970, así como la información complementaria sobre las características de las empresas. El apéndice indica los datos obtenidos en esta forma.

La industria farmacéutica peruana se desarrolló al amparo de la Ley de Promoción Industrial, y en 1962-1964 se instalaron en Lima muchos laboratorios, particularmente extranjeros, que se dedicaban sobre todo a mezclar y embalar los componentes activos que se importaban. Hacia 1965 la mayoría de las inversiones en activos fijos había sido ya realizada, las plantas contaban con un exceso de capacidad instalada, y entre 1965 y 1970 sólo se registraron ampliaciones relativamente menores en las plantas.

De las 28 empresas incluidas en la muestra del Consejo Nacional de Investigación, 9 recibieron un total de 16 préstamos entre 1965 y 1970 (véase el apéndice).¹⁴ El cuadro 4 indica los benefi-

¹³ Véase Consejo Nacional de Investigación, *Estudios de transferencia de tecnología: sector farmacéutico*, Lima, 1974.

¹⁴ Para dar una idea de la cobertura, en 1968 el Banco Industrial otorgó 22 préstamos por un total de 48.5 millones de dólares en la rama de productos químicos diversos, la cual incluye productos farmacéuticos. La muestra elegida abarca 5 préstamos por un total de 25.8 millones. Estos préstamos fueron los más importantes y se otorgaron a las empresas más

Cuadro 4. Préstamos otorgados por el Banco Industrial a nueve empresas farmacéuticas, entre 1965 y 1970

(Tomadas a una muestra de 28 empresas *)

| | 1965 | | 1966 | | 1967 | | 1968 | | 1969 | | 1970 | |
|-----------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|---|-------|-------|
| | Monto | % | Monto | % | Monto | % | Monto | % | Monto | % | Monto | % |
| Empresas extranjeras | | | | | | | | | | | | |
| Soles peruanos (miles) | 1 400 | 66.4 | 2 323 | 67.9 | 6 500 | 63.7 | 7 800 | 30.2 | — | — | — | — |
| Dólares norteamericanos | — | — | 42 000 | 100.0 | — | — | 6 000 | 100.0 | — | — | — | — |
| Empresas peruanas | | | | | | | | | | | | |
| Soles peruanos (miles) | 710 | 33.6 | 1 000 | 32.1 | 3 700 | 36.3 | 18 000 | 69.8 | — | — | 5 200 | 100.0 |
| Dólares norteamericanos | 29 160 | 100.0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Total | | | | | | | | | | | | |
| Soles peruanos (miles) | 2 110 | 100.0 | 3 323 | 100.0 | 10 200 | 100.0 | 25 800 | 100.0 | — | — | 5 200 | 100.0 |
| Dólares norteamericanos | 29 160 | 100.0 | 42 000 | 100.0 | — | — | 6 000 | 100.0 | — | — | — | — |

FUENTE: Archivos del Banco Industrial del Perú, elaboración del autor.

* Sobre la muestra de empresas véase el apéndice.

ciarios de tales préstamos, separando los préstamos en soles peruanos y dólares americanos, y dividiéndolos en empresas extranjeras y nacionales.¹⁵ Las cifras muestran que las empresas extranjeras recibieron las dos terceras partes de los montos prestados entre 1965 y 1967, y que en 1968 esta cifra bajó a un tercio. En 1969 no se otorgaron préstamos a las empresas farmacéuticas de la muestra y en 1970 se concedió un solo préstamo a una empresa nacional.

Esto indica que los préstamos fueron canalizados en los primeros años del periodo examinado preferentemente hacia empresas extranjeras. Incidentalmente, este es uno de los aspectos que buscó regular el "Régimen común sobre el tratamiento al capital extranjero" del Pacto Andino (Decisión 24), particularmente a través del artículo 17, que restringía el acceso de las empresas extranjeras al crédito local. El hecho de que no se hayan otorgado préstamos en el año 1969 confirma la indicación anterior de que el Banco Industrial puede desplazar el campo de concentración de préstamos de una rama industrial a otra con gran flexibilidad.

El cuadro 5 indica el destino que se dio a estos préstamos, clasificando el uso de los fondos en inversiones en activos fijos, gastos de operación y pago de obligaciones. El cuadro 6 indica la distribución porcentual de estas cifras. Puede observarse que todos los préstamos en moneda dura fueron destinados a la compra de maquinaria y equipo en el exterior. De los tres préstamos concedidos en dólares americanos, dos de ellos, 42 mil en 1966 y 6 mil dólares en 1968, fueron otorgados a empresas extranjeras, mientras que el tercero por 29 160 dólares fue concedido a una empresa peruana en 1965. Estos préstamos en moneda dura se efectuaron utilizando las líneas de crédito concedidas al Banco Industrial por la banca comercial extranjera y por periodos que varían entre 4 y 5 años.

Con excepción del año 1966, la mayoría de los préstamos en moneda local fue destinada al rubro "gastos de operación", en el cual predomina la compra de materias primas y de materiales de empaque. La inversión en activos fijos por lo general se encuentra por debajo de la inversión en gastos de operación y del pago de obligaciones financieras. Esto refleja el hecho de que la mayoría de la inversión en activos en la industria farmacéutica se realizó antes de 1965 y el de que se contaba con un exceso considerable de capacidad instalada (véanse las cifras de utilización de capacidad instalada para cada empresa en el apéndice).

Si los gastos de operación ocupan una posición preponderante en el uso de los préstamos del Banco Industrial y la provisión de

representativas de la actividad farmacéutica en la rama de productos químicos diversos.

¹⁵ De las 9 empresas estudiadas, aquellas consideradas "extranjeras" tenían al menos el 80 % de su capital en manos extranjeras.

Cuadro 5. Distribución de préstamos del Banco Industrial del Perú a nueve empresas de la industria farmacéutica de acuerdo con su uso

| | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 |
|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|------|------------------|
| <i>Gastos relacionados con inversiones en activos fijos</i> | | | | | | |
| — Compra de equipo | Dls. 29 160 (H) | Dls. 42 000 (E) | — | Dls. 6 000 (I) | — | — |
| — Gastos de aduana e instalación | S/. 100 (E) | S/. 223 (E) | — | S/. 2 588 (A.I.) | — | — |
| — Gastos de construcción | — | S/. 1 150 (E) | S/. 1 251 (F.G.) | S/. 3 853 (A.C.) | — | — |
| <i>Gastos de operación</i> | | | | | | |
| — Compra de materias primas y material de empaque; y capital de trabajo | S/. 1 300 (B.H.) | S/. 1 000 (D) | S/. 4 774 (B.F.G.H.) | S/. 13 580 (A.B.C.D.I.) | — | S/. 3 024 (C) |
| <i>Pago de obligaciones</i> | S/. 710 (B.H.) | S/. 950 (E) | S/. 4 175 (B.F.G.) | S/. 5 779 (B.D.I.) | — | S/. 2 176 (C) |
| Totales | Dls. 29 160 S/. 2 100 | Dls. 42 000 S/. 3 323 | — S/. 10 200 | Dls. 6 000 S/. 25 800 | — | — S/. 5 200 |

FUENTE: Datos del Banco Industrial. Elaboración del autor.

NOTAS: 1. Las cifras en moneda local (S/.) en miles de soles corrientes.

2. Las letras entre paréntesis indican las empresas a que se refieren los préstamos.

Cuadro 6. Distribución porcentual del destino de los préstamos de acuerdo con su uso (moneda local)

| | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 |
|--|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Gastos relacionados con inversiones en activos fijos | 4.7 | 39.1 | 12.2 | 25.0 | — | — |
| Gastos de operación | 61.6 | 82.1 | 46.8 | 52.6 | — | 58.2 |
| Pago de obligaciones | 33.7 | 28.8 | 41.0 | 22.4 | — | 41.8 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | — | 100.0 |

FUENTE: Cuadro 5.

materias primas tiene el mayor peso en este rubro, es interesante examinar las cifras sobre consumo de materias primas. El cuadro 7 señala para el año 1969 el valor total de producción y el valor de las materias primas importadas y locales para las empresas estudiadas. De ello se desprende que, en promedio, las nueve empresas de la muestra del Consejo Nacional de Investigación que recibieron préstamos del Banco Industrial entre 1965 y 1970 utilizaron materias primas importadas en una proporción catorce veces mayor que materias primas de origen local.

Con referencia a las materias primas importadas, el informe del Consejo Nacional de Investigación sobre transferencia de tecnología en la industria farmacéutica¹⁶ señala que de las 28 empresas consideradas en la muestra se disponía de información en sobrefacturación de insumos para 24 de ellas, y que de éstas sólo 2 no presentaban casos de sobrefacturación. Fue imposible relacionar empresa por empresa los datos respecto a préstamos y sobrefacturación, pero no estaría fuera de lugar suponer que la mayoría de las 9 empresas estudiadas en detalle se encuentra entre aquellas que en 1969 pagaban sobrepuestos por la importación de insumos.

Uniendo la información presentada podríamos concluir que el Banco Industrial del Perú destinó las dos terceras partes de los recursos asignados al sector farmacéutico entre 1965 y 1967 a financiar empresas extranjeras. Considerando el total de los préstamos concedidos a una muestra significativa de empresas en esta rama entre 1965 y 1970, aproximadamente el 60 % del monto total en moneda dura y el 40 % del monto total en moneda local fueron otorgados a empresas extranjeras. Un alto porcentaje de los fondos recibidos por las empresas —que varía entre el 32.1 y el 61.6 %— fue destinado a gastos de operación, en los cuales predominaba la importación de materias primas. Las empresas que recibieron préstamos utilizaban en promedio materias primas importadas en una proporción catorce veces

¹⁶ Consejo Nacional de Investigación, *op. cit.*

Cuadro 7. Distribución de gastos en materias primas de las empresas farmacéuticas que recibieron préstamos del Banco Industrial del Perú

(Cifras para 1969)

| <i>Empresa</i> | <i>A</i> <i>(nacio- nal)</i> | <i>B</i> <i>(extran- jera)</i> | <i>C</i> <i>(nacio- nal)</i> | <i>D</i> <i>(nacio- nal)</i> | <i>E</i> <i>(extran- jera)</i> | <i>F</i> <i>(nacio- nal)</i> | <i>G</i> <i>(extran- jera)</i> | <i>H</i> <i>(nacio- nal)</i> | <i>I</i> <i>(extran- jera)</i> | <i>Total</i> |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| Valor de producción | 109 888 | 126 705 | 100 434 | 101 678 | n.d. | 75 345 | 24 672 | 33 422 | 21 634 | 529 718 |
| Materias primas locales (A) | 1 147 | 509 | 856 | 4 665 | n.d. | 461 | 409 | 766 | 1 683 | 10 445 |
| Materias primas importadas (B) | 13 318 | 36 723 | 14 295 | 32 190 | n.d. | 24 681 | 3 442 | 5 170 | 983 | 130 802 |
| Cociente (A)/(B) | 0.08 | 0.01 | 0.06 | 0.15 | n.d. | 0.02 | 0.12 | 0.15 | 1.66 | 0.08 |

FUENTE: Información recabada para la *Estadística Industrial, 1970*, Ministerio de Industria y Comercio.

