

EL USO DE SISTEMA NACIONALES PARA DESARROLLAR INDICADORES DE INNOVACIÓN Y CAPACIDAD TECNOLÓGICA

J.A. D. Holbrook

Centro para la Investigación de Políticas sobre Ciencia y Tecnología

Simon Fraser University

Vancouver, B.C.

Introducción

Por lo menos durante tres décadas los gobiernos han medido el ingreso de recursos a los programas R&D nacionales en la firme creencia que R&D tiene un efecto positivo, si bien indefinible, sobre el crecimiento económico. Más recientemente, el desarrollo de la "nueva teoría del crecimiento" de la economía ha proporcionado la base teórica que relaciona la inversión en S&T al crecimiento económico. Tal como Paul Romer (1) ha señalado:

"... hay otro proceso implícito en el ciclo de los negocios: el proceso de descubrimiento e invención. Es este proceso el que genera progresos de largo plazo en el nivel de vida. Si se desea visualizarlo como una ilustración, se puede ver el crecimiento económico como una línea ascendente de largo alcance con el ciclo de negocios como pequeñas ondulaciones a lo largo de esa línea. Lo que determina cuán alto escalamos en el largo plazo es la inclinación de esa línea, no las pequeñas ondulaciones."

Los primeros conceptos teóricos de los beneficios del conocimiento S&T se concentraban en el modelo "lineal" de innovación según el cual una inversión en R&D conduciría eventualmente a la creación de riquezas o a beneficios sociales. Hubo etapas intermedias donde se desarrolló y comercializó las tecnologías resultantes de R&D, pero el modelo sugería que los recursos gastados en R&D inevitablemente darían como resultado algún bien al final de la cadena, y que los recursos R&D aumentadores darían como resultado beneficios aumentadores.

Las teorías actuales adoptan una opinión mucho más amplia del proceso innovador, y reconocen que R&D es sólo uno de varios elementos para la generación de la riqueza y el progreso social.

Los Problemas de No Usar un Sistema Nacional de Modelo de Innovación

La inversión en conocimiento S&T ocurre primariamente a través de tres procesos:

- desarrollo doméstico de nuevos conocimientos S&T mediante programas R&D;
- inversión en propiedad intelectual mediante la compra de patentes y licencias o por apropiación de conocimiento de dominio público;
- adquisición de conocimientos a través de la tecnología inserta en bienes de capital importados (p. ej., generalmente productos de "alta tecnología").

A pesar de que generalmente se considera estas inversiones en términos financieros, también representan una inversión en capital humano. Por lo tanto, la medición de estas inversiones no sólo debe incluir los recursos financieros destinados a ellas, sino también los recursos humanos asignados a estos

esfuerzos. Sin embargo, los analistas necesitan medir los tres tipos de contribuciones al conocimiento que aportan al crecimiento económico, puesto que las estructuras económicas varían ampliamente. La mayoría de los indicadores S&T actuales se concentran en inversiones R&D domésticas (ya sean financieras o de capital humano), basados en la razonable suposición que el rendimiento R&D es un indicador de innovación, y no consignan el nivel de inversión en otra infraestructura tecnológica.

La mayoría de indicadores S&T han sido desarrollados por y para analistas de economías desarrolladas y pueden pasar por alto importantes áreas de políticas para naciones en desarrollo. Por ejemplo, en una economía en desarrollo el nivel real de actividades R&D puede ser bastante bajo, pero el nivel de inversión en actividades relacionadas con la ciencia puede ser sustancial. En su definición de S&T, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) incluye no sólo R&D sino también inversiones nacionales en servicios de apoyo S&T (como bibliotecas y agencias estadísticas), así como inversiones en educación técnica y científica.

De manera parecida, las estadísticas de inversión industrial en R&D omiten aquellas industrias innovadoras que no son intensivas en R&D. Las empresas sacan provecho del mayor pozo de conocimiento externo mediante su absorción y adopción a sus propias necesidades; la fuente puede ser un competidor, otra industria, gobierno, universidades u otro país. Tan importante como es medir capitales en acciones, lo es medir y seguir los valores de conocimiento S&T o capital tecnológico.

