

Dominio tecnológico en una economía abierta*

J.J. Echavarría, H. Jaramillo, C.E. Bernal

I. INTRODUCCION

El cambio técnico evita la destrucción de recursos naturales, reduce la inflación mediante aumentos en productividad, mejora la balanza de pagos, elimina hambrunas, cura el cáncer y algunas enfermedades del corazón...Es tal su impacto en la sociedad que ya no se pregunta si algo es posible, sino cuán pronto y a qué precio¹.

Durante doscientos años, los economistas han discutido acerca de sus efectos sobre la distribución del ingreso, el empleo, el crecimiento y el ciclo, pero aún hay por resolver debates de tipo micro: la existencia de economías de escala y externalidades en el proceso de innovación, las características de una estructura de mercado conducentes a la innovación, y la incidencia del cambio técnico sobre la estructura del mercado.

En los países en desarrollo, adquieren especial relevancia otro tipo de preguntas: ¿ Hay que

producir nueva tecnología o se debe adaptar la disponible a nivel internacional? ¿Cuál es el campo de acción del Estado en el área y cuál la forma óptima de intervención? ¿Qué determina la adopción de nuevas tecnologías y cuáles son las condiciones socio-económicas más favorables para el cambio?² ¿Cuál es el impacto y eficacia de las políticas alternativas para promover el cambio técnico?

La primera parte del trabajo trata aspectos generales relacionados con las características del cambio técnico en los países en desarrollo y la segunda evalúa los sistemas de promoción del cambio técnico en varios países. Finalmente, se presenta la situación colombiana actual en materia de incentivos y se proponen medidas complementarias.

II. ASPECTOS GENERALES RELACIONADOS CON EL CAMBIO TECNICO EN LAS EMPRESAS

A. El papel del cambio técnico en el crecimiento

Las preguntas en este campo son múltiples y de difícil solución. Sin embargo existe un relativo consenso sobre aspectos concretos del debate. Se sabe, en particular, que el cambio técnico

* La presente investigación fue financiada por Colciencias. Los autores agradecen la valiosa colaboración de los doctores Galo Tovar y Miguel Urrutia

¹ Kamien y Schwartz (1982), p.1.

² Ibid, p.12.

"explica" más de la mitad del crecimiento tanto en los países desarrollados, como en aquellos en desarrollo que han seguido estrategias comerciales abiertas. Su contribución es sustancialmente menor (cerca al 30%) en economías volcadas hacia el mercado interno³.

Un país sub-desarrollado que sigue estrategias comerciales "hacia adentro" sólo crecerá al 6% por año cuando la inversión y el empleo lo hagan al 5%, mientras los países desarrollados y en desarrollo abiertos crecerán al 9%⁴. Es por ello que, con tasas similares de inversión, el crecimiento de Corea y Taiwán ha sido mucho más acelerado que el de Colombia⁵.

También se sabe que el cambio técnico en los países en desarrollo no viene "inmerso" en nueva maquinaria y equipo⁶, sino que depende del complejo conjunto de factores que se señalan a continuación⁷.

B. Nuevas técnicas vs. dominio de tecnologías ya existentes

La secuencia usual en el desarrollo de capacidades tecnológicas en los países industrializados es: descubrimiento tecnológico –inversión– producción. Este proceso se revierte en los países en desarrollo, compradores de tecnología ya existente. En ellos, la producción se convierte en el eje a partir del cual se desarrollan la inversión y la innovación. Según Dahlman, et.al:

"El tema central en materia de desarrollo técnico en los países en desarrollo no es la adquisición de la capacidad para inventar productos y procesos. Es más bien, la capacidad para usar tecnología ya existente –para producir más eficientemente, para facilitar la producción, y para utilizar la experiencia adquirida en la

producción e inversión, para adaptar y mejorar la tecnología utilizada—. Ello se hace a partir de tecnologías importadas, desarrollando las capacidades locales en las áreas donde sea más apropiado. Puesto que no se puede desarrollar todo simultáneamente, y puesto que la acumulación de la capacidad toma tiempo, un aspecto central es la secuencia de adquisición de estas capacidades, las cuales cambian a medida que las firmas y el país maduran"⁸.

A partir de este diagnóstico, los autores concluyen que sólo se justifica la investigación básica cuando la tecnología no existe, cuando a pesar de existir no está disponible, o cuando es excesivamente costosa⁹. La política descrita se justifica aún más si se considera que la época de las invenciones "baratas" terminó hace décadas, y que se necesitan enormes recursos en el proceso de invención a nivel internacional¹⁰.

El que ya haya un stock de tecnología disponible es favorable al crecimiento y explica por qué pocos países logran mantener su liderazgo económico durante períodos largos de tiempo. Además, el proceso es relativamente dinámico, y son varios los países "dependientes" que hoy exportan tecnología a partir de un proceso inicial de apropiación y experimentación¹¹.

Los estudios recientes en el área indican también que la innovación se da más por el mejoramiento en la administración de los recursos ya disponibles que a través de inversiones masivas y adopción de nuevas tecnologías. Las innovaciones suelen ser: normalización, adaptación de tecnologías conocidas, y ajuste de tecnologías importadas. Es en el proceso continuo de innovaciones incrementales y secundarias donde se adquiere competencia y competitividad. Se trata de pequeños progresos

³ Chenery (1986), p.19; el contraste entre economías abiertas y cerradas ha sido confirmado con estudios a nivel de la firma. Ver Chen y Tang (1987).

⁴ Ibid, p.26.

⁵ Kuho, De Melo y Robinson, en Chenery (1986), p.150, Tabla 6.1.

⁶ Chenery (1986), p.26.

⁷ Chenery (1986), p.23.

⁸ Dehman, et.al. (1987).

⁹ Ibid.

¹⁰ Kamien y Schwartz (1982), p.11; Galbraith (1952).

¹¹ Lall (1980).

"nuevos" bienes que aún no se producen en el país. ¿Cómo hacer para que la empresa produzca por primera vez en D en el Gráfico 1? La respuesta no es simple. Corea decidió subsidiar la creación de centros de investigación e importar "cerebros fugados" con tareas concretas y sueldos muy elevados para los estándares nacionales. Dichos centros desarrollaron el producto mediante la copia simple de tecnología internacional y el sector productivo se encargó de la apropiación tecnológica necesaria para moverse a A. Las firmas japonesas jugaron el papel del Estado en Corea, en esta área particular.

Finalmente, para lograr el éxito en un proceso de innovación, el producto debe comercializarse ya que (para algunos autores)¹⁶ la innovación no existe hasta que no se ha realizado la primera transacción comercial con el nuevo producto o proceso. La innovación "exitosa" se definiría entonces como el conjunto de actividades técnicas, productivas y comerciales que conducen a la comercialización de productos manufacturados nuevos y/o mejores y a la utilización comercial de procesos y equipos de producción nuevos y/o mejores.

Los planteamientos anteriores poseen serias implicaciones en materia de política económica. En primer lugar, tan importante como la existencia de un complejo y bien estructurado sistema de ciencia y tecnología, es garantizar un proceso de difusión eficiente de las innovaciones disponibles a nivel nacional e internacional. Segundo, debe existir un conjunto amplio de recursos humanos (ingenieros, administradores, etc.) para dominar (apropiarse) la tecnología disponible. Tercero, no basta con la implantación de precios "correctos" (salarios-costos de capital) para garantizar la eficiencia económica. Cuarto, en el contexto de la discusión sobre tecnologías "apropiadas" de los años sesenta, la visión que planteamos aquí implica que todas las tecnologías son inapropiadas, ya que lo fundamental

¹⁶ Waissbluth (1990); C. Freeman, citado en UNCTAD (1984).

es la costosa y difícil labor de apropiación de las tecnologías disponibles a nivel internacional. Finalmente, un desarrollo tecnológico adecuado debe culminar en su comercialización.

La caracterización del cambio técnico anteriormente planteado no implica en forma alguna que los países en desarrollo deban abandonar su esfuerzo por desarrollar una comunidad científica. Por el contrario, el sector productivo necesita la asesoría de la universidad y de los centros de investigación para competir exitosamente en los mercados internacionales. Se requiere formar doctores y científicos altamente calificados.

Más aún, es posible que la diferenciación planteada entre desarrollos científicos de punta y la realidad concreta de las empresas y el sector productivo no sea tan marcada cuando se trata de nuevas áreas, como la biotecnología por ejemplo, que se caracterizan por su relación cercana y directa con la producción.