NOTA: Cifras en miles de soles. n.d. indica no disponible.

mayor que materias primas locales, y es muy probable que tales materias primas se hayan importado con sobrepuestos.

Examinando con mayor detalle las características de las empresas prestatarias (véase el apéndice), se observa que sólo una de ellas (la empresa C) exportaba sus productos, y en una proporción insignificante (1.2 % de las ventas totales). La mayoría de las empresas mostraba una utilización de la capacidad instalada muy baja, entre 40 y 60 % en un solo turno; contaba con escaso personal técnico; había adquirido la mayor parte del equipo en el extranjero; contaba con ayuda y asistencia del exterior en forma continua, y realizaba actividades científicas y tecnológicas en forma limitada, gastando una cantidad muy pequeña en ellas.

Por lo tanto es fácil deducir que el "poder de palanqueo" no fue utilizado por el Banco Industrial para orientar los préstamos hacia un mayor desarrollo integrado de la industria farmacéutica, y menos aún para promover el desarrollo de una capacidad tecnológica propia en esta rama.

Recientemente se han realizado estudios que indican las dificultades que supone desarrollar una capacidad tecnológica en la industria farmacéutica en los países subdesarrollados, particularmente cuando se trata de pasar de la simple mezcla de reactivos a la fabricación de componentes activos.¹⁷ Sin embargo, no es muy difícil, tomando en cuenta las líneas de acción sugeridas en la sección anterior, proponer formas en las que se hubieran podido utilizar los 16 préstamos otorgados a las 9 empresas farmacéuticas entre 1965 y 1970 para inducir las a desarrollar una mayor capacidad tecnológica. A modo de ejemplo se plantean algunas posibilidades de acción basadas en la información recabada:

- a) Los recursos proporcionados por el banco se utilizaron principalmente para gastos de operación, en particular para la importación de materias primas.

Propuesta. El banco podría haber condicionado sus préstamos a la eliminación de la sobrefacturación en las importaciones y a obtener un balance más adecuado entre el uso de materias primas importadas y locales.

- b) Las empresas no exportaban sus productos (con la excepción de una empresa que lo hacía en forma insignificante).

¹⁷ Véanse, entre otros, los trabajos de Jorge Katz, *Oligopolio, empresas nacionales y empresas multinacionales: la industria farmacéutica argentina*, Buenos Aires, Siglo XXI, 1974; S. Lall, *Principales problemas que plantea la transferencia de tecnología a los países en desarrollo: estudio monográfico de la industria farmacéutica*, Ginebra, UNCTAD, TD/B/C. 6/4, octubre de 1975, y el informe preparado por Sergio Barrio sobre la industria farmacéutica italiana para la Junta del Acuerdo de Cartagena, en 1972.

Propuesta. El banco podría haber condicionado sus préstamos a la eliminación de cláusulas restrictivas a las exportaciones y a la exportación de un cierto porcentaje de la producción.

- c) Los recursos asignados a las actividades científicas y tecnológicas por las empresas eran muy limitados.

Propuesta. El banco podría haber inducido a las empresas a destinar recursos adicionales para actividades científicas y tecnológicas, exigiendo un nivel mínimo de gastos (por ejemplo, un porcentaje determinado del valor de producción) antes de otorgar un préstamo.

- d) El equipo para esta rama industrial fue adquirido casi en su totalidad en el exterior.

Propuesta. Para posibles ampliaciones en las plantas y para nuevas inversiones, el banco podría haber exigido un estudio detallado de la posibilidad de suministrar localmente cuando menos parte del equipo.

Estas son sólo algunas de las formas posibles en que los préstamos otorgados a la industria farmacéutica por el Banco Industrial del Perú se hubieran podido convertir en un instrumento indirecto de política tecnológica. Si bien las sugerencias de la sección anterior dan la pauta general en esta dirección, es claro que se necesitan más estudios en profundidad, particularmente en otras ramas industriales con características diferentes, para poder diseñar la forma de utilizar el crédito industrial de fomento como un instrumento indirecto de política tecnológica.

IV. COMENTARIOS FINALES

En este trabajo se ha examinado el papel del financiamiento como un posible instrumento indirecto de política tecnológica. Luego de una evaluación preliminar se llegó a la conclusión de que son las agencias financieras estatales que otorgan créditos de fomento las que están en condiciones de ejercer una presión para inducir el desarrollo de una mayor capacidad tecnológica.

Esto llevó al estudio de las posibilidades de utilizar a la banca de fomento como mecanismo para promover el desarrollo tecnológico industrial, empleando como ejemplo al Banco Industrial del Perú. Se concluyó que es factible utilizar el *leverage* o "poder de palanqueo" de estas agencias para influir sobre el comportamiento tecnológico empresarial en direcciones que coinciden con los postulados de la política tecnológica.

Para profundizar en el análisis se examinaron los préstamos concedidos por el Banco Industrial del Perú a una muestra de

empresas de la industria farmacéutica. Esto permitió ver la forma concreta en que podría influirse sobre el comportamiento tecnológico empresarial.

El uso del financiamiento como instrumento indirecto de política tecnológica supone la existencia de una política tecnológica industrial elaborada en forma consciente. Si bien esto no es el caso general, en la mayoría de los países de la América Latina es posible encontrar agencias e instituciones que han iniciado esta tarea. Por lo tanto se trataría de vincular a las agencias financieras estatales con aquellas organizaciones que elaboran y ponen en práctica una política tecnológica para la industria.

Volviendo al caso peruano, la Corporación Financiera de Desarrollo (COFIDE) ha venido desempeñando desde principios del decenio de 1970 un papel cada vez más importante en el financiamiento industrial y ha desplazado en cierta forma al Banco Industrial, el cual se ha concentrado en operaciones dirigidas a la pequeña y mediana industria. Las observaciones sobre el papel que hubiera podido desempeñar el Banco Industrial hacia fines del decenio de 1960, como promotor del desarrollo tecnológico, podrían ser extendidas a la COFIDE en la actualidad.

APÉNDICE. Datos para las nueve empresas farmacéuticas que recibieron préstamos del Banco Industrial del Perú entre 1965 y 1970

Datos para la empresa A

| <i>Características generales</i> | | <i>Préstamos recibidos del BIP (1965-1970)</i> | | <i>Actividades científicas y tecnológicas</i> |
|--|-------------|--|-----------|---|
| Propiedad | Peruana | 1. Año: 1968 | | Actividades desarro- lladas: |
| Valor de producción (1969) | S/. 109 888 | Monto: | S/. 6 000 | — Control de calidad de materias primas y productos |
| Materias primas usa- das (1969) | | Periodo: 5 años | | |
| Locales | S/. 1 147 | Para: Gastos de adua- na | S/. 2 538 | — Pruebas piloto para procedimientos nue- vos |
| Importadas | S/. 13 318 | Costos de instalación Construcción | S/. 2 500 | |
| | | Capital de trabajo | S/. 962 | |
| Inversiones totales (1969) | S/. 689 | | | Suma gastada en 1970: |
| Porcentaje de capaci- dad utilizada (un turno) | 50 % | | | Personal: S/. 800 |
| | | | | Materiales y equipo S/. 400 |

| | |
|---|--------|
| Personal empleado (1969) | |
| Total | 417 |
| Profesional y técnico | 14 |
| Porcentaje de equipo adquirido en el ex- tranjero | 98 % |
| Regalías y utilidades/ capital extranjero (%) | 26.4 % |
| Ventas de exporta- ción/ ventas totales (%) | 0.0 |

Participación de personal:

Tres profesionales de
tiempo parcial
Un profesional de
tiempo completo

Patentes:

Utiliza varias patentes
extranjeras

NOTA: Las cifras que no se especifican en otra forma son en miles de soles peruanos.

Para el análisis de la sección 3 se tomó como base la muestra de 28 empresas que encuestó el Consejo Nacional de Investigación en 1969-1970. De estas 28 empresas, nueve recibieron préstamos del Banco Industrial del Perú, y los cuadros siguientes contienen la información reunida para cada una de ellas. La primera columna presenta datos generales de las empresas, obtenidos de la encuesta del Consejo Nacional de Investigación y complementados con datos del Ministerio de Industria y Comercio. La segunda contiene datos sobre los préstamos otorgados y fue obtenida del Banco Industrial a través del Consejo Nacional de Investigación. La tercera proporciona información sobre actividades científicas y tecnológicas y fue obtenida de la encuesta del Consejo Nacional de Investigación.

Datos para la empresa B

| <i>Características generales</i> | <i>Préstamos recibidos del BIP (1965-1970)</i> | | <i>Actividades científicas y tecnológicas</i> |
|--|--|---------------------------------|--|
| Propiedad | Extranjera | 1. Año: 1965 | Actividades desarrolladas: — Control de calidad de materias primas y productos — Proporciona asistencia técnica a otras empresas y/o clientes — Pruebas piloto de procesos nuevos — Pruebas de laboratorio para nuevos productos Pruebas clínicas para nuevos productos |
| Valor de la producción (1969) | S/. 26 705 | Monto: S/. 1 400 | |
| Materias primas usadas (1969) | | Periodo: 3 años | |
| Locales | S/. 509 | Para: Compra de materias primas | |
| Importadas | S/. 36 723 | Pago de deudas | |
| | | Capital de trabajo | |
| Inversiones totales (1969) | S/. 752 | 2. Año: 1967 | |
| | | Monto: S/. 1 000 | |
| Porcentaje de capacidad utilizada (un turno) | 100 % | Periodo: 7 meses | |
| | | Para: Pago de deudas | |
| | | 3. Año: 1967 | |
| | | Monto: S/. 3 500 | |
| | | Periodo: 3 años | |
| | | Para: Compra de materias primas | |
| | | S/. 1 474 | |

| | | | | | |
|--|-------|------------------------------------|-----------|--|-----------|
| Personal empleado (1969) | | Pago de deudas | S/. 900 | Suma gastada en 1970: | |
| Total | 254 | Pago de deudas anteriores | S/. 1 126 | Personal | S/. 3.5 |
| Profesionales y técnicos | 19 | 4. Año: 1968 | | Materiales y equipo | S/. 100 |
| Porcentaje de equipo adquirido en el extranjero | 80 % | Monto: | S/. 6 000 | Participación de personal: | |
| Regalías y utilidades/ capital extranjero | | Periodo: 3 años | | Dos profesionales dedican 5 % de su tiempo a investigación | |
| Ventas de exportación/ ventas totales (%) | 0.0 % | Para: pago de préstamos pendientes | S/. 3 254 | Patentes: | |
| | | Pago de deudas por materias primas | S/. 2 746 | Utiliza patentes extranjeras. Pagó aproximadamente en 1970 | S/. 3 320 |
| | | | | Asistencia técnica: | |
| | | | | Emplea frecuentemente asistencia técnica extranjera | |

NOTA: Las cifras que no se especifican en otra forma son en miles de soles peruanos.