Estas cuestiones fueron señaladas por la Organización de Cooperación Económica y Desarrollo (OECD), en un informe reciente (2) que examinaba este asunto y concluía que las inversiones en tecnología insertas en equipo de capital, ya fuera importado o producido domésticamente, eran igualmente importantes y deberían incluirse en las mediciones de la intensidad del conocimiento de las naciones. Además, los autores hacían notar que la medición de estas inversiones en tecnología (en oposición a inversiones en programas R&D domésticos) era especialmente importante en pequeñas naciones industrializadas y en naciones en desarrollo.

Los Indicadores Como Cuestiones de Políticas

Muchas naciones han realizado o están realizando importantes revisiones de políticas S&T. Todas están luchando por desarrollar marcos analíticos que satisfagan sus exigencias. El tema al que se enfrentan quienes enuncian las políticas S&T es, en último término, ¿cuál es el nivel óptimo de inversión de recursos financieros y humanos en S&T que se necesitan para mantener la competitividad económica y la calidad de vida? ¿Cuál es la apropiada distribución de recursos S&T entre los tres principales sectores de desempeño S&T: gobierno, industria y universidades, y cuáles son las interacciones entre estos tres sectores? ¿Cuál es la apropiada distribución de recursos S&T entre investigación básica, investigación aplicada, desarrollo, adquisición tecnológica, difusión de la tecnología y entrenamiento de personal S&T? Y finalmente, ¿cómo pueden comunicarse los costos y beneficios de estas decisiones de políticas a los depositarios y al público en general sin perder ni su atención ni su confianza?

El uso de indicadores S&T, y la elección de cuáles indicadores usar son importantes cuestiones de políticas. No sólo ayudan a quienes enuncian las políticas, sino también deben informar al público, los contribuyentes quienes en definitiva apoyan los programas S&T. Hay alguna evidencia que sugiere que el público está generalmente bien informado acerca de S&T sólo cuando hay un problema (p. ej., eliminación de basura nuclear o adelgazamiento de la capa de ozono, como señala Holbrook (3)). En el Segundo Taller Iberoamericano Sobre Indicadores S&T en Cartagena, Hernán Jaramillo (4), al discutir el caso para la creación de una unidad de indicadores S&T en ese país habló de la necesidad de considerar la información sobre S&T y las actividades de innovación como un bien público.

Las naciones necesitan adquirir la capacidad de manejar sus inversiones en innovación de modo ordenado, consistente con sus metas generales de políticas. Por lo tanto, necesitan desarrollar maquinaria de políticas y capacidades analíticas cuantitativas para informarse a sí mismas sobre sus actividades S&T y para asignar recursos a ellas.

En el contexto de políticas públicas los indicadores S&T cumplen varias funciones. Como van Steen (5) ha afirmado, éstas incluyen:

- **Señalización o monitoreo:** hacer comprender y llamar la atención sobre desarrollos y tendencias en el sistema S&T y su ambiente;
- **Responsabilidad, evaluación y asignación:** establecer y justificar presupuestos S&T, y hacer comprender el desempeño del sistema S&T contra las metas establecidas por quienes enuncian y quienes planifican las políticas;
- **Legitimación:** apoyar las políticas existentes;
- **Conciencia:** proporcionar información para eliminar prejuicios y percepciones incorrectas de el desempeño del sistema S&T.

Los gobiernos, ya sean nacionales o regionales, deben desarrollar conjuntos de indicadores para cuantificar el progreso de sus programas S&T y para hacer esos programas más transparentes a los contribuyentes en su propio derecho, y no sólo un accesorio a otras iniciativas de políticas.