C. El papel del Estado

El libre mercado no asigna recursos eficientemente en el caso de la investigación pura, por tratarse de un bien "público" (cuyos beneficios son apropiados por agentes diferentes al "productor") y con economías de escala sustanciales en la colección y organización de la información. Ello es especialmente claro en áreas cuya rentabilidad privada no es alta —y menos en el corto plazo—. El cambio técnico y la investigación benefician a varios sectores y firmas: el público adquiere mejores productos, la balanza de pagos mejora, el empresario demanda mano de obra más calificada (y mejor remunerada), etc. El Estado debe garantizar el desarrollo de Investigación y Desarrollo en las áreas de nuevos materiales, microelectrónica, informática, automatización industrial y biotecnología.

En el área de la transferencia tecnológica también se justifica la intervención estatal, dadas las características específicas de este

"producto". El mismo lenguaje empleado en el campo indica que no existe un mercado perfecto para la tecnología: se compra y vende algodón o cobre, pero se transfiere tecnología. Es un mercado en el cual la oferta no refleja los costos de producción, y la demanda no depende de los parámetros tradicionales¹⁷.

No existe oferta competitiva de tecnología. Cerca del 98% de las patentes utilizadas en los países en desarrollo son de origen externo¹⁸ y éstas son comercializadas y producidas por unos pocos grandes conglomerados¹⁹. En cuanto a la demanda, el acceso a nuevas tecnologías es imperfecto y depende de su origen, de las imperfecciones del mercado y de las habilidades, experiencia y conocimiento de los compradores potenciales de tecnología²⁰. Dada la importancia del proceso de adaptación antes ilustrado, la capacidad técnica del comprador influye sobre lo que se busca y obtiene, y también sobre el precio pagado.

En resumen, se trata de una situación de oligopolio bilateral, y el precio al cual se transfiere la tecnología depende de factores extraeconómicos —poder de negociación básicamente—.

Lo anterior plantea la necesidad de desagregar e identificar los componentes de cada "paquete" tecnológico y de evaluar las diferentes fuentes de oferta y sus características. También, la necesidad de la cooperación entre países en desarrollo. Dado que la información es un elemento invaluable en este mercado, sería sumamente útil conocer el precio de compra de los componentes de los diferentes paquetes pagado por los distintos países.

¹⁷ Ver Vaitos, en Radice (1975).

¹⁸ *Ibid.*, p. 202.

¹⁹ *Ibid.*, p. 184. Allí se hace descripción del mercado de tecnología en los sectores de petroquímica y electrónica. La actividad de investigación en ciencia y tecnología es ciertamente concentrada al interior de la industria. En 1962, cinco sectores daban cuenta de cerca del 90% de los gastos en investigación y desarrollo en los Estados Unidos. Su participación en ventas ascendía a 39%, y en exportaciones al 72%. Ver Gruber, Mehta y Vernon, en Baldwin y Richardson (1974).

D. Características de una estrategia de Ciencia y Tecnología

La apropiación de la tecnología descrita anteriormente corresponde a las firmas y el sector privado en general. Por ello, lo indispensable es lograr un "ambiente" que estimule a las firmas y a los agentes productivos a embarcarse en esfuerzos de innovación y cambio técnico. Estos demandarán servicios de los centros de investigación y desarrollo tecnológico, de las firmas consultoras de ingeniería, de los centros de información y asistencia técnica, y de las universidades (fomentando los vínculos universidad–empresa). Algunos elementos esenciales para la creación de dicho "ambiente" son:

En primer lugar, si bien se justifica la intervención estatal en este campo, una estrategia sana debe reconocer, apoyar y reforzar las tendencias del mercado²¹. Existen opiniones divergentes sobre la medida en que el Estado dirige la actividad económica en los países del sudeste asiático, pero nadie negaría que el grado de intervencionismo es sustancialmente menor (también más flexible) que en América Latina²². Las decisiones se toman luego de un amplio proceso de consenso con el sector privado, y a ún la promoción de industrias "nacientes" se basa en el mercado, mediante la promoción de sectores que ya han mostrado un relativo potencial en materia de producción y dinamismo²³.

En el campo de interés específico de este trabajo, el desconocimiento de la anterior condición podría llevar a que los institutos públicos de investigación (también, por supuesto, las universidades públicas) produjeran un bien que no guarda relación alguna con las

²⁰ Stewart (1982), p. 86.

²¹ Ello es aún más claro para la adopción y transferencia de tecnología que para la investigación básica.

²² Pack y Westphal (1986), p. 86. Por supuesto, el estado también invierte directamente en algunos campos en que el mercado no es suficientemente dinámico o "confiable".

²³ Pack y Westphal (1986), pp. 98-99.

necesidades del sector productivo, justificándose quizá una política que les obligue a cubrir parte de su presupuesto mediante el cobro de sus servicios al sector privado.

Segundo, es necesario contar con un ambiente estable a mediano plazo, combinado quizá con amenazas esporádicas (y reales) de "apertura" y competencia. Katz (1984) sugiere que es necesario "contar con períodos de estabilidad macroeconómica, incrementos paulatinos en demanda, y bajos niveles de incertidumbre que permitan a las firmas reexaminar sus acciones y desarrollar y depurar diseños y tecnología"²⁴. Además, la experiencia de otros países revela la importancia de un relativo grado de competencia que evite el anquilosamiento del sector productivo.

El planteamiento anterior es válido en varios campos. La protección externa (arancelaria y para-arancelaria) es un factor que va en detrimento de la innovación²⁵, pero una liberación total aniquilaría la industria nacional. De otra parte, la estructura ideal para fomentar la innovación se encuentra en un punto medio entre la competencia perfecta y el monopolio puro²⁶.

Tercero, es fundamental implementar un sistema que conlleve premios (castigos) a la eficiencia (ineficiencia). Dadas las dificultades para evaluar eficiencia y logro en forma permanente, los países del sudeste asiático han atado su sistema de premios y castigos al éxito exportador de las firmas y sectores. Es mejor subsidiar las exportaciones que la producción, ya que así se garantizan dos objetivos (mayor producción y mayor eficiencia) en forma simultánea.

Cuarto, es necesario contar con la oferta adecuada de capital humano (mano de obra calificada, ingenieros, administradores) en el momento en que la firma lo requiera. Por ello, la

mejor política industrial podría consistir en la formación de recursos humanos para el futuro. La educación primaria y secundaria son gratuitas en Corea y el cubrimiento de sus programas de educación es total. Este país ha erradicado completamente el analfabetismo²⁷.

Finalmente, las características de la actividad de Investigación y Desarrollo (sección II.C: El papel del Estado) justifican su promoción directa e indiscriminada. Un buen número de países desarrollados y en desarrollo aplican con éxito este tipo de políticas, las cuales serán discutidas en la sección III.

E. La promoción selectiva

Cuando se entra al terreno de la selectividad cabe preguntarse: ¿Deben o no promocionarse sectores y actividades específicos? ¿Con qué criterios y durante cuánto tiempo? La "receta" general es relativamente simple, aun cuando sus implicaciones no son enteramente claras para el caso colombiano: debe descartarse completamente una estrategia selectiva cuando se cuenta con un estado débil, ineficiente y poco flexible, pero la "rentabilidad" social de una estrategia selectiva y discriminada puede ser altísima cuando se implementa en forma adecuada. El subsidio o protección sectorial debe ser de todas formas provisional, con períodos de protección-subsidio que no superen los diez años.

¿Ante estas recomendaciones, cuál es el diagnóstico de la capacidad administrativa del Estado colombiano y cuáles las posibilidades reales de administrar la estrategia "adecuada"?

La teoría económica justifica la protección a sectores nacientes, pero la promoción sectorial (o selectiva) es tarea ciertamente difícil. La evidencia empírica disponible indica que en pocos casos se encuentran procesos de innovación continua y sustancial y que el crecimiento de la

²⁴ Katz (1984), p.27.

²⁵ Bell (1984); Nishimizu y Robinson (1986); para el caso colombiano ver Echavarría (1990).

²⁶ Kamiy y Schwartz (1982).

²⁷ Pack y Westphal (1986), p.92.

productividad es altamente volátil; pocas de las empresas analizadas en los países en desarrollo mantienen un nivel de cambio técnico siquiera comparable al internacional²⁸. Se trata de todas formas de un proceso costoso, ya que el subsidio a firmas y sectores deberá mantenerse por unos diez años antes de que un sector "normal" llegue a ser competitivo²⁹. Esta es la cifra "mágica" para una firma que produce a un costo (costo de los recursos domésticos, DRC) que dobla el precio internacional. Se requeriría de un arancel del 100%, o de un subsidio al valor agregado del 50%, cifras definitivamente superiores a las que recomienda el Banco Mundial³⁰.