Datos para la empresa C

| <i>Características generales</i> | <i>Préstamos recibidos del BIP (1965-1970)</i> | | <i>Actividades científicas y tecnológicas</i> |
|--|--|---|---|
| Propiedad | Peruana | 1. Año: 1968 | Actividades desarro- lladas: |
| Valor de la produc- ción | S/. 100 434 | Monto: S/. 6 000 | — Control de calidad de materias primas y productos |
| Materias primas usa- das (1969) | | Periodo: 3 años | — Pruebas de labora- torio |
| Locales | S/. 856 | Para: | — Pruebas de nuevas formas de empaque de productos |
| Importadas | S/. 14 295 | Pago de deudas oca- sionadas por gastos de construcción | |
| Inversiones totales (1969) | S./ 3 324 | Pago de deudas oca- sionadas por mate- rias primas | |
| Porcentaje de capaci- dad utilizada (un turno) | 70 % | Pago de materias primas | Suma gastada en 1970: |
| | | 2. Año: 1970 | Personal |
| | | Monto: S/. 5 200 | S/. 70 |

| | | | | | |
|---|-------|-------------------------------|-----------|--|--------|
| Personal empleado (1969) | | Periodo: 2 años | | Materiales para equipo | S/. 50 |
| Total | 300 | Para: | | Participación de perso- nal: | |
| Profesionales y téc- nicos | 9 | Pago de préstamo pendiente | S/. 2 176 | Cinco profesionales dedican 10-15 % de su tiempo a la in- vestigación | |
| Porcentaje de equipo adquirido en el ex- tranjero (valor) | 100 % | Compra de materias primas | S/. 3 024 | Asistencia técnica: | |
| Regalías y utilidades/ capital extranjero % | — | | | Recibe asistencia téc- nica de empresas consultoras locales | |
| Ventas de exporta- ción/ ventas totales (%) | 1.2 % | | | | |

NOTA: Las cifras que no se especifican en otra forma son en miles de soles peruanos.

Datos para la empresa D

| <i>Características generales</i> | <i>Préstamos recibidos del BIP (1965-1970)</i> | | <i>Actividades científicas y tecnológicas</i> |
|--|--|--|--|
| Propiedad | Peruana | 1. Año: 1966 | Actividades desarrolladas: |
| Valor de la producción (1969) | S/. 101 678 | Monto: S/. 1 000 Periodo: 1 año | |
| Materias primas utilizadas | | Para: | — Control de calidad de materias primas y productos acabados |
| Locales | S/. 4 665 | Pagos de deudas por materias primas | |
| Importadas | S/. 32 190 | | S/. 1 000 |
| Inversiones totales (1969) | S/. 3 534 | 2. Año: 1968 | — Pruebas piloto de nuevos procesos y productos |
| | | Monto: S/. 6 000 Periodo: 2 años | |
| Porcentaje de capacidad utilizada (un turno) | 90 % | Para: | — Pruebas de laboratorio de nuevos productos |
| | | Compra de materias primas locales e importadas | |
| | | | S/. 4 500 |

| | | | | | |
|---|------|----------------|-----------|--|-----------|
| Personal empleado (1969) | | Pago de deudas | S/. 1 500 | Suma gastada en 1970: | |
| Total | 485 | | | Personal | S/. 400 |
| Profesional | 24 | | | Materiales y equipo | S/. 500 |
| Porcentaje de equipo adquirido en el ex- tranjero (valor) | 90 % | | | Participación de perso- nal: | |
| Regalías y utilidades/ capital extranjero (%) | — | | | Cuatro profesionales dedican entre 10 y 15 % de su tiempo, y uno trabaja tiempo completo en investi- gación | |
| Ventas de exporta- ción/ventas totales | 0 % | | | Patentes: | |
| | | | | Utiliza patentes ex- tranjeras, pagando aprox. en 1970 | S/. 1 486 |

NOTA: Las cifras que no se especifican en otra forma son en miles de soles peruanos.

Datos para la empresa E

| <i>Características generales</i> | <i>Préstamos recibidos del BIP (1965-1970)</i> | | <i>Actividades científicas y tecnológicas</i> |
|--|--|---------------------------------------|---|
| Propiedad | Extranjera | 1. Año: 1966 | Actividades desarrolladas: |
| Valor de producción (1969) | n.d. | Monto: Dls. 42 000 Periodo: 5 años | No disponible |
| Materias primas utilizadas (1969) | | Para: | Suma gastada en 1970: |
| Locales | n.d. | Compra de equipo | No disponible |
| Importadas | n.d. | 2. Año: 1966 | Participación de personal: |
| Porcentaje de capacidad utilizada (un turno) | 70 % | Monto: S/. 2 323 Periodo: 4 años | No disponible |

| | | | | | |
|---|--------|-----------------------------------|-----|-------|---------------|
| Personal empleado (1969) | | Para: | | | Patentes: |
| Total | n.d. | Gastos de aduana e instalación | S/. | 223 | No disponible |
| Profesional y tec. | n.d. | Pago de préstamos pendientes | S/. | 950 | |
| Porcentaje de equipo adquirido en el ex- terior (valor) | 90 % | Gastos de cons- trucción | S/. | 1 150 | |
| Regalías y utilidades/ capital / extranjero % | 27.9 % | | | | |
| Ventas de exporta- ción / ventas tota- les % | 0.0 % | | | | |

NOTA: Las cifras que no se especifican en otra forma son en miles de soles peruanos.

Datos para la empresa F

| <i>Características generales</i> | | <i>Préstamos recibidos del BIP (1965-1970)</i> | | <i>Actividades científicas y tecnológicas</i> |
|--|------------|--|-----------|---|
| Propiedad | Peruana | 1. Año: 1967 | | Actividades desarrolladas: |
| Valor de la producción (1969) | S/. 75 345 | Monto: | S/. 1 700 | No disponible |
| | | Periodo: 3 años | | Suma gastada en 1970: |
| Materias primas utilizadas (1969) | | Para: | | No disponible |
| Locales | S/. 461 | Pago de préstamos pendientes | S/. 249 | Participación de personal: |
| Importadas | S/. 24 681 | Compra de materiales de empaque | S/. 800 | No disponible |
| Inversiones totales (1969) | S/. 626 | Gastos de construcción | S/. 651 | Patentes: |
| Porcentaje de capacidad utilizada (un turno) | 70 % | | | No disponible |

| | |
|--|-----------------|
| Personal empleado (1969) | |
| Total | 55 |
| Profesional y técnico | 11 ¹ |
| Porcentaje de equipo adquirido en el ex- tranjero (valor) | 80 % |
| Regalías y utilidades/ capital extranjero % | — |
| Ventas de exporta- ción / ventas tota- les (%) | 0.0 % |

NOTA: Las cifras que no se especifican en otra forma son en miles de soles peruanos.

¹ Incluye el personal ejecutivo.

Datos para la empresa G

| <i>Características generales</i> | | <i>Préstamos recibidos del BIP (1965-1970)</i> | | <i>Actividades científicas y tecnológicas</i> |
|--|------------|--|-----------|---|
| Propiedad | Extranjera | 1. Año: 1967 | | Actividades desarrolladas: |
| | | Monto: | S/. 2 000 | No disponible |
| Valor de la producción (1969) | S/. 24 762 | Periodo: 3 años | | Suma gastada en 1970: |
| Materias primas utilizadas (1969) | | Para: | | No disponible |
| Locales | S/. 409 | Compra de materias primas | S/. 500 | Participación de personal: |
| Importadas | S/. 3 442 | Expansión de los edificios | S/. 600 | No disponible |
| Inversiones totales (1969) | S/. 857 | Pago de deudas | S/. 900 | Patentes: |
| Porcentaje de capacidad utilizada (un turno) | 60 % | | | No disponible |

| | |
|--|----------------|
| Personal empleado (1969) | |
| Total | 90 |
| Profesional y técnico | 6 ¹ |
| Porcentaje de equipo adquirido en el ex- terior (valor) | 100 % |
| Regalías y utilidades/ capital extranjero % | 2.7 % |
| Ventas de exporta- ción / ventas tota- les % | 0.0 % |

NOTA: Las cifras que no se especifican en otra forma son en miles de soles peruanos.

¹ Incluye el personal ejecutivo.

Datos para la empresa H

| <i>Características generales</i> | <i>Préstamos recibidos del BIP (1965-1970)</i> | | <i>Actividades científicas y tecnológicas</i> |
|--|--|--|---|
| Propiedad | Peruana | 1. Año: 1965 | Actividades desarrolladas: |
| Valor de la producción (1969) | S/. 33 422 | Monto: Dls. 29 160 y S/. 710 | — Control de calidad de materias primas y productos acabados |
| Materias primas utilizadas (1969) | | Periodo 4 años y 3 años | — Pruebas piloto de nuevos procesos |
| Locales | S/. 766 | Para: | — Pruebas de laboratorio de nuevos procesos y de cambios en los existentes |
| Importadas | S/. 5 170 | Compra de equipo Dls. 29 160 | |
| Inversiones totales (1969) | S/. 785 | Gasto de aduana y de instalación S/. 100 | Suma gastada: |
| Porcentaje de capacidad utilizada (un turno) | 40 % | Compra de materias primas S/. 200 | Imposible especificar la suma gastada en actividades científicas y tecnológicas |
| | | Capital de trabajo S/. 200 | |
| | | Pago de deudas S/. 210 | |
| | | 2. Año: 1967 | Participación de personal: |

| | | | | |
|---|-------|------------------------------------|-----------|---|
| Personal empleado (1969) | | Monto: | S/. 2 000 | Dos profesionales dedican 15 % de su tiempo a investigación |
| Total | 85 | Periodo: 3 años | | |
| Profesionales y técnicos | 13 | Para: | | Patentes: |
| | | Pago de deudas por materias primas | S/. 2 000 | No usa patentes o licencias extranjeras |
| Porcentaje de equipo adquirido en el exterior (valor) | 90 % | | | |
| Regalías y utilidades/capital extranjero % | — | | | |
| Ventas de exportación / ventas totales % | 0.0 % | | | |

NOTA: Las cifras que no se especifican en otra forma son en miles de soles peruanos.

