Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

INSTITUTO de ESTADÍSTICA de la UNESCO

DOCUMENTO TÉCNICO Nº 5

MEDICIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO (I+D):
Desafíos enfrentados por los países en desarrollo

MEDICIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO (I+D):

Desafíos Enfrentados por los Países en Desarrollo

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

INSTITUTO de ESTADÍSTICA de la UNESCO

UNESCO

La constitución de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), aprobada por 20 países durante la Conferencia de Londres en noviembre de 1945, entró en vigor el 4 de noviembre de 1946. En la actualidad, la Organización está integrada por 193 Estados Miembros y 6 Miembros Asociados.

El objetivo principal de la UNESCO es contribuir a la paz y a la seguridad estrechando, mediante la educación, la ciencia y la cultura, la colaboración entre las naciones, a fin de asegurar el respeto universal a la justicia, a la ley, a los derechos humanos y a las libertades fundamentales que sin distinción de raza, sexo, idioma o religión, la Carta de las Naciones Unidas reconoce a todos los pueblos del mundo.

En el cumplimiento de su mandato, la UNESCO desempeña cinco funciones principales: 1) Estudios prospectivos: es decir, las formas de educación, ciencia, cultura y comunicación para el mundo del mañana; 2) El fomento, la transferencia y el intercambio de los conocimientos, basados primordialmente en la investigación, la capacitación y la enseñanza; 3) Actividad normativa, mediante la preparación y aprobación de instrumentos internacionales y recomendaciones estatutarias; 4) Conocimientos especializados, que se transmiten a través de la "cooperación técnica" a los Estados Miembros, facilitando de esta forma la elaboración de proyectos y políticas nacionales de desarrollo; y 5) Intercambio de información especializada.

La Sede de la UNESCO se encuentra en París, Francia.

Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS)

El UIS es la oficina de estadística de la UNESCO y el depositario de la ONU en materia de estadísticas mundiales en los campos de la educación, la ciencia y la tecnología, la cultura y la comunicación.

Creado en 1999, su objetivo es mejorar el programa estadístico de la UNESCO y desarrollar y suministrar estadísticas fieles, oportunas y políticamente relevantes, requeridas en un contexto social, político y económico cada vez más complejo y en constante y vertiginosa evolución.

La Sede del UIS se encuentra en Montreal, Canadá.

Publicado en 2010 por:

Instituto de Estadística de la UNESCO
P.O. Box 6128, Succursale Centre-Ville
Montreal, Quebec H3C 3J7
Canadá

Tel: (1 514) 343-6880
Fax: (1 514) 343-5740
Correo electrónico: publications@uis.unesco.org
http://www.uis.unesco.org

ISBN 978-92-9189-096-5
Ref: UIS/TD/10-08

©UNESCO-UIS 2010

Diseño portada: JCNicholls Design
Impresión: ICAO, Montreal

Los autores son responsables por la selección y presentación de los hechos contenidos en esta publicación, así como de las opiniones expresadas en ella, las que no son, necesariamente, las de la UNESCO y no comprometen a la Organización.

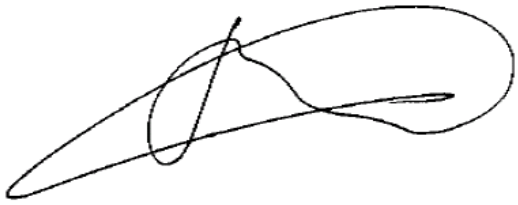
Prólogo

El estudio de sistemas de conocimiento depende en gran medida del uso de indicadores de ciencia, tecnología e innovación (CTI) para establecer comparaciones transnacionales y monitorear su evolución a lo largo del tiempo. Entre los diversos tipos de indicadores CTI, las estadísticas sobre investigación y desarrollo (I+D) probablemente sean los más importantes. La metodología de producción de estadísticas sobre actividades de I+D propuesta por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en el *Manual Frascati* (MF), se utiliza extensamente en los países en desarrollo, a pesar de que originalmente fuera concebida para administrar encuestas de I+D en los países miembros de la OCDE. El MF representa, por lo tanto, la norma internacional de más amplia aceptación en este campo. Por otra parte, la participación de la UNESCO y otras organizaciones internacionales ha contribuido a fomentar su desarrollo y difusión.

Sin embargo, las características de los sistemas de investigación en los países en desarrollo difieren sustancialmente de aquellas que dieron origen a la actual norma estadística. Al momento de elaborar estadísticas e indicadores, se hace evidente la tensión entre priorizar la comparabilidad internacional – reflejada en la aplicación frecuentemente acrítica del MF por parte de los países en desarrollo – y producir resultados pertinentes a la formulación de políticas nacionales. El principal desafío consiste en obtener indicadores internacionalmente comparables que, al mismo tiempo, plasmen las características de los países en desarrollo.

El Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS) ha asumido la tarea de preparar un Anexo que formará parte del MF. Su objetivo es orientar a los países en desarrollo sobre cómo aplicar las normas propuestas en el Manual a la medición de la I+D. El Anexo ofrecerá sugerencias sobre la mejor forma de interpretar los conceptos contenidos en el MF para garantizar que los datos estadísticos reflejen con mayor precisión las características de las actividades de I+D impulsadas por estos países conservando al mismo tiempo la comparabilidad internacional.

El presente documento técnico aborda los desafíos que enfrentan los países en desarrollo para medir las actividades de I+D y, paralelamente, se propone sentar las bases de un Anexo a incorporar al MF. Además de dar orientación sobre la interpretación de los conceptos vertidos en el MF, esta guía también ofrece sugerencias sobre cómo fortalecer los sistemas estadísticos de CTI en los países en desarrollo. Asimismo, se abordan situaciones que caen fuera del marco de aplicación del MF y se hacen las recomendaciones pertinentes. Con el tiempo, algunas de estas recomendaciones podrán contribuir a las futuras revisiones de este Manual.