Por otra parte, parece ser que pocos países han protegido significativamente los sectores con mayores tasas de innovación. Krueger encuentra una relación negativa entre protección y tasas de cambio técnico para el caso de Turquía, y en Colombia innovan en mayor medida los sectores que cuentan con bajas tasas de protección arancelaria y para-arancelaria³¹. En otras palabras, no se protegen los sectores con alto potencial en materia de cambios en productividad.

Para complicar aún más el panorama, los estudios de Katz (1984) para América Latina, indican que se requiere de estrategias diferentes para distintos tipos de firmas. El autor aconseja concentrar el esfuerzo de promoción en ciertos procesos discontinuos (calderas, turbinas, farmacéuticos, etc.), pues poco puede hacerse en sectores con procesos continuos y con grandes economías de escala.

Como premio de consolación para los defen-

²⁸ Bell, et al. (1984), pp. 113, 114. Se exceptúan quizá el sector metalmecánico.

²⁹ Katz (1984), p. 29; Dahlman, et al. (1987), p. 6. Las industrias de textiles y automóviles emplearon entre 3 y 6 décadas para "nacer" y competir en Japón, y la industria Coreana de textiles requirió de cuatro décadas. La evidencia disponible indica que se requiere al menos de diez años para permitir que un sector sea competitivo.

³⁰ Westphal (1986), p. 262.

³¹ Krueger (1984); Echavarría (1990).

sores de las políticas selectivas, Westphal et al. (1981) muestran que los períodos de maduración han descendido en Corea. La inversión en capital humano y en innovación tecnológica es costosa en un comienzo, pero desciende en las etapas posteriores. El sector de astilleros requirió de sólo dos años para "madurar".

La evidencia histórica ilustra, sin embargo, cuán "rentable" puede ser una política estatal agresiva. Así se ha hecho en los países del sudeste asiático, aun cuando las características de la promoción apenas ahora comienzan a ser entendidas. El Estado utilizó altos aranceles y para-aranceles, aplicó la prohibición de importaciones para bienes producidos localmente, controló las transferencias de tecnología y prohibió la inversión extranjera en ciertos sectores, movió recursos crediticios hacia sectores considerados como prioritarios y creó las grandes firmas comercializadoras³².

Ya se dijo anteriormente que se trata de estrategias de promoción que en esencia refuerzan las directrices del mercado y que sólo en contadas oportunidades inducen dichas señales. Estrategias sumamente flexibles que premian el éxito y castigan el fracaso en unos pocos sectores y cuyos resultados están sistemáticamente atados al éxito alcanzado por las firmas en materia de exportaciones. Más aún, se apoya al oligopolio discriminante que obtenga utilidades en el mercado doméstico (cobrando altos precios) con tal que también produzca para el mercado internacional. No se discrimina en forma sustancial contra aquellas firmas no subsidiadas o promovidas.

Una estrategia selectiva, considerando ya concretamente la actividad de innovación y desarrollo, podría incluir algunos de los siguientes criterios:

Idealmente, los incentivos a la innovación no se deben aplicar en forma indiscriminada, debido a

³² Pack y Westphal (1986), p. 95.

que sus impactos son diferentes, en función de la situación en que cada industria se encuentre en relación con el proceso mismo de innovación.

El proceso de innovación tecnológica difiere según el tamaño de la firma³³. En el caso de las grandes empresas, la investigación y el desarrollo formales son un factor esencial de la innovación tecnológica. Las empresas grandes, por lo general, participan en todas las etapas del proceso de innovación de una manera más activa pues disponen de recursos financieros, científicos y tecnológicos. No ocurre lo mismo en las empresas pequeñas y medianas, las cuales dependen (para su proceso de innovación e investigación básica y aplicada, y particularmente en sus primeras etapas), de instituciones y centros externos.

Es necesario distinguir entre innovaciones "menores" e innovaciones "radicales"³⁴. Rattner establece diferencias entre innovaciones primarias y secundarias, caracterizando las primeras por cambios profundos en la tecnología convencional utilizada, y las secundarias por alteraciones pequeñas en la búsqueda de aumentos de productividad o de mejoras en la calidad de los productos.

La diferenciación sectorial y de nuevas tecnologías permite seleccionar algunos sectores que pueden ser incentivados, con una acción más decidida por parte del Estado. En el caso de nuevas industrias y tecnologías (microelectrónica, informática, biotecnología, nuevos materiales), Marcovitch³⁵, recogiendo la experiencia de los países desarrollados, muestra que en estos campos la acción del Estado es fundamental, debido a que en ellos la innovación tecnológica requiere de largos períodos de investigación y desarrollo; se exige de otra parte grandes inversiones; es prioridad nacional, y necesita de la coordinación gubernamental, por

exigir la participación de diversas empresas, que concurren a un mismo mercado.

III. INCENTIVOS A LA INNOVACION TECNOLOGICA EN DIVERSOS PAISES

A. Clasificación

Los incentivos generales a la innovación tecnológica se pueden clasificar en directos, indirectos y mixtos. Los primeros son: financiamiento directo, participación en el riesgo y financiamiento participativo. Los incentivos indirectos incluyen deducciones de impuestos y aranceles, incentivos de mercado, administrativos y mixtos.

1. *Incentivos Fiscales*

–Impuesto sobre las utilidades: permite la deducción de gastos corrientes y de inversión asociados a investigación y desarrollo. Utiliza dos modalidades: deducciones sobre la totalidad del gasto o descuentos únicamente sobre el nuevo gasto (gasto incremental). Los créditos fiscales pueden o no tener carácter progresivo. En ocasiones se permiten modalidades de depreciación acelerada con propósitos similares.

–Deducciones impositivas para las contribuciones y donaciones. Se puede deducir de los impuestos los aportes a universidades y centros de investigación para actividades de investigación y desarrollo tecnológico.

–Deducción de aranceles y paraaranceles sobre bienes importados.

–Deducción del impuesto a las ventas, tanto para el caso de bienes intensivos en Investigación y Desarrollo, como para la venta de conocimientos provenientes de tales gastos.

2. *Incentivos de mercado*

Uso del poder de compra del gobierno; proyectos especiales contratados por los gobiernos; y establecimiento de reservas de mercado para determinadas industrias con base tecnológica y de carácter estratégico.

³³ Naciones Unidas (1984).

³⁴ Rattner, H., (1990).

³⁵ Marcovitch, J., et al. (1990).

3. Incentivos administrativos y legales

Agilización de procesos; participación de los diferentes organismos gubernamentales vinculados a actividades científicas y tecnológicas para facilitar el "paquete" tecnológico; protección en materia de patentes.

4. Incentivos mixtos

Formación de recursos humanos de alto nivel, establecimiento de fondos destinados a promover las innovaciones tecnológicas.

B. Ventajas y desventajas de los diferentes sistemas

Existen aspectos positivos y negativos en la utilización de diferentes modalidades de incentivos:

1. Los incentivos directos permiten establecer un control más efectivo por parte del gobierno, en lo que se relaciona con los recursos efectivamente utilizados en investigación y desarrollo tecnológico. Bajo esta modalidad pueden seleccionarse sectores, programas y proyectos según prioridades previamente establecidas; es posible integrar proyectos y apoyar grupos de investigación y desarrollo tecnológico de reconocida capacidad y excelencia en forma selectiva; puede garantizarse la estabilidad financiera y la rentabilidad de los paquetes de proyectos, con plazos determinados y con resultados específicos.

Para el caso de América Latina, Avalos³⁶ destaca la importancia del financiamiento directo por el escaso desarrollo del mercado de capitales en la mayoría de los países de la región. Sin embargo este tipo de incentivos debería contemplar todas las etapas que hacen exitoso un proceso de innovación tecnológica, incluyendo su comercialización. Ello no ha sucedido en los países en desarrollo, que se limitan a financiar la investigación misma, sin cubrir las etapas finales

relacionadas con la comercialización del producto³⁷

Su principal desventaja reside en que se requiere de un proceso de negociación previo que dificulta un flujo permanente y estable en materia de innovación. De otro lado la selectividad supone alta eficiencia y flexibilidad por parte de quien administra los recursos o quien implementa el programa.