Datos para la empresa I

| <i>Características generales</i> | <i>Préstamos recibidos del BIP (1965-1970)</i> | | <i>Actividades científicas y tecnológicas</i> |
|--|--|-------------------------------------|---|
| Propiedad | Extranjera | 1. Año: 1968 | Actividades desarrolladas: |
| Valor de la producción (1969) | S/. 21 634 | Monto: Dls. 6 000 y S/. 1 800 | No disponible |
| Materias primas utilizadas (1969) | | Periodo: 5 años y 2 años | Suma gastada en 1970: |
| Locales | S/. 1 633 | Para: | No disponible |
| Importadas | S/. 983 | Compra de equipo | Participación de personal: |
| Inversiones totales (1969) | S/. 680 | Gastos de aduana | No disponible |
| Porcentaje de capacidad utilizada (un turno) | 60 % | Compra de materias primas | Patentes: |
| | | Pago de deudas y préstamo pendiente | No disponible |
| | | S/. 1 025 | |

Personal empleado
(1969)

| | |
|-----------------------|----------------|
| Total | 95 |
| Profesional y técnico | 8 ¹ |

| | |
|--|------|
| Porcentaje de equipo adquirido en el exterior (valor) | 90 % |
|--|------|

| | |
|---|-------|
| Regalías y utilidades/ capital extranjero % | 3.7 % |
|---|-------|

| | |
|---|-------|
| Ventas de exportación / ventas totales % | 0.0 % |
|---|-------|

NOTA: Las cifras que no se especifican en otra forma son en miles de soles peruanos.

¹ Incluye el personal ejecutivo.

EPÍLOGO: HACIA UNA REINTERPRETACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA DEL SUBDESARROLLO

El papel de la ciencia y la tecnología endógenas¹

*I. Desgraciadamente
el dolor crece en el mundo a cada rato
crece a treinta minutos por segundo,
paso a paso...*

CÉSAR VALLEJO

I. POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

EL GRAN avance de la generación de conocimientos durante el siglo XX ha dado al hombre contemporáneo un grado de control sin precedentes sobre los fenómenos que lo rodean. Este incremento de poder, basado en un mayor conocimiento, es el producto de la ciencia moderna y de su evolución acumulada durante los últimos cuatro siglos.

Las posibles aplicaciones de la ciencia y la tecnología (CYT) en beneficio de la humanidad parecen ilimitadas, y las promesas de una nueva época de prosperidad para todos mediante el uso de la ciencia han sido preconizadas a menudo desde que Francis Bacon habló de una "nueva instauración" a principios del siglo XVII. Sin embargo, como cualquier otra actividad social, la ciencia y la tecnología se desarrollan dentro de un contexto dado. Responden a las demandas específicas de la sociedad, expresadas a través de algún orden institucional y de las acciones de *élites* de poder. Por lo tanto, la posible contribución de la CYT a los objetivos del desarrollo debe examinarse a la luz de los factores políticos y culturales que han condicionado el desarrollo de la ciencia. Teniendo en cuenta que más del 97 % del gasto mundial en ciencia y tecnología y del 90 % de los científicos e ingenieros del mundo están concentrados hoy en los países desarrollados, y que los métodos de investigación y la mayor parte del conocimiento en CYT son producto de las sociedades industrializadas de Occidente, no es sorprendente que la orientación y la forma de desarrollo de la CYT estén determinados por

¹ Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Los puntos de vista expresados por el autor no reflejan necesariamente los del Centro. El trabajo se basa en una presentación del autor en el Seminario de la Fundación Dag Hammarskjöld sobre el Desarrollo de una Capacidad Científico-tecnológica Autónoma en el Tercer Mundo, realizado en Uppsala, Suecia del 14 al 18 de diciembre de 1978.

los intereses de las *élites* de poder del Norte industrializado. Es en respuesta a estos intereses que más de un tercio de los recursos mundiales para CYT están dirigidos hacia la producción de armamentos, y que la mayoría del remanente de recursos esté vinculado a cambios marginales en productos y procesos para estimular un mayor consumo de bienes no esenciales.

La creciente importancia del progreso tecnológico en el desarrollo económico de los países industrializados ha sido acompañada de un rápido proceso de concentración, hasta el punto de que unas pocas empresas privadas y agencias gubernamentales dominan la mayoría de las inversiones en investigación y desarrollo, controlando gran parte de la tecnología existente, particularmente en los sectores industriales dinámicos. Por ejemplo, en los Estados Unidos las 50 corporaciones más grandes y las agencias gubernamentales de investigación en los campos de defensa, energía, espacio y salud contaron con más de tres cuartos de los 38 mil millones de dólares gastados en investigación y desarrollo en 1976, y un grado similar de concentración se encuentra en países como Francia e Inglaterra. Así, no sería totalmente desacertado decir que unos pocos cientos de personas en las naciones industrializadas deciden quiénes tendrán acceso a la tecnología moderna y bajo qué condiciones.

De ahí que a nivel internacional la ciencia y la tecnología se estén convirtiendo en asuntos de la mayor importancia en las relaciones entre los países industrializados y los países en desarrollo. La generación y el control de la ciencia y la tecnología modernas llegarán a ser, cada vez en mayor medida, los principales medios a través de los cuales unos pocos países desarrollados mantendrán y reforzarán su dominio sobre el Tercer Mundo, particularmente en la medida en que este último busque reforzar su posición y extienda su control sobre los medios a través de los cuales los países industrializados han ejercido su dominio en el pasado, tales como la explotación de los recursos naturales, el establecimiento y el manejo de los medios de producción, y la provisión de recursos financieros.

Aún tenemos que estudiar y entender mejor la forma en que la tecnología se está usando como un factor de dominio en las relaciones económicas Norte-Sur, pero es claro que los Estados Unidos, los países de la Europa Occidental y el Japón, y aun los países socialistas de la Europa Oriental, están interesados principalmente en ofrecer su tecnología, en algunos casos simultáneamente con alimentos o con capital, a cambio de recursos naturales, de energía y de los mercados de los países en desarrollo. En casos excepcionales los países del Tercer Mundo pueden ser capaces de promover su propio capital y abastecer sus alimentos, pero en todos los casos necesitarán tener acceso al conocimiento científico tecnológico que no están en capacidad de generar.

En esta forma, contra los posibles beneficios de la ciencia y la tecnología para el desarrollo (dominar enfermedades, mejorar la productividad, inventar nuevos materiales y, en general, superar las restricciones naturales), es necesario tener en cuenta las limitaciones impuestas por la forma en que la ciencia y la tecnología están insertas en un orden mundial poco equitativo. Se debe reconocer que los objetivos principales de los avances científicos y tecnológicos en las naciones industrializadas están dirigidos hacia el mejoramiento de los medios de destrucción y al aumento del consumo suntuario; que los desequilibrios en la distribución del esfuerzo mundial en ciencia y tecnología conducen a amplias disparidades en el acceso a la ciencia y la tecnología modernas; que la concentración del conocimiento científico y tecnológico otorga el poder de influir en el destino de una gran mayoría de la población mundial a una pequeña minoría que controla la asignación de recursos en ciencia y tecnología, y que la tecnología basada en la ciencia está siendo usada como instrumento en las relaciones de dominio Norte-Sur.

Todas estas limitaciones en el uso de la ciencia y la tecnología para el desarrollo (que son el producto de un largo proceso histórico estrechamente ligado a la aparición del subdesarrollo), indican que los países del Tercer Mundo deben organizarse para desarrollar sus propias capacidades científico-tecnológicas endógenas y elaborar respuestas adecuadas a la presión de las naciones industrializadas, estableciendo así las bases para un desarrollo autónomo.

II. UNA REINTERPRETACIÓN TECNOLÓGICA DEL SUBDESARROLLO

Los conceptos de desarrollo y subdesarrollo no han permanecido estáticos a través de los años. A medida que han surgido nuevos conceptos acerca de las complejas interacciones entre factores sociales, económicos y políticos, se ha hecho necesario reinterpretar el significado de estos dos conceptos.² Teniendo en cuenta la importancia que han adquirido la CYT modernas es conveniente avanzar en una interpretación científico-tecnológica de los fenómenos de desarrollo y subdesarrollo, con el fin de destacar la estrecha interacción entre ciencia y tecnología y elaboración de estrategias de desarrollo.

La relación entre el progreso tecnológico y el surgimiento del

² Véase, por ejemplo, Oswaldo Sunkel, "El desarrollo de la teoría del desarrollo", *Estudios Internacionales*, vol. X, núm. 40, octubre-diciembre de 1977, pp. 33-46; G. Gusdorf, "L'histoire des Idées", y V. J. Tarascio. "Development: The Concept and Its Career in Economics", C.A.O. Van Nieuwenhuijze *Development: The Western View*, La Haya, Mouton, 1972 y Celso Furtado, "El desarrollo desde el punto de vista interdisciplinario" *EL TRIMESTRE ECONÓMICO*, vol. XLVI, núm. 181, enero-marzo de 1979, pp. 5-34.

subdesarrollo es un fenómeno histórico que ha sido destacado por Furtado en la siguiente forma:

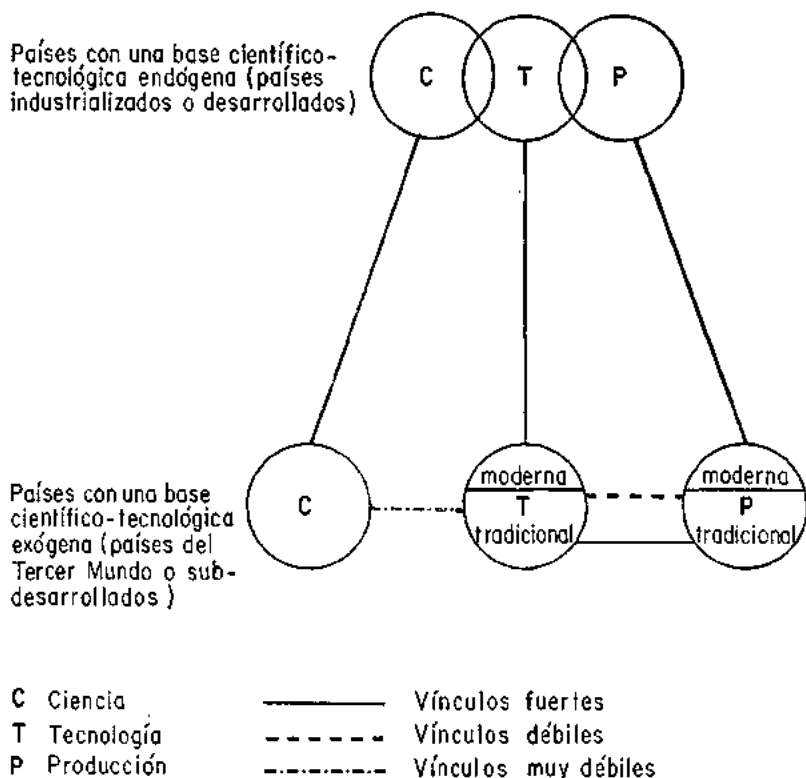
Como consecuencia de la rápida difusión de nuevos métodos de producción desde un pequeño número de centros que transmiten innovaciones tecnológicas se ha desarrollado un proceso que tiende a crear un sistema económico mundial. Así el subdesarrollo es considerado criatura del desarrollo, o más bien, como una consecuencia del efecto del progreso técnico y de la división internacional del trabajo dispuesta por unos pocos países que impulsaron la revolución industrial en el siglo XIX. Las relaciones resultantes entre estas sociedades y las áreas subdesarrolladas implican formas de dependencia difícilmente superables. La dependencia estuvo basada inicialmente en una división internacional del trabajo en la cual los centros dominantes reservaron para ellos las actividades económicas que concentraban progreso técnico. En la fase siguiente, la dependencia fue mantenida por medio del control de la asimilación de nuevos procesos tecnológicos mediante la introducción de actividades productivas en las economías dependientes, todas ellas bajo el control de grupos conformados por las economías dominantes.³

Siguiendo la misma línea de pensamiento, es posible distinguir dos clases de países: aquellos donde la evolución de las actividades científicas llevaron directamente a, o estuvieron claramente ligadas con, los avances en las técnicas de producción, y aquellos en los cuales la actividad de generar conocimientos no estuvo relacionada en una forma significativa a las actividades productivas. Llamaremos a los primeros países con una *base científico-tecnológica endógena*, y a los segundos países con una *base científico-tecnológica exógena*. Esta división corresponde a aquella establecida entre países industrializados o desarrollados, y países del Tercer Mundo subdesarrollados, respectivamente (véase gráfica 1).