Hendrik van der Pol
Director
Instituto de Estadística de la UNESCO

Agradecimientos

Este documento técnico es resultado de un proceso de dos años de duración concebido en una reunión de consulta realizada en diciembre de 2007 en Montreal. En la ocasión, se presentaron tres documentos que servirían de base para la primera versión preliminar de la presente publicación.

Tras varias revisiones, se celebró una reunión de especialistas (Windhoek, Namibia, septiembre de 2009) sobre medición de las actividades de I+D en los países en desarrollo. En esa oportunidad, los especialistas ofrecieron valiosos comentarios sobre el estilo y contenido de la versión preliminar de este documento. Asimismo, en febrero y marzo de 2010, se realizó una consulta global con todos los Estados Miembros a través de las Comisiones Nacionales de la UNESCO. Las tres principales ponencias presentadas en la reunión de consulta y la agenda y el informe de relatoría de la reunión de especialistas están disponibles en el sitio Web del UIS (véase http://www.uis.unesco.org/ev.php?ID=7854_201&ID2=DO_TOPIC).

El UIS encargó a Michael Kahn (Sudáfrica) la preparación de la versión final de esta guía, quien también elaboró a partir de esta publicación un documento más breve y concreto como propuesta de Anexo al Manual de Frascati (MF). La propuesta se presentará durante la reunión del Grupo de Expertos Nacionales en Indicadores de Ciencia y Tecnología de la OCDE (NESTI) programada para noviembre de 2010. Este documento ha recibido aportes de un gran número de profesionales nacionales de estadística y expertos internacionales a través de diversos talleres regionales y reuniones de especialistas. El UIS quisiera expresar su gratitud a todas las personas que contribuyeron a la elaboración de este documento. En particular, el UIS quisiera agradecer a las redes regionales RICYT y AU-NEPAD/ASTII, así como a Eurostat, el Secretariado de la OCDE y el Grupo de Expertos Nacionales en Indicadores de Ciencia y Tecnología de la OCDE, quienes han sido aliados incondicionales en la preparación de esta publicación.

El UIS también quisiera agradecer a los autores de los tres documentos de base: Gustavo Arber, Rodolfo Barrere y Guillermo Anlló; Jacques Gaillard; y Michael Kahn, William Blankley y Neo Molotja.

También deseamos expresar nuestra gratitud a los especialistas que aportaron al UIS valiosos comentarios antes, durante y una vez concluida la reunión de expertos de Namibia: Rodolfo Barrere, Claes Brundenius, Simon Ellis, Ernesto Fernández Polcuch, Jacques Gaillard, Changlin Gao, Fred Gault, Regina Gusmão, Dudi Hidayat, Michael Kahn, Alfred van Kent, Vladimir Lopez-Bassols, Philippe Mawoko, Hatem M'Henni, Rohan Pathirage, Laxman Prasad, Kitipong Promwong, Nabiel Saleh, Martin Schaaper, Lukovi Seke, Gert-Jan Stads, Lena Tsipouri, Gunnar Westholm e Igor Yegorov. Vayan también nuestros agradecimientos al Gobierno de Namibia, especialmente a Alfred van Kent, Director de Investigación, Ciencia y Tecnología del Ministerio de Educación, por su auspicio a la reunión de expertos.

El desarrollo de este documento tuvo su inicio en el UIS bajo la supervisión de Ernesto Fernández Polcuch (actualmente en UNESCO Montevideo) y Simon Ellis (actualmente Asesor Regional del UIS para Asia y el Pacífico) y culminó bajo la supervisión de Martin Schaaper (Especialista de Programa, Estadísticas de Ciencia y Tecnología, UIS). Asimismo, quisiéramos reconocer los aportes de Rohan Pathirage (Especialista de Programa Adjunto, Estadísticas de Ciencia y Tecnología, UIS) a esta publicación.

Finalmente, todo nuestro agradecimiento a Michael Kahn quien se encargara de la relatoría de la reunión de expertos, recopilara los numerosos aportes derivados de esta reunión e hiciera de la versión preliminar de este documento técnico un trabajo coherente y bien estructurado.

Índice

Prólogo ..... **iii**

Agradecimientos ..... **iv**

Siglas **6**

Resumen ejecutivo **7**

1. Introducción **10**

2. La naturaleza de la actividades de I+D en los países en desarrollo **12**
2.1 La creciente importancia de la I+D 12
2.2 Heterogeneidad y concentración 13

3. Gasto destinado a I&D **16**

4. Movilidad interna e internacional de la fuerza laboral de I+D **18**

5. Campos específicos de actividades de I+D **21**
5.1 El conocimiento tradicional 21
5.2 Ensayos clínicos 22
5.3 Actividades industriales: retroingeniería y cambios incrementales 24
5.4 Investigación en humanidades y ciencias sociales 25
5.5 Desarrollo de *software* e ingeniería de sistemas 26

6. Entidades controladas por intereses extranjeros e internacionales **27**

7. Fortalecimiento de los sistemas estadísticos de I+D **30**
7.1 Institucionalización de las estadísticas de I+D 30
7.2 Creación de registros 30
7.3 La problemática de la clasificación 31
7.4 Demostrando el valor y fortaleciendo el apoyo 33
7.5 Procedimientos y estimaciones asociados con la encuesta 34

8. Proyección hacia el fututo **35**

Referencias bibliográficas **37**

Siglas

ACT	Actividades científicas y tecnológicas
CINE	Clasificación Internacional Normalizada de la Educación
CMN	Corporación multinacional
CSH	Ciencias sociales y humanidades
CT	Conocimiento tradicional
CyT	Ciencia y tecnología
CTI	Ciencia, tecnología e innovación
EFCT	Enseñanza y formación CyT generalmente del tercer grado
EJC	Equivalencia a jornada completa
EPE	Empresa de propiedad del Estado
ES	Educación superior
GBID	Gasto interior bruto en investigación y desarrollo experimental
GESID	Gasto de educación superior en investigación y desarrollo experimental
GNBID	Gasto nacional bruto en investigación y desarrollo experimental
I+D	Investigación y Desarrollo Experimental
IE	Institución extranjera
IPSFL	Instituciones privadas sin fines de lucro
MF	Manual de Frascati
NEPAD	Nueva Alianza para el Desarrollo de África
NESTI	Grupo de Expertos Nacionales en Indicadores de Ciencia y Tecnología (OCDE)
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ONE	Oficina Nacional de Estadística
ONG	Organización No Gubernamental
PYME	Pequeñas y medianas empresas
RICYT	Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana
SCN	Sistema de cuentas nacionales
SCT	Servicios científicos y tecnológicos
SGICT	Sistema de gestión de información científico-tecnológica
SNI	Sistema Nacional de Innovación
UA	Unión Africana
UIS	Instituto de Estadística de la UNESCO
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Resumen ejecutivo