2. Los incentivos indirectos permiten inducir la investigación y el desarrollo con rapidez, flexibilidad, bajo costo administrativo, cubrimiento nacional, con cierta autonomía decisoria, con selectividad (quizá para proteger ciertas actividades económicas), e igualmente benefician la cooperación e integración empresarial y la vinculación de éstas con centros y núcleos de investigación y desarrollo tecnológico.

En cuanto a las desventajas que se les atribuye a los incentivos indirectos merecen mencionar: la discriminación contra nuevas empresas que aún no brindan utilidades; su no concordancia con otras políticas del Estado y la dificultad para controlarlos montos gastados en el programa, dada la discrecionalidad con que cuentan las empresas para decidir qué rubros se consideran o nó bajo Investigación y Desarrollo.

C. Experiencias en diferentes países

La caracterización del proceso de Investigación y Desarrollo y de apropiación de tecnología en general (Sección II.C: El papel del Estado) justifica plenamente que el gobierno intervenga directamente en la escogencia de las técnicas de producción convenientes para el país, que promueva las importaciones de tecnología en condiciones favorables y que estimule el desarrollo de agentes especializados en el campo.

Brasil y México han desarrollado centros de información tecnológica que cobran sumas

³⁶ Avalos, I. (1990).

³⁷ Naciones Unidas UNCTAD, (1984).

pequeñas de dinero a aquellas firmas o agentes que utilizan sus bancos de datos. Además, dado que pocas firmas poseen la capacidad para evaluar apropiadamente técnicas de producción, corresponde al Estado el proveer y subsidiar la creación de dicha capacidad. Estos dos países también mantienen agencias estatales que subsidian los proyectos de costo-beneficio requeridos para evaluar tecnologías alternativas y se subsidia y financia el entrenamiento técnico y las compras de equipo en las firmas consultoras que adelantan dichos estudios³⁸.

Con base en Marcovitch³⁹, a continuación se describen y evalúan los diferentes incentivos -fiscales principalmente- implementados en Estados Unidos, Canadá, Europa, Japón, Corea, India y Brasil. En el Cuadro 1, se presenta un resumen.

Todos los países analizados consideran como gasto la totalidad de la inversión en investigación y desarrollo, y el empresario puede depreciar aceleradamente su maquinaria y equipo; Canadá, Corea, e India permiten depreciar la totalidad de la maquinaria (90% en Corea) en un solo año.

La mayoría de países conceden deducciones adicionales sobre el impuesto a la renta. Una parte del "crédito fiscal adicional" se concede en Corea sobre el gasto total en Investigación y Desarrollo, y otra parte sobre su incremento con respecto al promedio de los dos años anteriores.

Cuatro de los países estudiados (Estados Unidos, Francia, India y Brasil), permiten deducir como gastos la totalidad de las contribuciones hechas por las empresas a las universidades e institutos de investigación.

Se presenta una diferenciación importante entre Japón y los otros países desarrollados incluidos en el Cuadro 1. Mientras que los subsidios son de carácter general en los Estados Unidos y Europa,

Japón favorece los sectores estratégicos y diferencia las pequeñas y grandes empresas. Los incentivos generales han perdido importancia en dicho país durante los últimos años.

Corea, India y Brasil permiten la deducción de aranceles sobre bienes importados, cuando éstos guardan relación con la actividad de Investigación y Desarrollo. En Corea, los aranceles se reducen en 65% para una lista de 223 ítems considerados esenciales para los programas prioritarios de desarrollo tecnológico del país. Los laboratorios gubernamentales de investigación gozan de una reducción del 90% de los impuestos de importación.

La experiencia brasileña es de especial relevancia para el caso colombiano. Después de aplicar políticas selectivas durante varios años, la comisión establecida recientemente para diseñar una nueva política en el área, señaló que todo incentivo debe ser de carácter general y de aplicación automática. A continuación se describe la experiencia individual en cada país, en cuanto al establecimiento de incentivos a la innovación tecnológica.

1. Estados Unidos

Hasta 1954 todos los gastos en Investigación y Desarrollo, inclusive los salarios, eran tratados en forma idéntica a la inversión. A partir de ese año se estableció la posibilidad de deducción inmediata de los gastos corrientes dedicados a Investigación y Desarrollo y la amortización de los gastos en un período de hasta cinco años, el cual se iniciaba a criterio de la empresa cuando el producto obtenido se introdujera en el mercado. También se dictaminó que los costos de investigación contratada externamente podían deducirse plenamente en el año en el cual se efectuaron.

Posteriormente, en 1982, se determinó que las empresas podían obtener un "crédito" de hasta el 20% sobre el aumento en los gastos de Investigación y Desarrollo, definiendo una base dada por la media de estos gastos en los tres

³⁸ Dahlman, et. al. p. 15.

³⁹ Marcovitch, et. al. (1990).

Cuadro 1 **COMPARACION ENTRE LOS INCENTIVOS FISCALES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO CONCEDIDOS A LOS PAISES ANALIZADOS**

LEGISLACION	E.U.A.	CANADA	FRANCIA	JAPON	COREA	INDIA	BRASIL
I. IMPUESTO SOBRE LA RENTA							
Deducción Anual de Gastos Corrientes	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %
Depreciación Anual de Gastos de Capital							
-Equipos	33.00 %	100.00 %	40.00 %	20 a 30 %	90.00 %	100.00 %	10.00 %
-Instalaciones	20 a 33 %	—	50.00 %	—	—	20 a 50 %	25.00 %
Crédito Fiscal (Adicional)	20% sobre el aumento gastos propios o contratados externamente	20 a 33% del de los gastos en Investigación y Desarrollo	15 a 20% de las inversiones en Investigación y Desarrollo limitadas a un máximo de 25000 ff por nuevo empleo creado (Credit d'iapot recherche) un incremento del 30% a los gastos de Investigación y Desarrollo sobre la base de los dos años anteriores con un máximo de 3 millones de ff. Si el valor es superior al impuesto pagado la empresa recibe la diferencia. un incremento del 25% a los gastos de formación de profesionales en base al año anterior con un máximo de un millón de ff.	6 a 15% del impuesto devuelto 7% de gastos con activos en sectores estratégicos	10% de los gastos más un 10% del incremento de los gastos sobre la base de los dos años anteriores, con un máximo del 30% del impuesto sobre la renta devuelto. 8% del costo de equipos (opcional según la depreciación acelerada).		100% de los gastos limitado al 8% del I.R. debido.
Diferido	Retroactivo a 3 años ó 15 años en adelante	Indefinido	—	—	—	—	—
Donaciones (Universidades e Institutos de Investigación)	100% del valor (para equipos, un valor intermedio entre el precio de costo y precio en el mercado.	—	100% del valor del costo	—	—	100% del valor del costo	100% del costo, limitado a 100% de lo recibido.
Fondo de Inversión	—	—	—	—	20% a 30% del Impuesto de Renta devuelto.	—	—
II. OTROS IMPUESTOS							
Importación Activos Investigación y Desarrollo	—	—	—	—	65% a 90% del valor FOB	Exentos *	Exentos *
Ventas (circulación en el mercado)	—	—	—	—	—	—	—
Know-How (patentes)	—	—	15% del impuesto a la Renta.	—	—	—	—

* Sólo para instituciones sin ánimo de lucro.

FUENTE: Marcovitch, 1990.

años anteriores. Si el monto del crédito excedía el valor del impuesto que debía pagar la empresa, este exceso podía diferirse hasta en 15 años. Sin embargo, en 1986 se restringió la definición de Investigación y Desarrollo para la obtención de crédito.

En la legislación tributaria existe también el sistema de depreciación acelerada de los equipos destinados a actividades de Investigación y Desarrollo, los cuales pueden ser depreciados en tres años. En cuanto a los equipos donados a las universidades, se deducen por un valor que fluctúa entre el costo y el precio del mercado.

2. *Canadá*

Se permite la deducción en forma inmediata del 100% de los gastos corrientes y de capital dedicados a Investigación y Desarrollo, así como la depreciación anual del 100% de los gastos de capital, referidos a equipos.

Existe en la legislación tributaria el 'crédito fiscal adicional' sobre gastos elegibles de capital, que opera entre el 20% y el 35%. Este crédito es sobre el impuesto causado en el ejercicio anual y su pago puede ser diferido hasta en cinco años.