Bien sea como resultado de un proceso acumulativo interno (la Europa Occidental), o de un trasplante que echó raíces (los Estados Unidos, el Japón), en los países desarrollados la generación sistemática de conocimiento y la producción de bienes y servicios estuvieron encadenados orgánicamente mediante el desarrollo de tecnologías relacionadas con los descubrimientos científicos. La aparición de una base científico-tecnológica endógena en el Occidente fue el resultado de la evolución de las ideas que llevaron a la ciencia, de la transformación progresiva de las técnicas productivas, y de la combinación de estas dos corrientes.⁴

³ Celso Furtado, *Obstacles to Development in Latin America*, Nueva York, Anchor Books, 1970, p. xvi. Su artículo "Power Resources - The Five Controls", *IFDA Dossier*, núm. 7, mayo de 1979, reitera su punto de vista sobre el tema.

⁴ Francisco R. Sagasti, "Reflexiones sobre la endogeneización de la re-



GRÁFICA 1. *Relaciones entre ciencia, tecnología y producción en países desarrollados y subdesarrollados*

Como consecuencia de la revolución científica durante el siglo XVII —la cual fue el resultado de un largo proceso que empezó en el periodo helénico, evolucionó durante la época romana y la Edad Media, incorporó las contribuciones árabes y asimiló los avances intelectuales del Renacimiento—, la idea de que el universo era predecible y obedecía a ciertas leyes que podían ser conocidas y comprobadas cambió radicalmente la concepción que el hombre tenía sobre el universo, dando lugar a las tesis de Bacon de que la naturaleza puede ser controlada mediante el entendimiento. Hubo una evolución paralela en las actividades artesanales, las cuales fueron transformadas gradualmente en actividades manufactureras, y más tarde en actividades industriales propiamente dichas. Esto tuvo lugar al mismo tiempo que

volución científico-tecnológica en países subdesarrollados", *Interciencia*, vol. 2, núm. 4, julio-agosto de 1977, pp. 216-220.

ocurría la transición de la era "politécnica", de variadas respuestas tecnológicas locales, a una era "monotécnica", en la cual la variedad de respuestas fue reduciéndose y unas pocas técnicas específicas de producción predominaron en cada campo de actividad.⁵

La fusión de las dos corrientes —la evolución del pensamiento y la transformación de las técnicas productivas— constituye lo que se conoce como la *revolución científico-tecnológica*. Este fue un proceso complejo de interacciones entre ciencia y producción que tuvo lugar en medio de grandes cambios sociales y que coincidió con el surgimiento del capitalismo como la forma dominante de producción. Al mismo tiempo, la América Latina, Asia, el Medio Oriente y África fueron incorporadas como colonias dentro de una división internacional del trabajo, ayudando así a sostener la revolución industrial mediante el suministro de materia prima barata y la provisión de mercados para las manufacturas.

Como consecuencia de este proceso histórico los países del Tercer Mundo no establecieron una base de tecnologías productivas ligadas a sus propios descubrimientos científicos. No hubo un vínculo orgánico entre el desarrollo de las actividades destinadas a la generación de conocimientos y la evolución de las técnicas productivas, quedando estos dos campos separados uno del otro.

La difusión de la ciencia occidental hacia países con una base científico-tecnológica exógena fue un proceso irregular que implicó una aceptación parcial de resultados, pero sin un conocimiento completo del proceso acumulativo que los originaron. La ciencia en estos países fue una actividad limitada a unos pocos precursores aislados cuyos esfuerzos estuvieron desfasados en el tiempo, ya que las fronteras del conocimiento estaban siendo exploradas en otras partes del mundo. Como consecuencia, la búsqueda de la ciencia no echó raíces en la mayoría de estos países hasta la primera década del siglo xx, y aun entonces, ésta adquirió un carácter fragmentario e imitativo, divorciado de la esfera productiva.

La naturaleza de las actividades productivas modernas estuvo condicionada primero por los intereses de las potencias coloniales, y después de que algunas regiones lograron su independencia (particularmente la América Latina), por la forma en que sus economías fueron incorporadas en la división internacional del trabajo que acompañó la expansión del sistema capitalista; esto significó que ellas se orientaran principalmente hacia la extracción de recursos naturales y a la generación de excedentes para ser transferidos fuera del país.

Las actividades productivas modernas o implantadas emplea-

⁵ Véase Lewis Mumford, *The Myth of the Machine*, Nueva York, Harcourt Brace Jovanovich, 1972.

ron tecnologías importadas, las cuales seguirían habilidades, materiales, hábitos organizacionales y tradiciones técnicas ajenas al medio ambiente local. Además, las capacidades tecnológicas asociadas con la producción moderna se expandieron mediante nuevas importaciones de tecnología, lo cual significó que las tradiciones tecnológicas —desarrolladas lenta y acumulativamente durante un largo periodo— fueron dejadas de lado y aun eliminadas. Esto condujo a una disminución en la variedad de respuestas tecnológicas propias.

Estos tres componentes —actividades científicas, capacidades tecnológicas asociadas con la producción moderna y recursos tecnológicos tradicionales— han tenido muy poca interacción en los países con una base CYT exógena. La evolución (involución, en el caso de las tecnologías tradicionales) de estas corrientes ha tenido lugar aisladamente: la fusión de la ciencia y la producción no tuvo lugar en el Tercer Mundo.

Desde esta perspectiva, uno de los problemas clave en la elaboración y la implementación de estrategias de desarrollo consiste en relacionar orgánicamente la conducta de las actividades científicas con la evolución de las tecnologías asociadas a la producción moderna, y con la recuperación sistemática y selectiva de la base tecnológica tradicional. Los tres componentes deben ser combinados alrededor de campos problema, de importancia crítica para el desarrollo del país, en forma tal de lograr una sustitución gradual de la base tecnológica exógena.

Sin embargo, el hecho de que el crecimiento de las capacidades científico-tecnológicas endógenas sea necesario para el desarrollo no implica que exista solamente una ruta —aquella de las naciones industrializadas de Occidente— a seguir en la adquisición y el uso de recursos científico-tecnológicos. Teniendo en cuenta que la ciencia y la tecnología evolucionan en medios sociales particulares, es posible elaborar y seguir rutas alternativas para el desarrollo de la CYT, en la misma forma que es posible seguir estrategias alternativas de desarrollo en general.⁶

III. HACIA EL DESARROLLO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO ENDÓGENO

En la discusión anterior es posible identificar tres grupos de acciones necesarios para el desarrollo de capacidades científico-tecnológicas endógenas: la expansión y reorientación del sistema científico-tecnológico, la recuperación selectiva y sistemática de la base tecnológica tradicional y la transformación del sistema productivo.

En primer lugar, está claro que sin ciencia no puede haber tecnología basada en descubrimientos científicos. Aunque se re-

⁶ Marc Nerfin (comp.) *Hacia otro desarrollo: enfoques y estrategias*, México, Siglo XXI Editores, 1978.

conoce generalmente que existe poca relación entre la comunidad científica en los países del Tercer Mundo y los problemas del desarrollo, en lugar de limitarse la investigación básica debería darse mayor apoyo a las actividades científicas que en una u otra forma se relacionan con la perspectiva de desarrollo del país. Las prioridades para la ciencia deberían derivarse de los recursos con que está dotado el país, del rango de actividades tecnológicas que requieren el apoyo de la ciencia básica, de los requerimientos de las tecnologías tradicionales que podrán ser mejoradas a través de insumos científicos y de la necesidad de mantenerse en contacto con las fronteras del mundo científico en campos de interés particular para los países en desarrollo (por ejemplo, los materiales sintéticos que pueden competir con productos naturales locales).

En segundo lugar, es necesario rescatar selectivamente la base tecnológica tradicional, la cual, en la mayoría de los países en desarrollo ha permanecido aletargada por décadas y aun por siglos. Las actividades productivas y tecnológicas tradicionales todavía tienen gran importancia social y económica en la mayoría de los países subdesarrollados. Ellas constituyen una parte integral de su herencia cultural y continuarán desempeñando un papel significativo por muchos años. La recuperación de la base tecnológica tradicional conlleva el vincular la ciencia moderna con las tecnologías tradicionales, a fin de mejorarlas selectivamente por medio de la aplicación sistemática del método científico y de la integración de los productos de tecnologías basadas en la ciencia con los resultantes de actividades tradicionales.

La contribución de la producción tradicional y de los sistemas sociales pueden ir más allá de los aspectos técnicos específicos, ayudando en la identificación, la preservación y la afirmación de la cultura y en la identidad social de una nación. Por ejemplo, las civilizaciones andinas prehispánicas tuvieron una tradición igualitaria, compartieron amplios y diversos espacios económicos y ecológicos (mediante lo que ha sido llamado el "control vertical de un máximo de pisos ecológicos"), y desarrollaron una estructura política y social compleja que permitió que los recursos de la región fueran usados apropiadamente asegurando la supervivencia de su población.⁷ Estas formas tradicionales de relacionarse al medio ambiente andino, y el uso de un espectro de tecnologías disponibles apropiadas para una amplia variedad de condiciones ecológicas locales, fueron prácticamente abolidos durante la conquista española. Sin embargo, algunos vestigios permanecen todavía y podrían ser recuperados vinculándolos a las actividades científicas e incorporándolos en el marco de estrategias alternativas de desarrollo.