Sistemas Nacionales de Innovación

Cuando se analiza los capitales y los flujos de conocimiento de una economía, es conveniente describir el proceso de innovación en una economía como un sistema. Chris Freeman (6) ha indicado: *"La tasa de cambio tecnológico en cualquier país y la efectividad de las empresas en la competencia mundial en comercio internacional en bienes y servicios, no depende simplemente de la escala de sus R&D... Depende del modo en que los recursos disponibles se manejan y organizan, tanto a nivel de empresa como de país. El sistema nacional de innovación puede facilitar a un país recursos limitados... para hacer progreso a través de la apropiada combinación de tecnología importada y adaptación y mejoramiento local"*.

[Figura 1](#)

La figura 1 muestra un sistema de innovación nacional simplificado (NSI). El propósito aquí no es definir todos los elementos y sus interrelaciones, sino dar una idea de las principales conexiones. Idealmente, uno debería ser capaz de medir la inversión en conocimiento por cada elemento y los flujos de conocimiento entre los elementos, en la práctica es necesario eliminar algunas de las conexiones más pequeñas. Por ejemplo, no se muestran las conexiones desde los laboratorios de los gobiernos nacionales y regionales al mundo exterior, éstas generalmente toman la forma de intercambios de intangibles y de propiedad intelectual sin precio.

Las características de un sistema nacional de innovación (NSI) pueden resumirse como:

- Las empresas son parte de una red de instituciones públicas y del sector privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican, y difunden nuevas tecnologías;
- Un NSI consiste de conexiones (formales e informales) entre las instituciones;
- Un NSI incluye flujos de recursos intelectuales entre las instituciones;

- El análisis de los NSI enfatiza el aprendizaje como un recurso económico clave y que la geografía y la ubicación aún tienen relevancia.

El énfasis en las instituciones es la piedra angular del análisis NSI. Charles Edquist (7), en la introducción de su reciente libro sobre innovación analiza la literatura sobre NSI, y hace notar que todos los enfoques NSI enfatizan el papel de las instituciones. Dice:

"Las instituciones son de importancia capital para el proceso innovador... Es por lo tanto una gran fortaleza del enfoque de los sistemas de innovación que las 'instituciones' sean el centro en todas sus versiones".

Por lo tanto, al analizar los NSI es necesario ser capaz de medir los capitales y flujos de conocimientos entre las instituciones, públicas y privadas, y si es necesario, desarrollar indicadores apropiados para esta tarea. La innovación no ocurre necesariamente sólo en el sector privado, pero hasta ahora no se ha ofrecido un procedimiento para la medición y cuantificación de la innovación en el sector público.

La OECD (8) concluyó que el estudio del NSI ofrece nuevos motivos principales para las políticas tecnológicas gubernamentales. En el pasado las políticas gubernamentales se concentraron en fracasos del mercado; los estudios del NSI hacen posible estudiar fracasos sistémicos. El análisis del NSI permite a quienes enuncian las políticas identificar éxitos y fracasos, puntos de obstrucción y áreas de sobre-capacidad.

La Conferencia de las Naciones Unidas para la Tecnología y el Desarrollo (UNCTAD) (9) recientemente afirmó, en el contexto de discusiones sobre revisiones de políticas de innovación, ciencia y tecnología en países en desarrollo:

"Un concepto útil en este contexto es el sistema nacional de innovación. El cual se refiere a la red de agentes económicos junto con las instituciones y políticas que influyen en su desempeño y comportamiento innovador... La perspectiva NSI se refiere a una nueva comprensión de la innovación como un proceso interactivo en el cual las empresas solas o en interacción con las demás juegan un papel clave al poner nuevos productos, nuevos procesos y nuevas formas de organización en uso económico... En la presente era de internacionalización, el cómo integrar los NSI a la división internacional del trabajo se transforma en un tema crítico. Esto puede hacerse explorando el grado en que cada NSI es capaz de usar conocimiento genérico rápidamente creciente que no es necesariamente producido en ese país... "

La Medición de la Innovación

Joseph Schumpeter, en su trabajo clásico sobre la innovación (10) definió cinco tipos de innovación:

- Introducción de un nuevo producto o cambio cualitativo de un producto existente;
- Innovación de procesos nuevos para una industria;
- Apertura de un nuevo mercado,
- Desarrollo de nuevas fuentes de oferta de materias primas u otras entradas;
- Cambios en la organización industrial.