En la actualidad, la innovación se reconoce a nivel mundial como uno de los principales motores del desarrollo económico tanto de países en desarrollo como desarrollados convirtiéndose, por consiguiente, en una importante fuerza promotora de la mitigación de la pobreza. Para impulsar políticas efectivas de innovación los formuladores de políticas requieren contar con indicadores confiables que permitan establecer criterios y monitorear dichas políticas. La investigación y el desarrollo experimental (I+D) constituyen un importante componente de los sistemas nacionales de innovación (SNI) en tanto que las estadísticas de I+D se encuentran entre los indicadores más extensamente utilizados en el monitoreo de estos sistemas.

La metodología aplicada a la medición de actividades de I+D se describe en detalle en el Manual de Frascati (MF) que ha estado en uso por prácticamente cincuenta años. A pesar de su larga existencia, ocasionalmente, los países en desarrollo enfrentan problemas en su intento por aplicar las normas MF a situaciones que los afectan. Este documento técnico ofrece orientación sobre una serie de desafíos pertinentes para los países en desarrollo que pudiesen no estar planteados en forma lo suficientemente clara en el MF. En el presente documento se abordan situaciones que podrían presentar retos a la medición de I+D para dichos países:

1) Los países en desarrollo, grupo que comprende desde los países menos desarrollados hasta las economías emergentes, se caracterizan por su gran heterogeneidad. Por consiguiente, sus sistemas de innovación y sistemas asociados de medición de I+D exhiben una gran variabilidad tanto hacia el interior de los países -por institución, sector y región- como en el plano internacional. Asimismo, y pese a la creciente relevancia de los países en desarrollo en el panorama mundial de la I+D, aún se observa una insuficiente falta de demanda de indicadores de ciencia, tecnología e innovación (CTI) por parte de sus formuladores de políticas. Incluso cuando tal demanda existe, la recopilación de datos suele enfrentar severos problemas derivados de la falta de coordinación a nivel nacional, la falta de cooperación de las instituciones de investigación, universidades y empresas, así como una generalizada debilidad de los sistemas nacionales de estadísticas.

2) La concentración de actividades de innovación en sectores o en grupos reducidos de institutos puede llevar a la producción de estadísticas volátiles e inconsistentes. Dentro del sector de empresas, el menor énfasis en actividades de I+D puede ser un reflejo de cómo está organizada la I+D. Es factible que las empresas que atienden principalmente al mercado local se vean expuestas a presiones competitivas de menor magnitud, en cuyo caso la implementación sistemática de iniciativas de I+D constituiría la excepción, no la regla general. Por lo tanto, es posible que las actividades de I+D sean encargadas para abordar temas puntuales de producción, hecho que les otorga un carácter informal que las hace, a su vez, difíciles de capturar.

3) En el sector de educación superior, el creciente número de universidades privadas plantea la conveniencia de establecer distinciones entre la educación superior pública y privada, e incluso dividir esta última en establecimientos educativos privados subvencionados por el gobierno y establecimientos educativos privados. También debería considerarse la desagregación por instituciones de educación superior privadas con fines de lucro y sin fines de lucro, con el fin de determinar cuáles concentran la mayor actividad de investigación.

4) El panorama del gasto destinado a I+D está cambiando, fenómeno que afecta el acopio de datos. Si bien en el pasado las actividades de I+D eran financiadas en su mayor parte por el estado, en la actualidad nuevas fuentes de financiamiento están emergiendo. En este sentido las fundaciones, organizaciones no gubernamentales (ONG) y en particular las organizaciones extranjeras, juegan un papel importante. Aunque el MF recomienda realizar el acopio de datos primarios mediante encuestas directas, el uso de datos secundarios obtenidos del presupuesto nacional y de los registros presupuestales de unidades públicas de I+D, es una práctica comúnmente adoptada para obtener estimaciones aproximadas del gasto destinado a I+D. Sin embargo, el uso de datos presupuestarios

puede no reflejar el verdadero gasto en I+D ya que oculta el riesgo de una doble contabilización, especialmente si se usa una combinación de datos obtenidos de presupuestos y de encuestas.

5) El recuento de investigadores de un país determinado plantea desafíos adicionales. En algunos casos, la cifra puede subestimarse mientras que en otros, puede producirse una sobreestimación. En algunos países en desarrollo, los investigadores asalariados pueden no contar con presupuestos de investigación, o bien, la investigación puede ser conducida por investigadores que no reciben remuneración alguna. Por otra parte, también puede darse el caso que el personal académico esté contratado a tiempo parcial en más de una universidad. Incluso si en los contratos del personal académico se especificara la cantidad de tiempo que debería destinarse a la investigación, esta cláusula puede ser muy difícil de hacer cumplir, especialmente si no se dispone de recursos. La tarea de estimar el tiempo destinado a la investigación y, por ende, de calcular la equivalencia a jornada completa (EJC) del personal de investigación -particularmente en el sector de la educación superior- presenta innumerables dificultades. Esto, tiene un impacto directo sobre el cálculo del gasto en I+D.