La recuperación y la mejora selectiva de la base tecnológica

⁷ John Murra, *Formaciones económicas y políticas del mundo andino*, Lima, Instituto de Estudios Peruanos, 1975.

tradicional podría encerrar una amplia variedad de actividades económicas y sociales, aunque la industria agrícola y rural brinda los campos más fértiles para este enfoque. El manejo de ecosistemas tropicales en la región amazónica, donde los métodos agrícolas occidentales podrían llevar a un gran deterioro del delicado balance ecológico, nos da un ejemplo de la necesidad de examinar los métodos tradicionales con el fin de dar un punto de partida para la investigación científica sistemática.⁸ Otros ejemplos de los varios enfoques que pueden seguirse para mejorar las prácticas tecnológicas tradicionales por medio de la investigación científica incluyen la creación de esquemas alternativos de irrigación en Sri Lanka, examinando cuidadosamente los métodos tradicionales que incluyen el almacenamiento limitado en pequeños tanques en las aldeas y su reutilización en aguas de irrigación, en vez de la utilización de sistemas de riego a gran escala con represas y canales;⁹ la adaptación de sistemas agrícolas tradicionales, más bien que la sustitución por modernos métodos occidentales;¹⁰ el diseño de "tecnologías combinadas" que incorporen competentes métodos tecnológicos modernos y tradicionales¹¹ y una evaluación sistemática de los esfuerzos para relacionar la investigación científica con tecnologías rurales.¹²

El tercer grupo de acciones para lograr un desarrollo científico-tecnológico endógeno se refiere a la transformación del sistema productivo. Aquí se toma la perspectiva de los cambios que son necesarios en el sistema productivo para incrementar la demanda de actividades y conocimientos científico-tecnológicos locales, aunque es claro que la transformación en el sistema productivo es también necesaria por otras razones más sustantivas que ésta.¹³

⁸ Véase por ejemplo, Carlos Collantes, *Perspectives d'éco-développement pour l'Amazonie péruvienne*, Centre International de Recherche pour l'environnement et le développement, París, 1975.

⁹ D. L. O. Mendis, "Some Thoughts on Technology Transfer for Irrigation and Multi-Purpose Projects in Sri Lanka", *Transactions of the Institution of Engineers*, Sri Lanka, 1977.

¹⁰ Nitish De, *Adaptation of Traditional Systems of Agriculture in Developing Economy*, Occasional Papers Series núm. 2, National Labour Institute, Nueva Delhi, 1977.

¹¹ Ignacy Sachs, Daniel Thery y Krystina Vinaver, *Technologies Appropriées pour le Tiers Monde: vers une Gestion du Pluralisme Technologique*, Centre International de Recherche sur l'environnement et le Développement, París, 1974.

¹² Amílcar Herrera, *Research and Development Systems in Rural Settlements: Background of the Project*, mimeografiado, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, México, 1978.

¹³ Para una relación de problemas, políticas e instrumentos de política para el manejo de la demanda de tecnología, véase Francisco R. Sagasti, *Ciencia y tecnología para el desarrollo: Informe comparativo central del Proyecto STPI*, Bogotá, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 1978.

Estas transformaciones incluyen la reorientación de la producción alejándola de los patrones imitativos de consumo que favorecen una gran diversidad de bienes para grupos de altos ingresos, y que requieren una amplia importación de tecnologías. Con una estructura productiva diferente, orientada hacia la satisfacción de necesidades humanas, y que haga hincapié en el consumo colectivo más bien que en el consumo individual, se podría reducir sustancialmente la necesidad de tecnología importada y se llevaría a un incremento de la demanda de actividades científico-tecnológicas locales. Además, al reducir el espectro de las actividades productivas concentrándolas en el suministro de bienes y servicios vinculando las necesidades humanas, sería posible orientar mejor el desarrollo de tecnología relacionada con la ciencia local y forjar vínculos entre la ciencia y la tecnología con los sistemas productivos. Propuestas específicas relativas al caso de la India se han hecho ya en este sentido.¹⁴

La estructuración de la producción debería también hacer hincapié en la integración vertical de actividades incluidas en el procesamiento de recursos naturales, lo cual generaría demanda de una variedad de actividades científico-tecnológicas (investigación básica, adaptación de tecnología, ingeniería de diseño, sistemas de información, etcétera) relativas a la dotación de los recursos al país.¹⁵

La transformación de las actividades productivas y sociales también conlleva cambios en el suministro de servicios a la comunidad, y a una revisión de los enfoques occidentales convencionales referentes a los servicios sociales. Programas de educación, salud, vivienda y transporte que tengan en cuenta explícitamente las necesidades y las potencialidades de la comunidad, con acento en la participación, en la autodependencia (*self-reliance*) a nivel local, y en el uso de las capacidades y recursos nativos, generarían una mayor demanda por actividades científico-tecnológicas locales.

Por ejemplo, programas de educación que incluyan innovaciones tales como la de que estudiantes de grados superiores enseñen a los de niveles inferiores en lugar de apoyarse en forma exclusiva en las contribuciones de los profesores; programas de salud que hacen hincapié en la prevención y en la provisión de servicios primarios de salud por personal paramédico, en lugar de destacar los tratamientos especializados y de alta intensidad tecnológica por médicos especialistas; programas de vivienda que apoyen proyectos comunales de autoconstrucción y el uso de materiales locales, en vez de diseños estandarizados, construcción comercial, y el uso de materiales convencionales, y

¹⁴ Amulya Kumar Reddy, "An Alternative Pattern of Indian Industrialization", *Human Futures*, vol. 1, 1978, pp. 105-111.

¹⁵ François Le Guay, "Industrialization as Part of a Self Reliance Strategy", *IFDA Dossier*, núm. 2, noviembre de 1978.

sistemas de transporte que insistan en el transporte masivo y en los sistemas de transporte de bajo costo (bicicletas) y no en el automóvil privado. Estos y otros ejemplos representan oportunidades para introducir innovaciones sociales e incrementan la demanda de actividades científico-tecnológicas locales en el ámbito social, biológico, físico y de ingeniería en los países del Tercer Mundo.

En resumen, el desarrollo de una base científica y tecnológica endógena requiere un cuidadoso ordenamiento de esfuerzos para expandir y reorientar las actividades científicas, rescatar y mejorar las tecnologías tradicionales, y transformar las actividades productivas y la provisión de servicios. Sin embargo, a causa de los limitados recursos humanos y financieros disponibles en la mayoría de los países subdesarrollados, será necesario concentrar esfuerzos en unos pocos campos problema críticos, mientras que al mismo tiempo se mejora la capacidad de importar y asimilar tecnología extranjera. Además, en razón de las necesidades de recursos en actividades científico-tecnológicas modernas, la gran mayoría de países del Tercer Mundo no serán capaces de desarrollar una amplia base científico-tecnológica endógena al menos por un largo periodo. Por lo tanto, es imperativo unir esfuerzos, compartir recursos y establecer arreglos cooperativos con otros países del Tercer Mundo a fin de desarrollar colectivamente una fase científico-tecnológica endógena.

IV. TRANSFORMACIONES EN EL CONTEXTO SOCIAL PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Está claro que para una estrategia alternativa de desarrollo existe una estrategia correspondiente para el desarrollo de recursos científico-tecnológicos. El crecimiento de la ciencia y la tecnología en una sociedad está condicionado por la naturaleza y las características de la demanda social de conocimientos, la cual a su vez depende del patrón de desarrollo seguido. Está claro también que la empresa científica tiene su propia dinámica interna, y que los descubrimientos científicos a menudo se mueven en direcciones que son relativamente independientes del contexto social. Sin embargo, la orientación general que sigue la transformación del conocimiento científico y su incorporación en bienes y servicios socialmente útiles, está moldeada por las demandas sociales. Puede decirse que el desarrollo de la ciencia presenta una variedad de opciones de conocimiento, de las cuales las fuerzas sociales dominantes seleccionan aquellos aspectos de interés directo para ellas, a fin de transformarlos en tecnologías basadas en descubrimientos científicos.

Lo que no se reconoce, por lo general, es que si el fenómeno del subdesarrollo se interpreta en términos científico-tecnológi-

cos desde una perspectiva histórica, entonces la ausencia de una base científico-tecnológica endógena emerge como uno de los principales factores que contribuyen a éste, y por lo tanto no hay escape de la condición de subdesarrollo a menos que los países del Tercer Mundo desarrollen plenamente una base científico-tecnológica endógena. Pero al mismo tiempo, la posibilidad de construir esa base científico-tecnológica endógena estará condicionada por el contexto socioeconómico dentro del cual se enmarcan la ciencia y la tecnología, y por lo tanto, si los postulados que encierra el desarrollo de unas capacidades científico-tecnológicas endógenas son aceptados, llegamos a la conclusión de que es necesario llevar a cabo un conjunto de transformaciones socioeconómicas antes de que las capacidades científico-tecnológicas endógenas sean desarrolladas con el fin de salir de las condiciones de subdesarrollo.

Consideremos los tres campos de acción antes mencionados como necesarios para alcanzar un cierto nivel de desarrollo científico-tecnológico endógeno: la transformación del sistema productivo, la recuperación selectiva de la base tecnológica tradicional, y la expansión y la reorientación del sistema científico-tecnológico. La transformación de la estructura productiva, reduciendo la proporción de bienes destinados a la exportación y a los grupos de altos ingresos y dirigiéndola hacia la satisfacción de las necesidades de la mayoría de la población, llevaría a la reducción de la importación de tecnologías refinadas que están más allá de las posibilidades científico-tecnológicas de la mayoría de los países subdesarrollados, y conduciría hacia una mejor integración de los recursos científico-tecnológicos con el sistema productivo.

No obstante, no puede esperarse que tal reorientación sea el resultado de fuerzas de mercado que actúen por sí mismas. Es necesario que el Estado intervenga activamente definiendo la estructura de producción, suministrando servicios básicos, regulando el flujo de inversiones y tecnologías extranjeras, orientando el comercio exterior, estableciendo prioridades para el desarrollo industrial, determinando un marco de referencia para las actividades del sector privado, etcétera. En la mayoría de los países del Tercer Mundo se requerirían cambios importantes en la forma en que el Estado interviene en las actividades socioeconómicas, así como una reorientación de la maquinaria estatal hacia la satisfacción de las necesidades básicas de las mayorías. Pero para que esto ocurra el Estado deberá representar los intereses de la mayoría de la población más bien que los de una u otra *élite* privilegiada; debería existir la voluntad política de introducir cambios radicales en el sistema productivo, en vez de reformas graduales, y deberá existir también la posibilidad de llevar a cabo las transformaciones necesarias, neutralizando las posibles interferencias, tanto internas como externas. A menos que

estos cambios se realicen poco se puede esperar en cuanto a un aumento significativo en la demanda de actividades científicas y tecnológicas locales.