En términos de políticas S&T el análisis de la innovación está generalmente restringido a la primera de las categorías de innovación. El Manual de Oslo (11), preparado por la OECD, que es el patrón internacionalmente reconocido para la medición de la innovación, define innovación en términos de

producto tecnológico e innovaciones de procesos:

"Producto Tecnológico e Innovaciones de Procesos (TPP) comprenden nuevos productos y procesos tecnológicamente implementados y significativos mejoramientos tecnológicos en productos y procesos. Una innovación TPP ha sido implementada si ha sido introducida en el mercado (innovación de producto) o usada dentro de un proceso de producción (innovación de procesos).

Las innovaciones TPP abarcan una serie de actividades científicas, tecnológicas, organizacionales, financieras y comerciales. La empresa innovadora TPP es aquella que, durante el período que se está revisando, ha implementado productos o procesos tecnológicamente nuevos o significativamente mejorados desde el punto de vista tecnológico. "

El manejo de la innovación y su influencia sobre un sistema económico nacional es de gran interés para los planificadores económicos. Comprender el alcance de los sistemas nacionales de innovación y el grado en el que la innovación penetra el lugar de trabajo es una meta que muchos desearían lograr. Desafortunadamente, a menudo es difícil medir la innovación, no sólo porque el concepto, a pesar de estar bien definido en el Manual de Oslo, es difícil de cuantificar, sino también porque la mayoría de las naciones simplemente no tienen una idea clara de cuántas empresas innovadoras hay en su jurisdicción. En un estudio reciente realizado en British Columbia, Lipsett y otros (12) encontraron que había al menos 13.000 empresas conectadas de algún modo con actividades S&T, aproximadamente la mitad de las cuales podrían catalogarse de innovadoras, a pesar de que aún menos habían postulado a un incentivo impositivo basado en la innovación o estaban siendo estudiadas por Statistics Canadá en relación a su desempeño R&D.

Los sistemas actuales de indicadores S&T han sido desarrollados primariamente por y para economías nacionales grandes y complejas. A pesar de que economías más pequeñas pueden no tener sistemas extensivos de innovación ellas también usan S&T directamente en apoyo de sus objetivos sociales y económicos específicos. Al analizar los sistemas nacionales de innovación puede ser más fácil sumar hacia arriba a partir de una serie de sistemas regionales de innovación hasta el nivel nacional que tratar de desarrollar una comprensión de un sistema nacional complejo desde arriba hacia abajo. Puede también ser más fácil desarrollar sistemas para unidades económicas más pequeñas (ya sea una región en una federación o una pequeña economía nacional). En un estudio reciente del sistema canadiense de innovación, el Consejo de Investigación Nacional de Canadá (13) afirmó que:

"las regiones dentro de las naciones están siendo cada vez mas reconocidas como el ambiente primario donde ocurren y se difunden las innovaciones y son los blancos apropiados para la acción gubernamental".

Ha habido muchos estudios de grupos (o "polos") industriales regionales y comparaciones de desempeño innovador sub-nacional o regional. Estos conceptos se analizan, en el contexto canadiense, por de la Mothe (14) y otros en "Sistemas de Innovación Locales y Regionales". Estos sistemas locales de innovación son los bloques para construir los sistemas nacionales. A menudo son mucho más fáciles de conceptualizar y medir, especialmente si corresponden a alguna unidad administrativa como una provincia o una pequeña nación-estado.

En un reciente taller sobre indicadores S&T realizado en la Universidad Nacional de Quilmes en Buenos Aires, Argentina, por la Red Iberoamericana de Indicadores en Ciencia y Tecnología (RICYT), se discutió el tema de la medición de capitales y flujos de conocimiento en un sistema nacional de innovación. Los participantes comenzaron con el modelo genérico bosquejado en la figura 1 de este trabajo, y siguieron hasta construir un modelo que reflejaba más exactamente los NSI en los países del

Cono Sur de América del Sur.