Asimismo, contabilizar el tiempo que los estudiantes de doctorado y sus tutores aportan a la I+D, representa un problema común. Los investigadores de instituciones extranjeras plantean un desafío adicional ya que su modalidad de trabajo puede ser distinta a la de sus contrapartes en instituciones nacionales. Es posible que ciertos investigadores destinen largos períodos a trabajar en el extranjero si bien aún conservan sus cargos en el país. Por su parte, los investigadores visitantes (que habitualmente trabajan en el extranjero y sus visitas a un país determinado tienen una duración limitada) pertenecen a otra categoría y constituyen un fenómeno importante que también debe ser tomado en cuenta.

Los datos estadísticos obtenidos de encuestas de I+D deben ser complementados con información proveniente de otras fuentes. En este sentido, el problema que implica identificar a los investigadores y el tiempo que destinan a la investigación, podría abordarse parcialmente, mediante entrevistas conducidas por pares familiarizados con las circunstancias locales. Sin embargo, si se opta por utilizar fuentes secundarias para calcular el número de investigadores, será necesario verificar las cifras generadas por las instituciones encuestadoras con el fin de confirmar la cobertura y evitar una doble contabilización.

6) En algunos países en desarrollo, los ensayos clínicos representan un área de gran crecimiento. La identificación del personal de investigación activo a lo largo de la cadena de valor de los ensayos clínicos puede ser una tarea compleja ya que su participación es esporádica y conlleva el riesgo de una doble contabilización (es decir, como personal integrado al ensayo y como personal académico). En la contabilización del personal involucrado en ensayos clínicos, se recomienda utilizar la siguiente convención:

- Se considerarán investigadores, los doctores en medicina y profesionales con títulos equivalentes, como mínimo, al nivel CINE 5A (UNESCO, 2006);
- Se considerarán técnicos, los/las enfermeros/as y demás personal que hayan obtenido acreditaciones inferiores al nivel CINE 5A.

En el caso de algunos doctores, participar en ensayos clínicos puede ser una actividad a tiempo parcial dentro de su práctica de medicina, hecho que hace importante calcular la EJC del personal involucrado. Es igualmente importante asignar correctamente el gasto y la EJC a los sectores que corresponde (es decir, educación superior, empresas, instituciones privadas sin fines de lucro) dado que podría darse el caso, por ejemplo, de un investigador de educación superior contratado por una empresa privada para supervisar un ensayo clínico.

7) Al momento de medir I+D es recomendable prestar especial atención a una serie de actividades que se ubican en el límite de lo que se considera I+D. En este documento, se describen algunas de estas actividades:

- En el caso del conocimiento tradicional, es importante establecer líneas divisorias. Las actividades que definen una interfaz entre el conocimiento tradicional y la I+D se consideran parte de esta última. Sin embargo, se excluyen las formas tradicionales de almacenamiento y comunicación del conocimiento tradicional;
- En muchos países en desarrollo, los procesos de retroingeniería (o ingeniería reversa) constituyen una importante actividad de innovación de las empresas. Sin embargo, este concepto generalmente escapa al ámbito de la I+D. Por lo tanto, la retroingeniería debería considerase parte de la I+D, sólo si se realiza en el marco de un proyecto de I+D orientado a desarrollar un producto nuevo (y diferente).
- Dentro de las economías emergentes y los países en desarrollo, los cambios menores o incrementales se consideran el tipo más frecuente de actividad de innovación. En teoría, las actividades que conducen a cambios o adaptaciones incrementales no deberían ser contabilizadas como actividades de I+D, a no ser que formen parte, o sean el resultado, de un proyecto formal de I+D en una empresa.
- Las encuestas deberían medir las actividades de I+D relacionadas con las ciencias sociales y las humanidades de todos los sectores. La investigación para el desarrollo y proyectos encaminados a producir cambios sociales se considerarán I+D, sólo durante sus etapas de desarrollo y prueba piloto. Una vez que el proyecto es llevado a escala, ya no deberá considerarse en esta categoría. En algunos países, la investigación sobre temas religiosos es particularmente importante. En principio, este tipo de investigación forma parte de las humanidades, por consiguiente, las instituciones que la llevan a cabo deben ser incluidas en las encuestas de I+D.
- En la propia medición de las actividades de I+D hay áreas en las que debe buscarse extensión y mejoramiento. La cobertura de las encuestas debería ampliarse para abarcar el desarrollo de *software* y las actividades de I+D relacionadas con la ingeniería de sistemas. A su vez, esta actividades deberían incluir tanto a las grandes firmas del sector de servicios financieros como a la pequeñas y medianas empresas que constituyen la cadena de valor de I+D de las primeras.

8) Finalmente, dada su trascendencia en los países en desarrollo, podría ser conveniente crear dentro de cada sector principal de actividad un subsector conformado por instituciones extranjeras (IE). En países donde el sector IE haya adquirido cierta importancia y tenga un impacto significativo en las estadísticas de I+D, éste podría considerarse un sector separado dotado de un nivel jerárquico similar al de otros sectores de actividad. Si un país determina establecer un sector IE, se recomienda incluir en éste a institutos de gobiernos extranjeros, instituciones extranjeras privadas sin fines de lucro (IPSFL) y organizaciones internacionales. Sin embargo, las empresas extranjeras deben permanecer en el sector de empresas, así como los institutos de educación superior deben permanecer en el sector de educación superior. El financiamiento que pueda provenir de este sector para ayudar a financiar a otros sectores debe designarse como “fondos del extranjero”.

En los países en desarrollo, los sistemas estadísticos de CTI suelen presentar ciertas debilidades. En este documento se ofrece una serie de recomendaciones para ayudar a su fortalecimiento:

- Institucionalizar las estadísticas de I+D;
- Establecer registros;
- Demostrar valor y crear apoyo;
- Documentar procedimientos de encuesta y de estimación.

Por último, se evidencia la necesidad de contar con información y datos estadísticos que vayan más allá de las definiciones de I+D aportadas por el MF, que permitan enriquecer las estadísticas de CTI con datos sobre actividades afines de ciencia y tecnología (CyT). Entre estas actividades se incluyen los servicios científicos y tecnológicos (SCT) y la enseñanza y formación CyT generalmente del tercer grado (EFCT).