Una condición esencial en la recuperación de la base tecnológica tradicional y su mejora gradual mediante el uso de aportes científicos, es asegurar la coexistencia de técnicas de diferentes niveles de productividad, al menos durante un cierto periodo. Esto requeriría arreglos institucionales de naturaleza compensatoria para fijar precios y determinar salarios, en tal forma que las técnicas modernas con alta productividad no desplacen las técnicas tradicionales que tienen una productividad baja, dando tiempo para comprobar si estas últimas pueden ser mejoradas relevantemente. En este sentido, las consideraciones de "eficiencia económica" en el sentido estrecho de la palabra deben descartarse en favor de una estructura más amplia para la evaluación de tecnologías, incorporando criterios sociales, educacionales, tecnológicos y culturales, tales como la generación de empleo, posibilidades de aprendizaje, potencial de adaptación y preservación de la herencia e identidad culturales. Otros arreglos institucionales serían necesarios para asegurar que las diferencias en salarios asociados con técnicas de distintos niveles de productividad no conduzcan a una pequeña *élite* de altos ingresos y a un gran número de desempleados. Es evidente que la instauración de estos cambios institucionales implica grandes reformas sociales en la mayoría de los países del Tercer Mundo.¹⁶

Las transformaciones del contexto social que son necesarias para reorientar la conducta de las actividades científicas son menos obvias, pero están presentes. Una expansión de las actividades científicas requiere una amplia base de científicos e ingenieros altamente calificados, y una población que conozca los conceptos y los métodos básicos de la ciencia. Esto, a su vez, implica una modificación sustantiva del sistema educativo. Se requiere una expansión masiva de todo tipo de actividades educativas que garantice el acceso de la población a la educación primaria, secundaria y superior. El cambio en la naturaleza de las actividades científicas, derivado de su reorientación hacia los problemas locales, requeriría el establecimiento de nuevos sistemas de recompensa y estímulo para los logros científicos, un contenido y una estructura diferentes en el proceso educativo, y un nuevo conjunto de mecanismos institucionales que vinculen a la educación superior y a la investigación científica con los nuevos problemas que resultarían de las transformaciones en el sistema productivo y de la recuperación selectiva de las tecnologías tradicionales.

Todas estas transformaciones sociales, económicas y políticas,

¹⁶ Para una explicación de la interrelación entre factores institucionales y tecnológicos véase Frances Stewart, "Inequality, Technology and Payment Systems", *World Development*, vol. 6, 1978, núm. 3, pp. 275-293.

necesarias para un crecimiento de los recursos científico-tecnológicos endógenos y para así salir de la condición de subdesarrollo, conducen a la búsqueda de estrategias alternativas de desarrollo o hacia "otro desarrollo".¹⁷ Las características esenciales de estas estrategias alternativas pueden resumirse así: *deberían ser orientadas hacia las necesidades*, en el sentido de satisfacer las necesidades humanas materiales y no materiales, incluidas las necesidades de expresión, creatividad, igualdad, entendimiento y manejo de su propio destino; ser *endógenas*, esto es, surgir del seno de cada sociedad, la cual define en forma soberana sus valores y la visión de su futuro; ser *autosostenidas*, en el sentido de que cada sociedad se apoye principalmente en sus propios esfuerzos y su medio cultural; ser *ecológicamente correctas*, lo cual implica el uso racional de los recursos de la biosfera con un conocimiento total del potencial de los ecosistemas locales y las limitaciones impuestas por las generaciones presentes y futuras; y basarse en *transformaciones estructurales*, que alterarían las relaciones sociales, las actividades económicas y las estructuras de poder, en forma tal que se creen las condiciones para la participación y la autodeterminación de toda la población en el proceso de toma de decisiones.

V. COMENTARIOS FINALES

Existe una relación estrecha entre el crecimiento de las capacidades científico-tecnológicas endógenas y la búsqueda de estrategias alternativas de desarrollo: el primero no puede ser alcanzado sin la otra. Ambos requieren grandes cambios socioeconómicos en el Tercer Mundo, los cuales no es probable que ocurran espontáneamente y sin conflictos sociales. Además se requieren cambios sustantivos en la estructura de las relaciones de poder internacionales antes de que países del Tercer Mundo puedan comprometerse en una búsqueda colectiva de estrategias alternativas de desarrollo y en la construcción de capacidades científico-tecnológicas endógenas.

Pese a todo lo que se habla sobre la cooperación Norte-Sur, estos cambios en la escena internacional no parece que ocurrirán en el futuro próximo. Más aún, sólo tendrán lugar si el Tercer Mundo, con el apoyo de algunos pocos países del Norte, presiona lo suficiente para ello, usando todos los medios disponibles para ejercer esta presión frente a los países industrializados. Aun entonces se deberá recorrer un largo camino, por lo cual los países del Tercer Mundo deberán iniciar urgentemente las transformaciones que harían posible el crecimiento de capacidades científico-tecnológicas endógenas para un desarrollo alternativo en el futuro.

¹⁷ Véase Marc Nerfin (comp.), *op. cit.*

ÍNDICE GENERAL

| | |
|-------------------------------|---|
| <i>Introducción</i> | 7 |
|-------------------------------|---|

PRIMERA PARTE

UN MARCO CONCEPTUAL SOBRE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO

| | |
|--|----|
| 1. <i>Reflexiones sobre la endogeneización de la revolución científico-tecnológica en países subdesarrollados</i> | 15 |
| I. Introducción, 15; II. Países con un acervo científico-tecnológico endógeno, 16; III. Países con un acervo científico-tecnológico exógeno, 20; IV. Hacia una estrategia de desarrollo científico-tecnológico, 23; V. Comentarios finales, 25; Referencias, 26 | |
| 2. <i>La planificación de la ciencia y la tecnología en los países subdesarrollados</i> | 27 |
| I. El contexto de la planificación de la ciencia y tecnología, 27; II. Planificación económica y planificación científica y tecnológica, 29; III. Alcance general de la planificación de la ciencia y la tecnología, 31; IV. Actitudes para con la planificación de la ciencia y la tecnología, 32; V. El problema de la asignación de recursos, 35; VI. El contenido de la planificación de la ciencia y la tecnología, 36; VII. La organización del esfuerzo de planificación, 37; VIII. Los límites de los métodos de planificación de la ciencia y la tecnología, 39; IX. Observaciones sobre la situación actual de la planificación científica y tecnológica, 40 | |
| 3. <i>Hacia un nuevo enfoque para la planificación científica y tecnológica</i> | 44 |
| I. Las categorías de decisiones comprendidas en la planificación científica y tecnológica, 44; II. Planificación estilística, 46; III. Planificación contextual, 50; IV. Planificación institucional, 52; V. Planificación de actividades, 55; VI. Planificación de recursos, 57 | |
| 4. <i>Lineamientos para una política tecnológica</i> | 61 |
| I. Diferencias entre política científica y política tecnológica, 61; Líneas de acción para la política tecnológica, 65 | |
| 5. <i>Autodeterminación tecnológica y cooperación en el Tercer Mundo</i> | 75 |
| I. Autodeterminación, desarrollo y tecnología, 75; II. Los cambios en el orden internacional y sus consecuencias en la autodeterminación tecnológica, 78; III. La distribución del esfuerzo científico | |

- y tecnológico y su efecto en la autodeterminación, 81; IV. El posible contenido de los acuerdos de cooperación, 83; V. Un esquema posible de organización de la cooperación del Tercer Mundo para la autodeterminación tecnológica, 86
6. *Una aproximación a la investigación sobre política científica y tecnológica* 89
- I. Los efectos de la política y de los factores contextuales sobre la ciencia y la tecnología: Una sinopsis, 89; II. Funciones y actividades científicas y tecnológicas (variables dependientes), 92; III. Fuentes de influencia (variables independientes) 99; IV. Enfoques de la investigación del IPCT, 116; V. Versión resumida de la investigación del proyecto de IPCT, 120; VI. Comentarios finales, 123
7. *Apreciaciones sobre el efecto social del cambio tecnológico en los países subdesarrollados* 124

SEGUNDA PARTE

CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO LATINOAMERICANO

8. *Esbozo histórico de la ciencia y la tecnología en la América Latina* 135
- I. Introducción, 135; II. El surgimiento de la ciencia en los países de la América Latina, 135; III. El inicio de la ciencia industrial en la América Latina, 150; IV. Comentarios finales, 155; Referencias, 155
9. *Política tecnológica y desarrollo industrial en la América Latina: Un resumen de los principales resultados del proyecto STPI* 158
- I. Contexto de una preocupación, 158; II. Aprendiendo sobre la ejecución de políticas científicas y tecnológicas: El proyecto STPI, 160; III. Algunas cuestiones desprendidas de los hallazgos de investigación del proyecto STPI, 163; IV. Comentarios finales, 186
10. *La universidad y el desarrollo de la ciencia y la tecnología* 195
- I. Marco institucional para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, 195; II. Instituciones dedicadas a la producción y la modificación de conocimientos, 198; III. El papel de la universidad latinoamericana en la generación y la modificación de conocimientos, 203
11. *Instrumentos de política y cambio técnico en la industria* 209
- I. Introducción, 209; II. Hacia un marco de referencia para el estudio del efecto de los instrumentos de política en el cambio técnico, 211; III. Los estudios del STPI sobre el cambio técnico: Cuestiones y aproximaciones, 216

12. *Integración y política tecnológica en la América Latina* 233
 I. ¿Integración sin tecnología?, 233; II. ¿Tecnología sin integración?, 235; III. La experiencia del Mercado Común Europeo, 236; IV. La experiencia latinoamericana, 240
13. *Hacia un desarrollo científico-tecnológico endógeno de la América Latina* 243
 I. Premisas, 243; II. Elementos de una estrategia científico-tecnológica endógena, 246; III. Comentarios finales, 258
14. *Financiamiento del desarrollo de la ciencia y la tecnología en el Tercer Mundo* 259
 I. Introducción, 259; II. Características de los mecanismos de financiamiento científico y tecnológico, 261; III. Líneas de acción para el desarrollo de mecanismos de financiación, 264; IV. Observaciones finales, 283
15. *Una estructura para la política de tecnología industrial en el Perú: El desarrollo del ITINTEC* 285
 I. Historia del surgimiento del ITINTEC, 285; II. Aspectos básicos del sistema del ITINTEC, 291; III. Investigación tecnológica industrial en el ITINTEC, 293; IV. Una evaluación preliminar del sistema de investigación industrial del ITINTEC, 299; V. Observaciones finales, 302
16. *El financiamiento industrial como instrumento de política tecnológica: Un caso-estudio peruano* 304
 I. Introducción, 304; II. El crédito industrial como instrumento indirecto de política tecnológica, 306; III. Los préstamos del Banco Industrial del Perú al sector farmacéutico entre 1965 y 1970 y su posible efecto tecnológico, 317; IV. Comentarios finales, 324
- Epilogo: Hacia una reinterpretación científico-técnica del subdesarrollo* 344
 I. Posibilidades y limitaciones de la ciencia y la tecnología, 344; II. Una reinterpretación tecnológica del subdesarrollo, 346; III. Hacia el desarrollo científico-tecnológico endógeno, 350; IV. Transformaciones en el contexto social para la ciencia y la tecnología, 354; V. Comentarios finales, 357.