Figura 2

La red resultante se muestra en la figura 2. Las diferencias significativas entre la figura 1 y la figura 2 son:

- el sector público, ya sea compañías estatales o ministerios de gobierno y fuerzas armadas, es un importante consumidor de tecnología;
- el mundo de los negocios está dividido en dos ámbitos: las corporaciones más grandes, la mayoría de las cuales tiene relaciones tecnológicas con empresas multinacionales (MNE), y empresas pequeñas y medianas (SME) que no las tienen.
- las SME obtienen algunas tecnologías de las corporaciones más grandes (a menudo a través de transferencias que afirman una relación jerárquica), pero ellas también obtienen tecnologías a través de una ventana completamente diferente: la de otras SME que se especializan en proporcionar tecnologías y servicios basados en la tecnología (como ventas y servicios computacionales). Estas proveedoras de servicios a su vez obtienen las tecnologías directamente del extranjero, de las MNE que desarrollaron las tecnologías;
- Las líneas punteadas muestran las conexiones más tenues y que necesitan fortalecerse: las conexiones universidad/SME y las conexiones universidad/laboratorios de negocios.

La discusión que siguió ilustró la utilidad del análisis NSI como una herramienta para identificar cuáles conexiones institucionales eran débiles y cuáles eran fuertes. El consenso fue el diagrama que ilustraba gráficamente esas conexiones que necesitaban importante análisis de políticas y apoyo por parte de los planificadores de políticas S&T.

Estudio Piloto Sobre la Innovación en Economías Más Pequeñas

En un mundo ideal uno podría medir los capitales de conocimiento en cada elemento del sistema regional de innovación y los flujos de conocimiento entre ellos. Esto se ve entorpecido por la carencia de una unidad de medida para el conocimiento (el dinero y las personas se toman como indicadores de este flujo) y la gran cantidad de interrelaciones inherentes en aún un modelo simple de innovación. En el mundo práctico sólo parte de esta información está generalmente disponible. Con esfuerzos especiales se pudo desarrollar un modelo de un NSI para una economía más pequeña o una región, a través de trabajo de reconocimiento adicional, y construido sobre una cantidad de suposiciones, sin que la menor de ellas fuera la de ignorar muchas de las pequeñas (de bajo volumen) interrelaciones entre los elementos del sistema. Una economía tal generalmente tiene sólo una gran área urbana donde las actividades más innovadoras tienen lugar, y su PIB es generalmente pequeño comparado con los niveles de naciones desarrolladas más grandes (p. ej., menos de \$ 100 billones). Este enfoque no diferencia entre economías nacionales y regionales: las economías de Nueva Zelandia y la provincia de Columbia Británica en Canadá (CB) son similares en tamaño y hasta cierto punto en estructura, aunque una es una nación separada y la otra una provincia de una federación.

CB es un laboratorio ideal para experimentos en la medición de la innovación. La economía es simple, con una gran área metropolitana, que alberga la mayoría de las empresas innovadoras, y apoyada por una región interior cuyos rendimientos primarios son del sector de los recursos naturales. CB es una región geográfica precisa de modo que las influencias externas en la adquisición y adopción de tecnología son fácilmente perceptibles. Por lo tanto (en teoría) las mediciones económicas en CB deberían ser relativamente predecibles y de buen comportamiento.

Conversaciones con los funcionarios gubernamentales de CB han establecido que los siguientes indicadores representan sus prioridades de información sobre el sistema de innovación de CB:

- inversión en conocimiento mediante gastos R&D en cada uno de los sectores gubernamental, de empresas y de educación superior (*Hito*: gastos R&D como porcentaje del PIB);
- producción y comercio de productos de alta tecnología (*Hito*: ventaja competitiva publicada por sector);
- rendimiento y comercio en servicios de alta tecnología (*Hito*: balanza de comercio en servicios);
- inversión en conocimiento mediante el entrenamiento de científicos e ingenieros, incluyendo los científicos sociales y profesionales de la salud (*Hito*: proporción de alumnos (que son ciudadanos) en relación a la fuerza de trabajo o población);
- uso productivo del conocimiento (capital humano) a través del uso de ingenieros y científicos entrenados (incluyendo científicos sociales y profesionales de la salud) (*Hito*: tendencias del crecimiento económico real, mortalidad y morbilidad).
- Censo de empresas innovadoras por sector (*Hito*: tasa de aumento de la cantidad de empresas innovadoras).