1. Introducción

En los últimos años, la innovación ha alcanzado especial connotación como el principal impulsor del crecimiento económico, ya sea a través de innovaciones de naturaleza incremental, o radical (UNCTAD, 2007). Las actividades de innovación[1] incluyen la generación y transferencia de conocimientos, la adquisición de tecnologías, la comercialización de productos y la investigación y el desarrollo experimental (I+D). La capacidad para realizar, encargar, medir y gestionar iniciativas de I+D constituye un aspecto importante de la competitividad económica y el desarrollo nacional. Existen varias razones que lo explican:

- La I+D es un elemento básico de la capacidad para adoptar y adaptar tecnología a través de la transferencia tecnológica.
- Los problemas que afectan al desarrollo requieren de soluciones y perspectivas locales. Las soluciones tecnológicas se encuentran insertas en el ámbito social y cultural y, como tales, deben tener en cuenta a los sistemas locales y tradicionales de conocimiento. Las iniciativas de I+D que, sensibles a aspectos culturales, se desarrollan en colaboración con ejecutores del conocimiento local y tradicional, tienen el potencial de transformar esta I+D en diversos tipos de innovación.
- Un personal altamente calificado representa un importante activo para el desarrollo. Esta clase de recursos humanos se forman y desarrollan en los establecimientos de educación superior. Las iniciativas de I+D realizadas en estas instituciones se reconocen como una de las fuerzas promotoras de la calidad de la educación superior.

Las estadísticas de I+D constituyen una importante herramienta para la planificación de políticas indistintamente si se trata de países industrializados, economías emergentes o países en desarrollo. Las discusiones contenidas en este documento técnico buscan capturar las diferentes características de las economías y sociedades que forman parte de un "mundo en desarrollo" -que también abarca a las economías emergentes- en rápida evolución. La designación "países en desarrollo" refiere a una clasificación de la ONU basada en regiones macro geográficas (continentales), subregiones geográficas, economías seleccionadas y otros grupos. Por consiguiente, no alude a un conjunto homogéneo de países.[2]

La intensidad de las actividades de I+D (vale decir, el gasto interior destinado a I+D como porcentaje del producto interno bruto) es un indicador muy importante para la política económica según se constata en la Agenda de Lisboa de la Unión Europea, el Plan de Acción Consolidado de la Unión Africana en materia de Ciencia y Tecnología y en las declaraciones de política de la Organización de Estados Americanos. A pesar del valor que se atribuye a las estadísticas de I+D como herramientas para la formulación de políticas basadas en la evidencia, tanto la demanda como la producción de estas estadísticas dista mucho de ser universal. La importancia de la I+D en la esfera de políticas también se ha visto reducida por situaciones puntuales, por ejemplo, durante la transición desde la planificación central hacia la economía de mercado, o durante las fluctuaciones en el ciclo de productos primarios y, en forma más reciente, como efecto de la recesión mundial de 2008-2010.

Adicionalmente, los países en desarrollo difieren en términos de acceso, producción y difusión de la información, concepto subsumido en el término "cultura de la información". Esto puede manifestarse como una falta de demanda de información por parte de los elaboradores de políticas y otros

---

1 La innovación es la incorporación al mercado, o a una organización, de un producto, proceso, o cambio organizacional o de marketing nuevo o significativamente mejorado. La innovación puede ser de naturaleza tecnológica o no tecnológica.

2 División de Estadística de las Naciones Unidas "Composición de regiones macro geográficas (continentales), subregiones geográficas, grupos económicos seleccionados y otras agrupaciones". http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49regin.htm.

usuarios, o como cierta incapacidad o renuencia de las instituciones de investigación, universidades y empresas para suministrar información. Si se estima que la I+D carece de importancia en la planificación de políticas, es probable que a su medición también se le otorgue una baja prioridad. Asimismo, una débil medición de las actividades de I+D hará difícil esgrimir argumentos sólidos que apoyen iniciativas de inversión en I+D. La presente publicación busca impulsar un cambio en esta situación.

En la actualidad, la disponibilidad de estadísticas de I+D al alcance de los países en desarrollo es escasa y dispar (Gaillard, 2008; UIS, 2010). La existencia de agentes comprometidos con la realización y utilización de las encuestas nacionales sobre CTI e I+D podría ayudar a remediar esta situación. Sin embargo, la tarea se complica ya que la actual falta de información debilita la plataforma política que podría sustentar la demanda de los países por destinar recursos a la producción de datos sobre I+D. La decisión de poner fin a este ciclo negativo se complica incluso más, cuando los sistemas nacionales exhiben marcadas debilidades y falta de competencias técnicas para producir estadísticas de I+D internacionalmente comparables.

En términos de mediciones internacionalmente comparables de I+D, el MF es la norma *de facto* de los Estados Miembros y estados observadores asociados de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). El manual concentra los conocimientos colectivos adquiridos en el campo de la medición de la I+D durante más de cinco décadas de trabajo en países industrializados (Godin, 2006). El presente documento se atiene a la definición de I+D propuesta en el MF: “La investigación y el desarrollo experimental (I+D) comprenden el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones.” (MF, párr. 63).[3]

El objetivo de este documento técnico es ayudar a los países en desarrollo a utilizar las directrices y normas contenidas en el MF para satisfacer necesidades enmarcadas en sus contextos particulares. En él se aborda una serie de temas particularmente pertinentes a las economías emergentes y a los países en desarrollo. Teniendo presente que los recursos pueden ser escasos, también se ofrecen sugerencias que aporten a reducir la complejidad y la carga asociadas a las encuestas conservando, al mismo tiempo, la comparabilidad internacional.