Este libro se terminó de imprimir el 9 de octubre de 1981 en los talleres de Gráfica Panamericana, S. C. L., Parroquia 911, México 12, D. F. Se tiraron 3 000 ejemplares en su composición se usaron tipos Aster 10:12, 9:10, 8:9 y 7:8 puntos, cuidaron la edición *Guillermo C. Escalante A.* y *Marcela Pineda.*

Publicaciones recientes del

FONDO DE CULTURA ECONÓMICA

- Gary S. Becker: *Teoría económica.*
- Fred L. Block: *Los orígenes del desorden económico internacional.*
- William H. Branson: *Teoría y política macroeconómica.*
- Luis René Cáceres: *Integración económica y subdesarrollo en Centroamérica.*
- Jacques Henry David: *La política monetaria.*
- Kurth Dopfer: *La economía del futuro.*
- P. T. Ellsworth y J. Clark Leith: *Comercio internacional.*
- R. Ffrench-Davis: *Economía internacional. Teorías y políticas para el desarrollo.*
- R. Ffrench-Davis y Ernesto Tironi (comp.): *Hacia un nuevo orden económico internacional. Temas prioritarios para América Latina.*
- Antonio Gómez Oliver: *Políticas monetaria y fiscal de México. La experiencia desde la posguerra: 1946-1976.*
- Keith B. Griffin y John L. Evans: *La planificación en el desarrollo.*
- Helio Jaguaribe: *Hacia una sociedad no represiva.*
- Bruce F. Johnston y P. Kilby: *Agricultura y transformación estructural.*
- Michal Kalecki: *Ensayos escogidos sobre dinámica de la economía capitalista.*
- M. Kuczynsky y R. L. Meek: *El tableau économique de Quesnay.*
- A. R. Kuklinski: *Polos y centros de crecimiento en la planeación regional.*
- Oscar Lange: *Los "todos" y las partes.*
- Jean Marczewski: *¿Crisis de la planificación socialista?*
- Carlos Marx: *Teorías sobre la plusvalía, I, II y III* (Carlos Marx y Federico Engels, tomos 12, 13 y 14 de *Obras Fundamentales*).
- Carlos Matus: *Planificación de situaciones.*
- J. E. Meade: *Una teoría neoclásica del crecimiento económico.*
- L. M. B. Mennes, J. Tinbergen y J. George Waardenburg: *El factor espacio en la planificación del desarrollo.*
- Gustav F. Papanek: *Teoría y práctica de la política del desarrollo.*

- Raúl Prebisch: *Capitalismo periférico. Crisis y transformación.*
- R. Pressat: *La práctica de la demografía.*
- J. Robinson y J. Eatwell: *Introducción a la economía moderna.*
- O. Sik: *La tercera vía.*
- H. W. Singer: *La estrategia del desarrollo internacional. Ensayo sobre el atraso económico.*
- Pat Sloan: *Marx y la economía ortodoxa.*
- R. M. Solow: *La teoría del crecimiento.*
- Maria da Conceição Tavares: *De la sustitución de importaciones al capitalismo financiero.*
- Teh-Wei Hu: *Econometría: Un análisis introductorio.*
- Víctor L. Urquidi y Ruth R. Troeller (comps.): *Petróleo, la OPEP y la perspectiva internacional.*
- Constantino V. Vaitsos: *Distribución del ingreso y empresas transnacionales.*
- Raymond Vernon: *Tormenta sobre las multinacionales. Las cuestiones esenciales.*
- WAES: *Energía: Perspectivas mundiales. 1985-2000.*
- Robert Bruce Wallace et al.: *La política de protección en el desarrollo económico de México.*
- Michael Wieviorka: *Estado, empresarios y consumidores.*
- James W. Wilkie: *La Revolución mexicana, gasto federal y cambio social.*

SERIE DE LECTURAS

DE

EL TRIMESTRE ECONÓMICO

TÍTULOS EDITADOS

1. Edmundo Flores, *Desarrollo agrícola*.
2. Héctor Assael, *Ensayos de política fiscal*.
3. Ensayos de A. Pinto, *Inflación: raíces estructurales*.
4. Leopoldo Solís, *La economía mexicana* (dos volúmenes).
5. Albert O. Hirschman, *Ensayos sobre desarrollo y América Latina*.
6. José Serra, *Ensayos críticos sobre el desarrollo latinoamericano*.
7. Alejandro Foxley, *Distribución del ingreso en América Latina*.
8. Miguel S. Wionczek, *La sociedad mexicana: presente y futuro*.
9. K. J. Arrow y T. Scitovsky, *Lecturas sobre economía del bienestar* (dos volúmenes).
10. Francisco Orrego Vicuña, *Ensayos sobre derecho internacional económico* (dos volúmenes).
11. Eduardo García D'Acuña (Instituto de Economía de Chile), *La planificación del desarrollo en América Latina*.
12. Max Nolf, *Desarrollo industrial latinoamericano*.
13. Eduardo Lizano, *Integración económica centroamericana* (dos volúmenes).
14. Ernest Feder, *La lucha de clases en el campo*.
15. Luis Unikel y Andrés Necochea, *Desarrollo urbano y regional en América Latina. Problemas y políticas*.
16. C. F. Díaz-Alejandro, Simón Teitel y Víctor Tokman, *Política económica en centro y periferia* (Ensayos en homenaje a Felipe Pazos).
17. Banco de México, *Cincuenta años de banca central. Ensayos conmemorativos*.
18. G. C. Harcourt y N. F. Laing, *Capital y desarrollo*.
19. S. Andic y S. Teitel, *Integración económica*.
20. D. M. Lamberton, *Economía de la información y del conocimiento*.
21. E. K. Hunt y J. G. Schwartz, *Crítica de la teoría económica*.

22. A. Nove y D. M. Nuti, *Teoría económica del socialismo*.
23. Richard Layard, *Análisis costo-beneficio*.
24. Stanford L. Optner, *Análisis de sistemas*.
25. Banco de México, *Los premios Nobel de economía*.
26. Camilo Dagum, *Metodología y crítica económica*.
27. W. Edwards y A. Tversky, *Toma de decisiones*.
28. A. Sen, *Economía del crecimiento*.
29. T. Shanin, *Campesinos y sociedades campesinas*.
30. René Villarreal, *Economía internacional* (2 vols.).
31. N. Rosenberg, *Economía del cambio tecnológico*.
32. M. Anderson, *Sociología de la familia*.
33. R. Robertson, *Sociología de la religión*.
34. F. Fajnzylber, *Industrialización e internacionalización en la América Latina* (2 vols.).
35. Luciano Tomassini, *Relaciones internacionales de la América Latina*.
36. O. Sunkel y N. Gligo, *Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina* (2 vols.).
37. J. J. Villamil, *Capitalismo transnacional y desarrollo nacional*.
38. Ricardo Ffrench-Davis, *Intercambio y desarrollo* (dos volúmenes).
39. Rolando Cordera, *Desarrollo y crisis de la economía mexicana*.
40. José Molero, *El estructuralismo en la América Latina y en los países de industrialización tardía*.
41. Antonio García, *Desarrollo agrario y la América Latina*.

TÍTULOS EN PRENSA Y EN PREPARACIÓN

Oswaldo Sunkel, *Dependencia, estructuralismo y desarrollo*.
 Fernando Rosenzweig, *Lecturas sobre historia económica de México*. Colegio de México, *Estudios demográficos y de población*. Constantino V. Vaitsos, *Tecnología para el desarrollo*.
 Fernando Enrique Cardoso, *Ensayos sobre dependencia en América Latina*. Raúl Prebisch, *Trabajos seleccionados* (dos volúmenes). José Antonio Ocampo, *Economía poskeynesiana*.
 Oscar Soberón M., *Antología del pensamiento económico latinoamericano*. Armando Di Filippo, *Estilos de desarrollo en la América Latina*. Carlos Tello y Clark Reynolds, *Las relaciones México-Estados Unidos. Un análisis económico y social*.
 Luis Maira, *Propuestas de política monetaria*. John Eatwell, Carlos Roces y Nora Lustig, *Economía keynesiana y teoría del valor*. Phillip Brenner, *Sistemas políticos norteamericanos*.
 O. Rodríguez, *Políticas para el desarrollo latinoamericano. Un debate actual*. A. Gurrieri y O. Rodríguez, *Prebisch hoy. Discusión de sus nuevas ideas*.



Los documentos que integran la Biblioteca PLACTED fueron reunidos por la [Cátedra Libre Ciencia, Política y Sociedad \(CPS\). Contribuciones a un Pensamiento Latinoamericano](#), que depende de la Universidad Nacional de La Plata. Algunos ya se encontraban disponibles en la web y otros fueron adquiridos y digitalizados especialmente para ser incluidos aquí.

Mediante esta iniciativa ofrecemos al público de forma abierta y gratuita obras representativas de autores/as del **Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología, Desarrollo y Dependencia (PLACTED)** con la intención de que sean utilizadas tanto en la investigación histórica, como en el análisis teórico-metodológico y en los debates sobre políticas científicas y tecnológicas. Creemos fundamental la recuperación no solo de la dimensión conceptual de estos/as autores/as, sino también su posicionamiento ético-político y su compromiso con proyectos que hicieran posible utilizar las capacidades CyT en la resolución de las necesidades y problemas de nuestros países.

PLACTED abarca la obra de autores/as que abordaron las relaciones entre ciencia, tecnología, desarrollo y dependencia en América Latina entre las décadas de 1960 y 1980. La Biblioteca PLACTED por lo tanto busca particularmente poner a disposición la bibliografía de este período fundacional para los estudios sobre CyT en nuestra región, y también recoge la obra posterior de algunos de los exponentes más destacados del PLACTED, así como investigaciones contemporáneas sobre esta corriente de ideas, sobre alguno/a de sus integrantes o que utilizan explícitamente instrumentos analíticos elaborados por estos.

Derechos y permisos

En la Cátedra CPS creemos fervientemente en la necesidad de liberar la comunicación científica de las barreras que se le han impuesto en las últimas décadas producto del avance de diferentes formas de privatización del conocimiento.

Frente a la imposibilidad de consultar personalmente a cada uno/a de los/as autores/as, sus herederos/as o los/as editores/as de las obras aquí compartidas, pero con el convencimiento de que esta iniciativa abierta y sin fines de lucro sería del agrado de los/as pensadores/as del PLACTED, ***requerimos hacer un uso justo y respetuoso de las obras, reconociendo y citando adecuadamente los textos cada vez que se utilicen, así como no realizar obras derivadas a partir de ellos y evitar su comercialización.***

A fin de ampliar su alcance y difusión, la Biblioteca PLACTED se suma en 2021 al repositorio ESOCITE, con quien compartimos el objetivo de "recopilar y garantizar el acceso abierto a la producción académica iberoamericana en el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología".

Ante cualquier consulta en relación con los textos aportados, por favor contactar a la cátedra CPS por mail: catedra.cienciaypolitica@presi.unlp.edu.ar