Esto llevó a un intento de identificar las conexiones más importantes en el sistema de innovación de CB para análisis de políticas usando la reconocidamente imperfecta medida de fondos I&D. Usando datos disponibles de Statistics Canadá para 1993, las conexiones de fondos R&D (tomados de la figura 1) se muestran en la figura 3. Las cifras se muestran como un porcentaje del producto interno bruto provincial (PIB) para facilitar las comparaciones con otros NSI. Además de los flujos de fondos R&D, se muestra estimaciones del valor de los flujos de conocimientos in-se~os en las transacciones del sector privado en propiedad intelectual y productos de alta tecnología.

[Figura 3](#)

Las encuestas directas proporcionan, por supuesto, una fuente de información sobre el NSI más sofisticada. El Centro para Estudios de Políticas sobre Ciencia y Tecnología (CPROST) de la Universidad Simon Fraser en colaboración con el Centro para Estudios de Políticas de Educación de la Universidad de British Columbia ha establecido un importante proyecto de muchos años para estudiar la innovación en economías más pequeñas. El primer elemento en este estudio era llevar a cabo una encuesta de innovación tecnológica en CB. Para el proyecto se preparó un pequeño cuestionario para usar con las empresas de CB. No se suponía que este cuestionario cubriera todos los aspectos de la innovación tecnológica identificadas en el "Manual de Oslo" de la OECD, pero tenía que adaptarse a los puntos principales del patrón OECD. Para asegurar una tasa de respuestas razonable, el cuestionario tenía que ser corto (no más de una página, impresa por ambos lados) de modo que fuera amistoso para el usuario, que tomara poco tiempo gerencial en completarse, que fuera comprensible para un empresario de CB basado en la tecnología, y que pudiera enviarse por fax para facilitar su devolución. Un informe completo sobre los resultados aparece en Holbrook y Hughes (15).

Los resultados de esta encuesta pueden usarse para dar alguna indicación de la fuerza (o debilidad) de algunas de las conexiones en el sistema de innovación de CB. 78% de los que respondieron informaron haber introducido un nuevo producto o proceso en los últimos cinco años. Sin embargo, la innovación es más que desarrollo de productos o de procesos.

Inherente a la definición de innovación de Schumpeter está la idea de singularidad. Para que un desarrollo sea innovador debe ser único en el mercado competitivo de esa empresa. Por lo tanto, el cuestionario también preguntaba si el nuevo producto o proceso era único para la industria. Un producto o proceso único en la industria (de acuerdo al conocimiento del que respondía) posiblemente

sería único en el mercado de la empresa y por ende sería innovador. De acuerdo a esta medida sólo 47% de los que respondieron fue considerado innovador.

Se pidió a las empresas que estimaran el valor de las diferentes fuentes de tecnología en el sistema de innovación de CB en términos de contribución a sus actividades innovadoras. La figura 4 muestra los resultados, y compara las empresas innovadoras y no innovadoras. A quienes respondieron también se les pidió que estimaran los factores que afectan la innovación, Çstos se muestran en la figura 5.