Para efecto tanto de los créditos fiscales como de los demás incentivos establecidos, se consideran los siguientes gastos: pagos por investigación científica realizados por la propia empresa o por terceros; pagos a asociaciones, universidades, institutos de investigación y entidades similares y, finalmente, pagos realizados a corporaciones localizadas en el país.

3. *Europa*

Casi la totalidad de los países europeos hacen uso de incentivos fiscales para efectos del fomento a la innovación tecnológica en la industria. Inglaterra y Dinamarca permiten la depreciación instantánea de los gastos de capital. Por su parte, Austria, Francia y Bélgica solamente permiten que parte de esos gastos se deprecien en forma instantánea, distribuyendo

los saldos durante el período de vida útil de los bienes.

Alemania y España ofrecen crédito fiscal sobre el incremento de los gastos de investigación o sobre el valor absoluto de esos gastos en el año en que se efectúan.

En Alemania, para el establecimiento de incentivos, tienen prioridad las actividades relacionadas con la difusión de tecnologías y el esfuerzo de llevar al mercado los resultados obtenidos en los laboratorios.

En el caso de Francia, en el cual el estudio en mención hace énfasis, existe la deducción del 100% de los gastos corrientes (incluso aquellos dedicados a investigación y desarrollo). En cuanto a los gastos de capital, se permite la depreciación acelerada de los equipos y de las instalaciones, con un valor del 50% para el primer año en los primeros, y del 40% en las segundas.

Las empresas francesas tienen derecho a un crédito fiscal del 15% al 20% para gastos en Investigación y Desarrollo, el cual tiene una cifra límite. En el caso de nuevas empresas, éstas se pueden beneficiar en el año de su creación, de un crédito del impuesto equivalente al 25% de los gastos de investigación llevados a cabo en dicho período. Los productos de la investigación (ganancias por venta de licenciamiento de patentes, conocimiento y otros derechos similares) reciben un tratamiento tributario favorable, consistente en una reducción del impuesto del 15%. Como gastos en Investigación y Desarrollo se consideran los siguientes: personal, los realizados externamente, de operación, de amortización y obtención de patentes.

4. *Japón*

Los incentivos de carácter general a las actividades de Investigación y Desarrollo han venido perdiendo importancia en los últimos años. La legislación tributaria favorece, por una parte, a los sectores estratégicos o prioritarios de

la política tecnológica japonesa y, por la otra, establece una diferenciación entre las grandes y las pequeñas empresas.

Sigue existiendo la deducción total de los gastos corrientes, la depreciación anual de los equipos (20% al 30% en el primer año) y el crédito fiscal sobre el impuesto causado. En este crédito se favorecen las empresas dedicadas a actividades en sectores de tecnologías básicas.

5. Corea

Existe la deducción total anual de los gastos corrientes involucrados en actividades de Investigación y Desarrollo. Adicionalmente se permite una reducción del 10% del impuesto calculado, más otro 10% del incremento de los gastos de Investigación y Desarrollo, verificados sobre la media de los dos años inmediatamente anteriores. Estas reducciones no pueden sobrepasar el 30% del impuesto debido. Las empresas pueden además depreciar los gastos efectuados en equipos y plantas pilotos en un porcentaje hasta del 90% en el primer año y optar por un crédito fiscal del 8% del costo del equipo.

Una innovación comercializable en nuevas tecnologías genera una deducción fiscal del 8% al 10% sobre la inversión de capital o sobre los impuestos de renta.

Las nuevas pequeñas y medianas empresas intensivas en tecnología, están exentas del impuesto a la renta por cuatro años y gozan de una reducción de la mitad de sus impuestos en los dos años siguientes.

Existen también incentivos orientados a la reducción de impuestos de importación, promoción de servicios de ingeniería, promoción de capital de riesgo y reducción de impuestos locales.

El incentivo más importante es el del Fondo de Reserva para el Desarrollo Tecnológico. Cualquier empresa puede reservar al inicio del año

fiscal, una cantidad de fondos para Investigación y Desarrollo, que es reconocida como una pérdida para efectos tributarios. El fondo creado puede alcanzar el 20% de la renta bruta de la empresa y el 30% en el caso de empresas intensivas en tecnología. Se exige que la empresa presente un programa de Investigación y Desarrollo al Ministerio de Ciencia y Tecnología y use los recursos en un plazo máximo de cuatro años.

6. India

Se da la deducción integral de los gastos de Investigación y Desarrollo clasificados como corrientes y se extiende la exención a los gastos en bienes de capital; en cuanto a la depreciación en plantas y equipos necesarios para el desarrollo de innovaciones, se permite hasta el 50% en el primer año.

Otros incentivos considerados son: deducción del 100% de las donaciones hechas a entidades de investigación; exención de impuestos de importación de bienes necesarios para investigación y concesión de auxilios tributarios a la exportación de tecnología.

7. Brasil

En el documento se analizan claramente tres períodos: antes de 1988, entre 1988 y 1990 y a partir de marzo de 1990.

a. Primer período

Se eximieron de derechos de importación los bienes dedicados a Investigación y Desarrollo; se redujo el impuesto de renta a las instituciones de investigación; se permitió la depreciación acelerada para bienes de capital relacionados con los sectores de recursos minerales e informática; y se permitió la deducción de los gastos correspondientes al entrenamiento de recursos humanos.

b. Segundo período

Durante este lapso se ampliaron los incentivos así: reducción del 90% del impuesto de impor-

tación de equipos de investigación; deducción del 8% del impuesto de renta causado por las empresas e invertido en gastos corrientes de Investigación y Desarrollo; depreciación acelerada de gastos de capital; amortización de bienes intangibles en el año de adquisición; crédito del 50% del impuesto de renta para pagos al exterior por concepto de transferencia de tecnología y exención del 50% de los impuestos de importación sobre materias primas, productos intermedios y piezas de reposición.

c. Tercer período

A partir de marzo del 90, el gobierno terminó con todos los incentivos y subsidios vigentes. En la nueva política industrial se le concede una importancia fundamental a la capacitación tecnológica de la industria; se concibe que la modernización está vinculada a la capacitación tecnológica en las empresas, entendida ésta como la capacidad de seleccionar, absorber, mejorar o desarrollar tecnologías. Igualmente en la política trazada se les asigna un papel importante a las actividades científicas y tecnológicas en sus diversos aspectos.

Una comisión establecida por el nuevo gobierno es la encargada de diseñar nuevos incentivos para el área tecnológica, con el criterio de que los instrumentos que se implementen deben ser de carácter general y de aplicación automática.

En junio de 1990 fueron aprobadas las directrices generales para la política industrial y de comercio exterior de Brasil. Dentro de las estrategias adoptadas se encuentra la capacitación tecnológica de las empresas, entendida como la capacidad de seleccionar, licenciar, adaptar, absorber, mejorar o desarrollar tecnologías nacionales o importadas a través de una protección tarifaria selectiva para las industrias de tecnología de punta y para el apoyo a la difusión de innovaciones en los demás sectores de la economía. Lo anterior enmarcado en la filosofía de que la tecnología pasa a tener al mercado como referencia y la empresa será el agente fundamental para la estrategia de capacitación tecnológica. Se considera que el financiamiento

y los incentivos se deberán dirigir hacia la empresa, y que ésta a su vez será estimulada para contratar con institutos, universidades y pequeñas y medianas empresas tecnológicamente dinámicas. Igualmente, la ley considera que las agencias federales de crédito deberán definir sus operaciones aumentando los volúmenes de financiamiento para la capacitación tecnológica de la industria.

Las acciones para el apoyo a la capacitación tecnológica de la industria contemplan la creación y fortalecimiento de las condiciones externas a las empresas (formación y desarrollo de recursos humanos, concientización y motivación, desarrollo y difusión de métodos de gestión tecnológica, adecuación de infraestructura tecnológica y consolidación de redes de información tecnológica), y el apoyo directo a las empresas (investigación y desarrollo, desarrollo de programas estratégicos y de parques tecnológicos, compra y absorción de tecnologías, y apoyo al mercadeo tecnológico).

En septiembre del 90 se establecieron los siguientes incentivos fiscales para la capacitación tecnológica de la industria brasileña: deducción hasta un límite del 8% del impuesto de renta debido; exención de impuestos sobre productos industrializados para máquinas y equipos utilizados en investigación y desarrollo tecnológico industrial; depreciación acelerada de máquinas y equipos de producción nacional; amortización acelerada, mediante deducción, como costo de los gastos operacionales y de los gastos relativos a la adquisición de bienes intangibles vinculados a actividades de investigación y desarrollo tecnológico industrial; crédito del 50% del impuesto de renta y reducción del 50% del impuesto sobre operaciones de crédito; deducción para las industrias de tecnologías de punta o de bienes de capital no seriados, de la suma de los pagos hechos en el país o en el exterior hasta un límite del 10% de la renta líquida resultante de la venta de los productos provenientes de la aplicación tecnológica.