En una primera parte, este documento reseña las características esenciales de las actividades de I+D en las economías emergentes y en los países en desarrollo, sin perder de vista el hecho de que estos países exhiben variadas condiciones económicas y que la ciencia opera bajo diversos entornos institucionales. Le sigue una descripción de problemas específicos asociados con la medición de la I+D que son pertinentes a estos países en desarrollo. En las siguientes secciones se aborda: la medición del gasto en I+D; la fuerza laboral involucrada en actividades de I+D y su movilidad; tipos específicos de I+D; la internalización de la I+D; y la creación de sistemas estadísticos en los países en desarrollo. Por último, el documento concluye con una breve mirada al futuro destacando ideas que ameritan mayor estudio.

Este documento técnico sirve de complemento al MF (OCDE, 2002). No representa un prototipo para una encuesta de I+D ni pretende entregar una lista definitiva de indicadores CTI, sino, más bien, busca aumentar la participación de los países en encuestas basadas en el modelo presentado en el MF, mejorando de esta forma la gestión local de la I+D y su comparabilidad internacional. La consiguiente interacción entre los profesionales especializados en estadísticas de I+D de los países industrializados, economías emergentes y países en desarrollo, podría aportar a futuras revisiones del MF ampliando de esta forma su alcance y relevancia.

[3] La referencia (párr. ##, MF) indica el número del párrafo pertinente en la 6ª edición del *Manual de Frascati* (OCDE, 2002).

2. La naturaleza de las actividades de I+D en los países en desarrollo

2.1 La creciente importancia de la I+D

Desde una perspectiva global, la I+D se concentra en la tríada conformada por los Estados Unidos, la Unión Europea y Japón. En el mundo en desarrollo, la producción científica y el gasto en I+D también se concentran en un grupo relativamente reducido de países en cada región. Ejemplos de lo anterior se pueden encontrar en Gaillard (2008) y Arber et al. (2008). Especialmente destacable es el acelerado crecimiento de la I+D evidenciado en China durante la última década.

La intensidad de la I+D, un indicador utilizado para monitorear los recursos destinados a la CTI en todo el mundo, se mide tradicionalmente como la relación entre el gasto interior bruto en I+D (GBID) y el producto interno bruto (PIB) expresada como un porcentaje. En 2007, la mediana de la relación GBID/PIB en los Estados Miembros de la OCDE era 1.8% con seis países exhibiendo valores bastantes inferiores al 1%. Actualmente se está produciendo un cambio en la distribución mundial de las actividades de I+D, según se refleja en los aumentos del GBID, el volumen de publicaciones científicas listadas a nivel internacional y la actividad de patentes de los países en desarrollo.

La proporción de publicaciones científicas en bases de datos bibliométricas reconocidas que se atribuye a autores de países en desarrollo ha aumentado notoriamente. En 1973, los países en desarrollo, como conjunto, representaban el 5% de las publicaciones científicas globales y solamente India, Sudáfrica y Argentina se ubicaban entre los 25 primeros del mundo (Garfield, 1983). Ya hacia el 2006, las publicaciones científicas de estos países alcanzaban el 20% de la participación mundial, en gran medida gracias al aporte de Asia (14,8%) y particularmente de China (7%). En materia de publicaciones, China ha exhibido un crecimiento superior al 100% en los últimos diez años, mientras que en América Latina la contribución que Brasil hiciera a las publicaciones mundiales durante el mismo período fue cercana al 50%.

En la medida que las actividades de I+D aumentan, también lo hace el interés por estadísticas de I+D. Se suele asumir que los principales usuarios nacionales de este tipo de estadísticas son el gobierno, el sector de empresas y los analistas de políticas. Sin embargo, otros actores tales como la comunidad internacional de donantes, las corporaciones multinacionales y las instituciones extranjeras de educación superior, pueden jugar papeles importantes en el desarrollo de actividades locales de I+D y, por ende, ser usuarios de estas estadísticas. A pesar de que esta situación aumenta la demanda de estadísticas de I+D, también puede aumentar la presión por producir datos para usuarios específicos poniendo en riesgo la comparabilidad internacional.

Los ejecutores de actividades de I+D operan dentro del contexto específico de un sistema nacional, cultural, político, financiero y económico, que puede incluir legados coloniales, post coloniales y de otras formas de gobierno. Este análisis permite entender por qué en muchos casos no es el sector privado sino el gobierno el sector que tiende a predominar en las actividades de I+D de las economías emergentes (Kahn *et al*., 2008).

En muchas economías emergentes y en desarrollo, el sector de empresas genera bastante menos actividad de I+D que el gobierno y los sectores de educación (pública) superior. Esto es especialmente evidente en el caso de la investigación agrícola y medioambiental donde pueden existir estrechos vínculos entre las instituciones locales de investigación creadas antes de la independencia, con instituciones “madre” en las antiguas potencias coloniales. Esto probablemente signifique que bajo estas circunstancias se realizará más “I” que “D”. Sin embargo, donde existen importantes flujos de fondos para I+D en el ámbito de la salud -especialmente para ensayos clínicos- se da más bien el caso de menos “I” y más “D”.

Un reducido énfasis en actividades de I+D dentro del sector de empresas puede reflejar aspectos organizativos. En el caso de las empresas que atienden principalmente al mercado local, las presiones competitivas suelen ser de menor magnitud de modo que la implementación sistemática de iniciativas de I+D constituye la excepción, no la regla general. En estas circunstancias, los proyectos de I+D son encargados con el objeto de abordar temas puntuales de producción, hecho que los hace infrecuentes, informales y difíciles de capturar.

Las actividades informales u ocasionales de I+D también se dan en otros sectores. Un ejemplo de lo anterior son los hospitales docentes donde la investigación, si bien se considera parte de las tareas médicas, podría no estar registrada como una actividad formal de investigación o ser presentada ante un comité ético para su aprobación.

En algunos países en desarrollo, la medición de la actividad de I+D en ciertos campos puede presentar desafíos metodológicos. En sistemas y estructuras de conocimientos locales y tradicionales y en la investigación religiosa, recoger elementos de I+D puede ser complejo. Asimismo, se pueden presentar problemas metodológicos al momento de medir el componente de I+D presente en ensayos clínicos, en el desarrollo de programas computacionales, en retroingeniería y adaptaciones técnicas menores, en la investigación para el desarrollo, así como en otros proyectos de I+D en el campo de las humanidades y las ciencias sociales. Estos problemas se describirán en mayor detalle en la Sección 5.