[Figura 4](#)

[Figura 5](#)

Desde el punto de vista de quien enuncia políticas, los datos, aunque crudos, identifican asuntos de políticas específicos: los factores externos son menos importantes que los internos en la influencia sobre la innovación, y las empresas innovadoras no ven el acceso al financiamiento como un obstáculo para la innovación. Para los analistas de políticas gubernamentales los resultados podrían sugerir la necesidad de alejarse de los programas de apoyo directo hacia programas menos visibles diseñados para apoyar el ambiente competitivo. En especial el papel de los gobiernos (directamente al financiar la innovación e indirectamente a través de shows comerciales y redes que ellos auspician) puede ser relativamente poco importante. Lo que sí es importante es el ambiente interno dentro de la empresa y la retroalimentación de sus clientes. Para un gerente corporativo, los resultados indican claramente la necesidad de asegurarse que la firma sea sensible a las señales del mercado. Estos resultados son preliminares y exigirán análisis adicionales extensivos.

Midiendo la Contribución de S&T a la Calidad de Vida

Los indicadores S&T también deben medir las ganancias obtenidas como resultado de inversiones en S&T. A pesar de que se ha hecho intentos de medir los beneficios económicos que resultan de las actividades S&T, el campo de S&T para el bien público ha permanecido virtualmente inexplorado. Sin embargo, S&T es un medio para obtener un fin cuando se aplica al mejoramiento de la calidad de vida. Generalmente Çsta es una característica de S&T en el sector público. S&T entonces se transforma en una herramienta que puede ayudar a entregar programas de forma más eficiente y efectiva.

La innovación no necesariamente ocurre sólo en el sector privado, pero hasta el momento no se ha ofrecido ningún procedimiento para la evaluación y cuantificación de la innovación en el sector público. El gobierno de Nueva Zelanda, en la ley que establece su presupuesto S&T, el Fondo de la Ciencia para el Bien Público, ha definido que S&T para el bien público:

- aumenta el conocimiento y comprensión del ambiente físico, biológico o social;
- desarrolla o aumenta la base de destrezas y pericia que tiene importancia para Nueva Zelanda,
- genera rendimientos de beneficios futuros a una gran muestra representativa del público de Nueva Zelanda, y
- es improbable que tenga financiamiento de otras fuentes.

Esta definición puede, por supuesto, incluir el desarrollo económico, si se considera que el desarrollo económico está en el bien público. Sin embargo, es una definición que puede aplicarse a S&T que se realice en apoyo de la eficiencia en salud, social, ambiental de justicia, de defensa, y administrativa.

La inversión en salud es claramente un bien público, pero generalmente se la excluye de las discusiones

sobre políticas S&T. Generalmente se acepta que cualquier actividad de salud que se espere mejore los niveles de calidad de vida existentes mediante la aplicación de tecnología (p. ej., investigación en nuevas drogas) está incluida como inversión en S&T, mientras que las inversiones en la capacidad de proporcionar salud (p. ej., más camas de hospital para acortar las listas de espera) no lo están, puesto que éstas son aplicaciones de tecnología existente. Los mismos argumentos se aplican al ambiente, a la defensa, a la justicia y otros bienes públicos.

Conclusiones

El problema es simple: quienes enuncian las políticas desean información del estado de la inversión en conocimiento, y esta información simplemente no está disponible. El conocimiento es intangible, y se mide sólo indirectamente a través del dinero, personas y comercio en bienes y servicios. Es posible medir los capitales sociales de nuevo conocimiento generado internamente, usando niveles de fondos R&D como la unidad de medida, pero debe hacerse suposiciones heroicas en cuanto a la tasa de depreciación de este conocimiento. Sin embargo, con estas suposiciones, sería posible llevar a cabo este tipo de estudio comparativo para establecer el lugar de una nación (o de una región) en un grupo de economías similares.

Para ampliar el alcance de esta inversión en conocimiento, deben agregarse los datos sobre inversiones en propiedad intelectual y tecnologías insertas en bienes de alta tecnología. Ambos exigirían de trabajo sustancial, el primero para capturar todos los flujos de propiedad intelectual dentro y fuera de la región, y el segundo para asignar un valor al conocimiento inserto en cada bien o servicio transado. Sin embargo, suposiciones normales, como usar relaciones R&D/ventas para calcular el componente de conocimiento de los bienes y servicios de alta tecnología podrían aplicarse al problema.