D. Impacto de los subsidios sobre los gastos de Investigación y Desarrollo

Existen múltiples dificultades para evaluar el impacto, ventajas y desventajas de los diferentes tipos de incentivos: ¿qué es innovación y cómo medirla? ¿cómo encontrar el efecto directo de los incentivos y "descontar" la influencia de otras variables 'externas'?

Debe anotarse, sin embargo, que las evaluaciones han sido importantes, puesto que además de comprobar la eficacia de los incentivos, llevan a replantear la lógica de la legislación vigente y a modificar los sistemas de incentivos del momento.

En un estudio de Hall y Jorgenson⁴⁰ se demuestra cómo las medidas de depreciación acelerada adoptadas en los Estados Unidos, después de 1954 tuvieron un efecto importante sobre los gastos en maquinaria y equipo.

La inversión en Investigación y Desarrollo es un insumo en el proceso de producción de la firma, y posiblemente está determinada por variables similares a las que condicionan la inversión en planta y equipo: el nivel de producción (el llamado acelerador), los precios relativos⁴¹, y la capacidad sub-utilizada, entre otros. En esta dirección, el estudio de Nadiri y Bitros⁴² para los Estados Unidos, encuentra que un aumento del 100% en producción eleva los gastos en Investigación y Desarrollo en un 20% y una caída en la relación salario-costo del capital del 100% eleva los gastos de Investigación y Desarrollo en un 25%. El estudio también indica que el capitalista ajusta sus gastos en Investigación y Desarrollo mucho más rápido que el stock de capital físico.

Marcovitch⁴³ revisa diferentes estudios que ana-

lizan la evidencia empírica en lo que respecta al impacto de los subsidios sobre los gastos de Investigación y Desarrollo, mediante el cálculo del aumento de los gastos en Investigación y Desarrollo en comparación con la renuncia fiscal del gobierno. Los estimativos sobre esta relación varían según los estudios analizados. Es así como para los Estados Unidos, que trabajan con un estimativo de elasticidad-precio de la demanda de 0.2 y 0.5 se calcula esta relación entre el 15% y el 36%; para el caso de Canadá, utilizando una metodología de encuestas, algunos estudios encuentran que la relación entre el aumento de los gastos de Investigación y Desarrollo y la renuncia fiscal es del orden del 30% al 40%.

Para los casos considerados dentro del estudio en mención, se utilizaron diferentes metodologías: estimativos econométricos de la relación entre los gastos de Investigación y Desarrollo y sus costos después de impuestos, o sea el cálculo de elasticidades-precio de la demanda; estimativos econométricos de los efectos del flujo de caja corporativo; evidencias de las declaraciones de impuestos de renta; evidencias de series temporales agregadas; evidencias de gastos de la empresa y, finalmente, evidencias de cuestionarios sobre el impacto del crédito. En los países en desarrollo no se ha estudiado de manera sistemática ni el carácter, ni los objetivos y efectos de las medidas de incentivos adoptadas para la innovación tecnológica.

IV. PROPUESTA PARA EL CASO COLOMBIANO

A partir de los anteriores planteamientos es posible diseñar una política de ciencia y tecnología para el país. La segunda sección del trabajo hizo énfasis en el papel del sector productivo como agente fundamental del cambio técnico y en la importancia de la acumulación de cambios "menores" en la empresa. Se resaltó, además, la relevancia de una política macroeconómica estable (combinada con "amenazas") y la necesidad de contar con una oferta adecuada: una fuerza de trabajo calificada y una

⁴⁰ Jorgenson, D. y R. Hall (1987).

⁴¹ La relación entre el costo del capital y el salario. El costo de capital incluye la tasa de interés, la depreciación, los impuestos y los subsidios entre otros.

⁴² Nadiri, M. y G. Bitros (1980), pp.396-399.

⁴³ Marcovitch, J., et al. (1990).

comunidad científica lista a responder a las demandas del sector productivo. Como resultado de ello se afirma que la mejor política industrial consiste en la formación de recursos humanos para el país.

En la tercera sección se mencionaron los incentivos que conceden los países considerados a la innovación. Japón y Corea han optado por incentivos más específicos y selectivos, mientras que Francia, Canadá y Estados Unidos operan con incentivos generales. Se señaló que la estrategia selectiva puede ser altamente "rentable" si se cuenta con un Estado relativamente eficiente que logre adoptar políticas válidas en un ambiente de concertación con el sector privado, pero que nada garantiza el éxito de dicha política. En este sentido un ejemplo sintomático es que el Plan de Ciencia y Tecnología adoptado en Brasil haya renunciado parcialmente a los incentivos de carácter selectivo. Finalmente, se ilustró cómo el cambio técnico está estrechamente vinculado a los gastos en Investigación y Desarrollo y cómo éstos responden en forma relativamente rápida a los subsidios destinados a tal fin.

La situación colombiana actual en materia de ciencia y tecnología es ciertamente preocupante. La formación de mano de obra calificada no recibe la atención que merece, el monto de los gastos en investigación y desarrollo es bajo con relación a otros países en desarrollo y las empresas no muestran mayor interés en apoyarse en la universidad o en otros centros para innovar ni en colaborar entre sí.

Este panorama necesariamente cambiará en los próximos años. La "apertura" económica obligará a las firmas a competir en los mercados internacionales y a innovar. La forma en que se especialice el país dependerá en parte de la política tecnológica que se adopte y de la respuesta de las firmas a los nuevos incentivos y presiones. Las ventajas comparativas se crearán como resultado del tipo de innovación implementado⁴⁴.

El Gobierno Nacional ha presentado propuestas en dicha dirección. Ha decidido incorporar las actividades de ciencia y tecnología a la estrategia de desarrollo y adoptará reformas importantes en el campo, gracias a las facultades extraordinarias de que dispone hasta febrero de 1991.

A continuación se esbozará la situación actual del país en el área de ciencia y tecnología y, posteriormente, se presentarán recomendaciones concretas en este campo.

A. La situación actual

Al nivel más general, la política macroeconómica colombiana ha sido relativamente estable y las tasas de crecimiento satisfactorias (al menos en relación con otros países de América Latina), comparables a las de los países en desarrollo.

Sin embargo el país carece de una fuerza de trabajo educada. El número de años de educación promedio (para personas mayores de quince años) apenas asciende a 7 años, en comparación con 13 y 14 años en Corea, Taiwán o en los países desarrollados. El número de ingenieros por cada 100.000 habitantes era 367 en 1987, comparado con 548 en Corea y 594 en Singapur⁴⁵.

Las deficiencias también son enormes al considerar los gastos en Investigación y Desarrollo, que apenas llegan al 0.1% del PIB en Colombia (1.8% en Corea, 2.8% en Japón, y 3% en Suecia). Por lo anterior, para un grupo de países (América Latina, Estados Unidos, Japón, Alemania y Colombia), Urrutia (1990) encuentra que la participación relativa de Colombia en población y PIB es quince veces su peso en los gastos en Investigación y Desarrollo y 150 veces su participación en la formación de autores científicos.

De otra parte, las empresas colombianas no

⁴⁴ Chaparro, F. (1990).

⁴⁵ Urrutia (1990), Cuadros 4 y 7.

invierten en Investigación y Desarrollo ni están interesadas en cooperar con las universidades, los centros de investigación o las otras empresas⁴⁶. Los gastos en Investigación y Desarrollo en las firmas son ciertamente bajos. El pago de regalías equivale al 6% de los gastos en publicidad y al 5% de los pagos por intereses⁴⁷.