La medición de la I+D plantea nuevos desafíos a muchas economías emergentes y países en desarrollo. Para comenzar, el personal asignado a trabajar con encuestas no está lo suficientemente familiarizado con las definiciones técnicas de la I+D. Por consiguiente, con el objeto de garantizar que los datos generados sean consistentes y comparables, se requiere una sistemática capacitación y supervisión del personal de encuesta y de recolección de datos.

La experiencia internacional muestra que la tarea de estimar el tiempo destinado a la investigación y, por ende, de calcular la equivalencia a jornada completa (EJC) del personal de investigación – particularmente en el sector de la educación superior- presenta innumerables dificultades. Lo anterior tiene un impacto directo sobre el cálculo del GBID. A la hora de medir el tiempo destinado a actividades de I+D, la consistencia es el factor fundamental para la comparabilidad de estadísticas de I+D. Este punto se tratará en más detalle en la Sección 4.

2.2 Heterogeneidad y concentración

Las actividades de I+D y su marco institucional tienen características distintivas según el país. Esto refleja la heterogeneidad de las estructuras y la concentración de la I+D por región, institución, sector e incluso proyecto. La clasificación de actividades en distintas categorías permite realizar una encuesta preliminar sobre los principales ejecutores de I+D.[4]

[4] Por ejemplo, a pesar de contar con seis centros de investigación y 41 instituciones de educación superior, la actividad de investigación del Líbano se concentra y comparte entre tres universidades que representan el 84% de todas las publicaciones. De hecho, más del 50% del número total de publicaciones corresponde a una sola universidad que es responsable de tres cuartos del 58% de aumento exhibido por las publicaciones libanesas durante los años 1996 y 2003 (Gaillard, 2008).

Entender la I+D en el contexto de sistemas políticos, económicos, educacionales, científicos y sociales representa un importante elemento auxiliar de las encuestas. Esto supone conocer a los ejecutores de las actividades de I+D, instituciones de CyT (academias, asociaciones, sindicatos, revistas, colegios invisibles[5], etc.), las condiciones de trabajo de los investigadores, el rol de las agencias internacionales de financiamiento, los productos de la investigación (publicaciones, artículos y patentes), así como los acuerdos y la cooperación científica (Mouton y Waast, 2008).

Las economías emergentes y los países en desarrollo representan un grupo heterogéneo, que incluye antiguos estados centralizados, países socialistas y formaciones políticas relativamente recientes. Sus sistemas de innovación y sistemas asociados de medición, se caracterizan por su gran diversidad tanto en el plano local -por institución, sector y región- como en el plano internacional. Esta diversidad incluye una concentración dispar de ejecutores de I+D así como una capacidad desigual para medir la I+D. La variabilidad regional constituye la norma, aún cuando no se considera una meta deseable. En este grupo se encuentran países con grandes o pequeñas extensiones territoriales; así como sistemas de innovación con niveles eficientes de funcionamiento o con grandes deficiencias. En numerosos países, la actividad de I+D se concentra en torno a un núcleo central de innovación mientras que el resto de las actividades exhiben un patrón disperso alrededor de este núcleo. Por consiguiente, donde sea posible, las recomendaciones de acción deben tomar en consideración estas variabilidades y patrones.

Dado que estos factores contextuales incidirán en la conducción de encuestas de I+D, Arber *et al.* (2008) propone la siguiente agrupación de países latinoamericanos, de acuerdo a tres parámetros (es decir, condición de desarrollo socio-económico, capacidad de los sistemas de I+D y capacidad de los sistemas estadísticos de I+D):

"Grupo A: países con sistemas consolidados de I+D y sistemas estadísticos de CyT desarrollados.

Grupo B: países con sistemas consolidados de I+D y sistemas estadísticos de CyT menos desarrollados.

Grupo C: países con sistemas incipientes"[6]

Algunos países en desarrollo no han experimentado mayores dificultades en la aplicación de los conceptos presentados en el MF. En términos generales, los países del *Grupo A* pueden superar con éxito este desafío.

Los países del *Grupo B,* típicamente presentan bastante actividad en términos de I+D, pero muestran una trayectoria limitada en términos del acopio de estadísticas de I+D. Dichos países cuentan con sistemas estadísticos operacionales y podrían tener la capacidad para adoptar la mayoría de los conceptos planteados en el MF. Sin embargo, aún no han desarrollado los marcos legales que faciliten la administración de encuestas sobre I+D y permitan institucionalizar estas encuestas en forma sostenible.

---

[5] Según Lievrouw (1989), Price (1963) definió los colegios invisibles en un contexto moderno como aquellas "entendidas como afiliaciones informales de científicos que comparten intereses comunes y aún permanecen fuertemente vinculados a otras instituciones (….) y que podrían vivir a cierta distancia el uno del otro".

[6] En el contexto de América Latina, Arber *et al*. clasifica a los países en los siguientes tres grupos:

- El grupo A, conformado por Argentina, Brasil, México y Chile;
- El grupo B, conformado por Colombia, Costa Rica, Cuba, Panamá, Uruguay y Venezuela;
- El grupo C, conformado por Nicaragua, Perú, El Salvador, Paraguay, Guatemala, Bolivia, Ecuador, República Dominicana y Honduras.

Esta clasificación podría ampliarse para incluir a países del resto del mundo.