La tercera área que sería susceptible de mejoramiento por una modesta inversión sería mejorar el conocimiento de las transferencias desde campo de estudio a empleo. Dado el alto costo de educar alumnos post graduados en S&T, necesitamos saber más acerca de cómo estos talentos se usan y cómo el conocimiento técnico se aumenta o deprecia a través del tiempo.

Los estudios de los capitales y flujos de capital humano llevan directamente al estudio de los actores y redes que forman un NSI. Este es un campo que están sólo recién comenzando a ser examinado, pero que es probablemente más importante en economías pequeñas que en grandes, donde el número total de redes y actores individuales significa que los complejos actores individuales tienen menos influencia individual sobre el sistema. Dagnino y Thomas (16), en un trabajo presentado en el segundo taller RICYT comentan esto desde una perspectiva que es probablemente más relevante a los NSI latinoamericanos. Es probable que los investigadores latinoamericanos puedan contribuir significativamente a la literatura mundial sobre NSI en esta área al analizar sus propios NSI, puesto que estos NSI, tal como los NSI sub-nacionales y regionales de los países desarrollados son mejores candidatos para estudio sistemático debido a su simplicidad.

Agradecimientos

El autor desea agradecer el estímulo y apoyo del International Development Research Centre que encargó una versión anterior de este trabajo para su conferencia sobre el Fortalecimiento de Sistemas de Innovación que tuvo lugar en Toronto, Canadá, el 27/28 de Junio de 1997. Parte de este material también apareció en un ejemplar especial de Research Evaluation sobre el segundo taller RICYT/CYTED sobre indicadores que tuvo lugar en Cartagena en 1996 (Holbrook (17))

Bibliografía

1. Romer, Paul, citado en Forbes ASAP, 5 de Junio de 1995
2. OECD, "*Technology and Industrial Performance*", DSTI, OECD, París, 1996
3. Holbrook, J.A.D., "*What Canadians Know About S&T*", informe CPROST 95Ä10, CROST, Vancouver, 1995
4. Jaramillo, H., "*Towards a new observatory for science and technology in Colombia*", Research Evaluation, Vol. 6 #3, 1996
5. Van Steen, J., "The use of S&T Indicators in science policy; how can they matter?", Research Evaluation, Vol. 5, #2, 1995
6. Freeman, C., "*Science and Economy at the National Level*" en "*Problems of Science Policy*", OECD, París, 1968
7. Edquist, C., en "*Systems of Innovation: Technology, Institutions and Organizations*" ed. C. Edquist, Pinter, London, 1997
8. OECD, "*National Systems of Innovation*", documento DSTI/STP/TIP(97)2, DST, OECD, Paris, 1997
9. UNCTAD, "*UNCTAD's science, technology and innovation policy reviews*", Science and Public Policy, Vol. 23, #6.
10. Schumpeter, J., "*The Theory of Economic Development*", Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1934
11. OECD, Oslo Manual, segunda edición, DSTI, OECD, París, 1996
12. Lipsett, M.S., Holbrook, J.A., Lipsey, R.G., y de Wit, R., "*R&D Innovation at the Firm level: Improving the S&T Policy Base*", Research Evaluation, Vol. 5, #2, 1995
13. National Research Council of Canada, "*National Systems of Innovation*", Corporate Services, NRC, Ottawa, 1994
14. De la Mothe, J., "*Local and Regional Systems of Innovation*", Luwer Academic Publishers, Amsterdam, 1997
15. Holbrook J.A.D., y Hughes, L.P. "*Innovation in Enterprises in British Columbia*", en J. De la Mothe, "*Local and Regional Systems of Innovation*", Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, 1997
16. Dagnino, R. y Thomas, H., "*Science and Technology Policy and S&T indicators; Trends in Latin America*", Research Evaluation, Vol 6. #3, 1996
17. Holbrook, J.A.D., "*A View from the Northern Hemisphere*", editorial, Research Evaluation, Vol. 6 #3, 1996