A continuación se presentan algunos de los mecanismos concretos que existen en Colombia para el fomento de la innovación y el cambio técnico (todos ellos relacionados con la política actual de Colciencias):

1. *Créditos para proyectos de desarrollo tecnológico*

a. Las tasas de interés para proyectos de Investigación y Desarrollo son sustancialmente menores (8-12 puntos) a las de "mercado", y disminuyen aún más (3 o 4 puntos) cuando la empresa vincula centros de investigación a sus proyectos o cuando el proyecto de desarrollo tecnológico contribuye a la solución de problemas sociales⁴⁸. Se conceden descuentos adicionales (1 a 4 puntos) en los proyectos de desarrollo tecnológico que generan exportaciones.

b. Se conceden períodos de gracia mediante los cuales solamente se pagan intereses durante la vida del proyecto; la amortización puede hacerse hasta por un límite de seis años. Infortunadamente, el período de gracia y de amortización de los créditos es independiente del resultado del proyecto.

c. Para respaldar los créditos, los empresarios tienen que presentar garantías reales, constituidas básicamente por hipotecas y pignoraición de equipos. La garantía es del 120% del valor del crédito.

d. Montos financiables: se financia hasta el 60% del valor del proyecto. El 40% restante es contrapartida de la empresa, que puede ser en especie o en costo incremental.

2. *Créditos condicionales de riesgo compartido*

Estos no operan aún, pues corresponden a la segunda fase del proyecto BID. Sus características son las siguientes: plazos de amortización de doce años y bajas tasas de interés (similares a las de los créditos anteriores). La modalidad actual castiga el éxito, debido a que la empresa exitosa (definido a criterio del financiador) deberá pagar 10 puntos de interés por encima de lo pactado, y repagar la totalidad del crédito. La empresa que fracasa sólo repaga el 50% del crédito.

3. *Fondos de desarrollo tecnológico*

Existen diversos fondos que guardan relación con las etapas de desarrollo tecnológico de los proyectos: el Fondo de Desarrollo Tecnológico de la Pequeña y Mediana Empresa, de la Corporación Financiera Popular, líneas de préstamo y de donaciones de FONADE, líneas concedidas por Promotoras Regionales de Inversión⁴⁹ y líneas de crédito de PROEXPO para la financiación de equipos de control de calidad para las exportaciones.

4. *Deducciones tributarias*

Los recursos corrientes destinados a Investigación y Desarrollo en las empresas, al ser considerados como gastos desde el punto de vista contable, no forman parte del impuesto de renta.

B. Propuestas

La situación de diversos países desarrollados y de industrialización reciente, muestra que el

⁴⁶ Echavarría, J.J. (1990).

⁴⁷ Echavarría, J.J. y Pilar Esguerra (1990), p.32.

⁴⁸ Por ejemplo, para proyectos que desarrollan tecnologías de suministro de agua potable para municipios menores de 100.000 habitantes.

⁴⁹ De carácter mixto, y que en una política futura de desarrollo tecnológico pueden ser un posible enlace para la creación de empresas de base tecnológica.

establecimiento de incentivos a la innovación tecnológica es fundamental en contextos de apertura económica. Tomar esta experiencia, adecuarla a nuestra propia realidad y modernizar los diferentes instrumentos de política científica y tecnológica hasta hoy existentes, constituye un gran reto para la sociedad colombiana y la modernización de la economía.

Todos los países considerados en la sección III, mantienen una política agresiva en materia de subsidios de uno u otro tipo a la investigación y el desarrollo. Una primera sugerencia sería entonces la de adoptar en Colombia políticas similares a las descritas: depreciación acelerada para inversión en Investigación y Desarrollo, deducciones y créditos, fiscales. Es también conveniente desgravar las donaciones concedidas a las universidades y a centros de investigación y otorgar aranceles especiales a la importación de equipos destinados a dicho fin. Finalmente, puesto que las actividades relacionadas con la Investigación y Desarrollo son generalmente de alto riesgo, sería ventajoso crear fondos tanto de capital de riesgo como de garantías.

1. Criterios generales para el diseño de incentivos

La presente sección desarrolla y complementa las sugerencias antes planteadas. Se agrupan los diferentes incentivos potenciales en fiscales, financieros e institucionales. Todos ellos deben permitir vínculos estrechos entre las entidades financieras y las empresas innovadoras.

Cada tipo de incentivos está referido a las distintas actividades que puede comprender el proceso de innovación tecnológica: inversiones nuevas en infraestructura científica y tecnológica; realización de programas de desarrollo tecnológico precompetitivos; organización de programas de innovaciones tecnológicas menores; entrenamiento y formación de recursos humanos; creación de empresas de base tecnológica, gestión tecnológica y, finalmente, difusión y comercialización de innovaciones tecnológicas.

2. Incentivos

a. Financieros

La propuesta de mecanismos de financiamiento directo de las actividades tecnológicas en las empresas comprende cuatro modalidades de créditos: blandos, mixtos, condicionales y aportes de capital.

Los créditos blandos permitirán el financiamiento de inversiones nuevas para la constitución de Núcleos de Innovación Tecnológica (NITs) en las empresas, centros tecnológicos sectoriales, incubadoras, parques tecnológicos, empresas o entidades cooperativas de investigación y desarrollo y en firmas de ingeniería y consultoría tecnológica.

Estos se orientarán a financiar programas de desarrollo tecnológico "precompetitivo", programas de innovación en productos y procesos, gestión tecnológica, difusión y comercialización de innovaciones y creación de empresas de base tecnológica.

Los créditos mixtos permitirán combinar recursos reembolsables y no reembolsables para un mismo programa. Las empresas podrán beneficiarse de esta modalidad exclusivamente en los siguientes casos:

- Inversiones nuevas en infraestructura científica y tecnológica, compartidas entre grupos de empresas, la universidad y el gobierno.

- Realización de programas de desarrollo tecnológico precompetitivos que correspondan a prioridades del gobierno.

Los créditos condicionales se destinarán a premiar el éxito de las empresas innovadoras y de algunos de los centros tecnológicos. En los contratos de préstamo, las condiciones favorables de financiamiento dependerán del logro de los objetivos propuestos de antemano en los proyectos, mediante resultados verificables en plazos definidos.

Se harán aportes de capital para la creación de centros tecnológicos mixtos y para la creación de empresas de base tecnológica, entre el Estado y los particulares.

b. Incentivos fiscales

La propuesta de incentivos fiscales para la innovación tecnológica comprende tres modalidades: depreciación acelerada, exenciones tributarias y crédito fiscal.

La depreciación acelerada se aplicará a las compras que realicen las empresas, centros tecnológicos sectoriales, incubadoras y demás organizaciones de fomento a la innovación tecnológica, las cuales estarán referidas estrictamente a la adquisición de equipos destinados a actividades de investigación y desarrollo. Se podrá depreciar en un año la totalidad de la inversión en equipos e instalaciones dedicadas a innovación tecnológica.

Las exenciones tributarias se aplicarán a las empresas que realicen inversiones nuevas en investigación y desarrollo tecnológico o efectúen donaciones a centros tecnológicos sectoriales, incubadoras y a empresas de parques tecnológicos. Las empresas que realicen estas actividades, recibirán una exención del impuesto sobre la renta, correspondiente al total de los montos dedicados a este fin. Lo anterior sin perjuicio de los derechos que tienen las empresas de deducir de los ingresos los gastos corrientes de investigación y desarrollo.

El anterior mecanismo se aplicará a las entidades y empresas que inviertan o donen recursos para la constitución de fondos de desarrollo tecnológico o que compren acciones de centros de desarrollo tecnológico, incubadoras o empresas de parques tecnológicos.

Se disminuirán los impuestos y las barreras a la importación de tecnología; asimismo, las empresas y centros tecnológicos que "vendan" tecnología para el mercado local o el de exportación, tendrán exención tributaria con relación a las utilidades generadas por este

concepto.

La creación de empresas de base tecnológica, en sectores o grupos de productos no existentes en el país, recibirá exención tributaria sobre las utilidades obtenidas durante un período máximo de cinco años.

Para las empresas del sector productivo se establecerá crédito fiscal por valor del 20% de los gastos ocasionados por actividades de investigación y desarrollo. El mismo valor será deducido de los impuestos a pagar en el período en que se ocasionen.

c. Incentivos a entidades financieras

Los incentivos dirigidos a las entidades financieras están orientados a la constitución de fondos de capital de riesgo, fondos de garantías y fondos de desarrollo tecnológico.

Se requieren estímulos para que el sector financiero privado establezca fondos de capital de riesgo relacionados con las actividades de la innovación tecnológica. Adeotato y Stal⁵⁰ establecen tres diferencias básicas entre la oferta de financiamiento tradicional y la oferta de capital de riesgo. El capital de riesgo interviene donde las empresas y proyectos por financiar no satisfacen los criterios de financiamiento tradicional; donde las participaciones representan un nivel de riesgo más elevado que en las operaciones clásicas, compensado por las perspectivas de gran rentabilidad a largo plazo; y finalmente, establece que los operadores de capital de riesgo son "activos" ya que además de los recursos financieros que suministran, asesoran a las empresas financiadas o participan en las mismas.

Al hacer una revisión del funcionamiento del capital de riesgo en diversos países, los mismos autores muestran el tipo de incentivos establecidos, entre los cuales se destacan: reducción de la renta imponible de los perjuicios resultantes de la inversión; disminución de la reserva de

⁵⁰ Adeotato de Souza, J. (1990).

capital de reinversión; desgravación de los dividendos distribuidos y garantías hasta por el 50% de los perjuicios que los fondos puedan sufrir en un período de diez años.

En cuanto al establecimiento de fondos de garantías, éstos se orientarán a las empresas de base tecnológica, que por lo general adolecen de garantías reales suficientes para tener acceso al crédito institucional público y privado. Los fondos estarán constituidos por aportes públicos y privados y su orientación será la de ofrecer

garantías a las entidades que asignen o administren recursos para el fomento de la innovación tecnológica.

Se autorizará a las entidades financieras para que puedan constituir fondos de desarrollo tecnológico, en asociación y/o coordinación con COLCIENCIAS. Los mismos podrán tener carácter general, sectorial o regional y se otorgarán incentivos fiscales y financieros a las instituciones que hagan aportes para su constitución.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adeodato, J. y E. Stal (1990), "Financiamiento de Riesgo para Innovación Tecnológica en la Empresa", en BID-CINDA-SECAB. *Gestión Tecnológica en la Empresa*, Santiago.
- Adeodato, J. (1986), *Instrumentos de Fomento a Innovación Tecnológica*, Buenos Aires.
- Avalos, I. (1990), "Papel del Estado en el Proceso de Innovación Tecnológica", en BID-SECAB-CINDA. *Conceptos Generales de Gestión Tecnológica*, Santiago.
- Baldwin, R. y J.D. Richardson (1974), *International Trade and Finance*, Readings, Little, Brown and Co., Boston.
- Bell, M. et.al. (1984), "Assessing the Performance of Infant Industries". *Journal of Development Economics*, Vol.101-16.
- CEDETI (1980), *La Innovación Industrial y su Tratamiento Fiscal*, Octubre, España.
- CEE (1983), "Orientation of National Policies on Industrial Research and Development". *Development and Innovation in the Member States of the European Communities*, Luxemburg.
- Chaparro, F. (1990), "El Nuevo Contexto de las Políticas de Desarrollo Científico y Tecnológico. Reflexiones Generales", Documento Preparatorio para el Seminario Internacional sobre el Nuevo Contexto de las Políticas de Desarrollo Científico y Tecnológico, CIID-IDRC, Montevideo.
- Chenery, H. et.al. (1986), *Industrialization and Growth. A Comparative Study*, Oxford University Press, Oxford.
- Chen, T.C. y Tang, D. (1987), "Comparing Technical Efficiency between Import-Substitution-oriented and Export-Oriented Foreign Firms in a Developing Economy". *Journal of Development Economics*, Vol.26-2, pp.277-290.
- Dahlm, C. J. et. al. (1987), "Managing Technological Development: Lessons from the NICs". *World Development*, Vol.15-6.
- Dahlm, C. y Sercovich, F. (1984), "Exports of Technology from Semi-Industrial Economies and Local Technological Development". *Journal of Development Economics*, Vol.101.
- Echavarría, J. J. (1990), "Cambio Técnico, Inversión y Reestructuración Industrial en Colombia". *Coyuntura Económica*, Fedesarrollo, Junio, Bogotá.
- Echavarría, J.J. y Pilar Esguerra, "Empresas Transnacionales y Reestructuración Industrial en Colombia". Mimeo, a ser publicado en el próximo número de la revista de *Planeación y Desarrollo*.
- Economic Development Board (EDB) (1989), "Development Assistance Programmes for Small and Medium Enterprises", en EDB. *Innovate and Grow*, Singapur.
- Enos, J. L. (1962), "Invention and Innovation in the Petroleum Refining Industry". *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Princeton, University Press, Princeton, pp.299-321.
- Galbraith, J.K. (1952), *American Capitalism*, Boston, Houghton Mifflin.

- Gruber, W., D. Mehta y R. Vernon (1974), "The R and D Factor in International Trade and International Investment of United States Industries", en: R. Baldwin y Richardson.
- Industrial Development and Investment Center, Statute for Encouragement of Investment*, (1990).
- Jorgenson, D. y R. Hall (1967), "Tax Policy and Investment Behavior", *American Economic Review*, Vol.53, pp.247-259.
- Kamien, M. y N. L. Schwarz (1982), *Market Structure and Innovation*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Katz, J. (1984), *Domestic Technological Innovations and Dynamic Comparative Advantage: Further Reflections on a Comparative Case-Study Program*.
- Korea Technology Development Corporation (1989), *Innovative Financing for Tomorrow's Technology*, Korea.
- Kruger, A., R. W. Jones and P. B. Kenen (1984), "Trade Policies in Developing Countries". *Handbook of International Economics*, North Holland.
- Kubo, Y., De Melo, J., et.al. (1986), *Trade Strategies and Growth Episode Industrialization and Growth*, Oxford University Press.
- Lall, S. (1980), "Developing Countries as Exporters of Industrial Technology", *Research Policy*, 9.
- Marcovitch, J., et.al. (1990), "Inventivos Fiscais para a Actividad de Investigación y Desarrollo na Empresa Brasileira", PADCT/PGCT y NPGCT/USP, Sept.
- Marcovitch, J. (1990), "Tecnología y Competitividad", en BID-SECAB-CINDA, *Conceptos Generales de Gestión Tecnológica*, Santiago.
- Mason, O. (1990), "Instrumentos de Política Científica y Tecnológica", en BID-SECAB-CINDA, *Conceptos Generales de Gestión Tecnológica*, Santiago.
- Naciones Unidas, UNCTAD (1984), *Políticas e Instrumentos para la Promoción y el Fomento de la Innovación Tecnológica*, Agosto.
- Nadiri, I. y G. Bitros (1980), "Research and Development Expenditures and Labor Productivity at the Firm Level: A Dynamic Model", en J. Kendrick y B. Vacara, *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, the University of Chicago Press.
- Pack, H., H. Chenery and T. N. Srinivasan (1988), "Industrialization and Trade", *Handbook of Development Economics*, North Holland, Amsterdam, pp.333-372.
- Pack, H., Westphal, Larry, E. (1986), "Industrial Strategy and Technological Change: Theory versus Reality", *Journal of Development Economics*.
- Pérez, C. (1988), "The Institutional Implications of the Present Wave of Technical Change for Developing Countries", paper prepared for the World Bank Seminar on Technology and Long-Term Economic Growth Prospects, November.
- Radice, H., (Ed.) (1975), *International Firms and Modern Imperialism*, Penguin Books.
- Rattner, H. (1990), "Revolución Científica Tecnológica", en BID-SECAB-CINDA, *Conceptos Generales de Gestión Tecnológica*, Santiago.
- Rothwell, R y W. Zegveld (1981), "Industrial Innovation and Public Policy". *Preparing for the 1980s and 1990s*, Sussex University.
- Sagasti, F. (1987), "Perspectivas Futuras de la Ciencia y la Tecnología en América Latina", *América Latina en el Mundo del Mañana*, Editorial Nueva Sociedad Unitar/Profal, Venezuela.
- Solleiro, J. L. (1988), *Análisis de la Efectividad de los Instrumentos de Fomento al Desarrollo Tecnológico en México*, CIT, México.
- Stewart, F. and G. K. Helleiner (1982), "Industrialization, Technical Change and the International Division of Labor" G.K. Helleiner, *For Good or Evil: Economic Theory and North-South Negotiations*, University of Toronto Press, pp. 83-100, Toronto.
- Urrutia, M. (1990), *Política de Recursos Humanos para la Apertura*.
- Vaitsos, C. (1975), en H. Radice.
- Waissbluth, M, et.al.(1990), "El Paquete Tecnológico y la Innovación", en BID-SECAB-CINDA, *Conceptos Generales de Gestión Tecnológica*, Santiago.
- Westphal, L. E., "Fostering Technological Mastery by Means of Selective Infant-Industry Protection", in: M. Syrquin and S. Teitel, *Trade, Stability Technology and Equity in Latin America*, Academic Press, New York, pp. 255-279.