Los países del *Grupo C* típicamente han producido ocasionales compendios de estadísticas de CTI aunque sin la implementación sistemática de encuestas de I+D. Estas estadísticas no cubren la totalidad de los sectores y provienen principalmente de instancias administrativas y otras fuentes secundarias. Por consiguiente, no son necesariamente compatibles con las normas del MF. Los sistemas de I+D de este grupo están frecuentemente restringidos a un número reducido de instituciones universitarias y gubernamentales. La participación del sector de empresas es prácticamente inexistente. Al mismo tiempo, estos países no cuentan con recursos suficientes para destinar a políticas y gestión de CTI y, menos aún para elaborar estadísticas de CTI. Un funcionario, cuyas responsabilidades también incluyen diversas actividades de gestión de CTI, normalmente asume la función de producción de estadísticas de I+D a tiempo parcial. Bajo estas condiciones, los países podrían comenzar a implementar mecanismos regulares de acopio de estadísticas de I+D en función de un sector clave (con frecuencia el sector gubernamental o de educación superior) o llevar a cabo proyectos de envergadura.

Los países desarrollados que cuentan con una sólida función científica nacional disponen una masa crítica de institutos de investigación y de educación superior relativamente estables y bien financiados, así como con sistemas consolidados de gobernabilidad. En las economías emergentes y en los países en desarrollo, los sistemas de innovación son más fluidos y, en algunos casos, dependen de un número relativamente reducido de instituciones notoriamente disimilares. Si estas instituciones dependen de fondos extranjeros, en la medida que los recursos disponibles aumenten o se reduzcan y el área central de interés cambie de acuerdo al proyecto o la disciplina involucrada, la consecuencia podría ser la producción de estadísticas volátiles e inconsistentes.

3. Gasto destinado a la I+D

Si bien en el pasado las actividades de I+D eran financiadas en su mayor parte por el gobierno, en la actualidad nuevas fuentes de financiamiento están emergiendo. En este sentido las fundaciones, organizaciones no gubernamentales (ONG) y en particular las organizaciones extranjeras, juegan un papel importante. Adicionalmente, la contribución de las empresas privadas está adquiriendo mayor relevancia y reconocimiento en un creciente número de países en desarrollo. Muchas de estas nuevas fuentes de financiamiento van en beneficio directo de personas y de grupos en lugar de privilegiar a las instituciones (Gaillard, 2008) y, en consecuencia, no se contabilizan y rara vez se declaran, incluso para propósitos estadísticos.

Las siguientes situaciones también plantean desafíos a la recopilación de datos sobre el gasto en I+D:

- Aunque el MF recomienda realizar el acopio de datos primarios mediante encuestas directas, el uso de datos secundarios obtenidos del presupuesto nacional y de los registros presupuestarios de unidades públicas ejecutoras de I+D, es una práctica comúnmente adoptada para obtener estimaciones aproximadas del GBID. Sin embargo, suele haber una discrepancia entre los presupuestos votados y los asignados. Adicionalmente, los sistemas nacionales de investigación tienen una limitada capacidad de absorción, situación que puede dejar fondos retenidos en cuentas centrales en lugar de transferirlos a instituciones ejecutoras de actividades de I+D. Asimismo, se debe tomar la precaución de que estas transferencias no sean contabilizadas por partida doble, es decir como gastos del organismo financiador y de la institución ejecutora.
- En algunos países se utiliza una combinación de registros presupuestarios e informes anuales de unidades ejecutoras, presupuestos nacionales y documentos nacionales de planeamiento, como fuente para estimar el GBID. Cuando ambas fuentes son utilizadas, existe el riesgo de duplicación debido a la mezcla de unidades financiadoras y ejecutoras participantes. Algo similar ocurre en proyectos en que participan numerosas instituciones diferentes. En algunos países, particularmente en las antiguas economías centralizadas, los fondos considerados en el presupuesto provienen de fuentes incompatibles con las recomendaciones del MF.
- Las definiciones empleadas por los ministerios de finanzas y otras instituciones gubernamentales para establecer “presupuestos de CyT” pueden tener fines específicos y no discriminar entre las actividades más amplias de CyT y las más acotadas de I+D. También existen otros problemas asociados con definiciones, clasificaciones y acceso a los datos. Por ejemplo, los datos de I+D relativos a la defensa nacional pueden ser reservados. Por otra parte, muchas instituciones (en particular las universidades) no elaboran presupuestos separados de I+D, especialmente si a la investigación le es asignada una baja prioridad institucional.
- Los componentes de la I+D que forman parte del presupuesto nacional, especialmente las inversiones de capital, pueden ser difíciles de identificar y pueden estar agregados bajo diferentes títulos. Asimismo, cuando las actividades de I+D se prolongan por más de un año fiscal, puede ser difícil estimar la cantidad de recursos utilizados cada año.
- La asignación por sector de las actividades de I+D de empresas estatales, empresas de propiedad de universidades y academias nacionales de ciencia, tendrá una marcada influencia en la escala y distribución del GBID. La clasificación según el criterio de si “la producción está destinada al mercado” es de naturaleza general y se aborda en los párrafos 163 a 168 del MF. Sin embargo, en el caso de los laboratorios estatales, la selección del sector está sujeta a convenciones que, a su vez, dependen del país. Por ejemplo, el *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) de Francia se considera parte del sector de educación superior (ES) de ese país. Por otra parte, la Academia de Ciencias de Rusia, al igual que muchas

academias de Europa oriental, otorga títulos de doctorado y se registra como parte del sector gubernamental bajo el encabezamiento “sector de academias”.

- Dentro del sector ES, el creciente número de universidades privadas no siempre se ve reflejado en un mayor gasto de I+D. Sería conveniente establecer una distinción entre la “ES pública” y “ES privada” que permitiera examinar este fenómeno y otros temas relacionados con mayor profundidad (MF, párr. 227 a 228). Respecto de la “ES privada”, será importante distinguir entre “establecimientos educativos privados subvencionados por el gobierno” y “establecimientos educativos privados”, de acuerdo a las definiciones utilizadas por el UIS en estadísticas de educación.[7] Asimismo, para las instituciones de educación superior se debería considerar una desagregación adicional: “privadas con fines de lucro” y “privadas sin fines de lucro”.
- En principio, las encuestas que cubren a todos los ejecutores de actividades de I+D deberían reportar para el mismo período. Esto es difícil de lograr ya que en muchos países, los gobiernos, las empresas y las instituciones de educación superior no necesariamente lo hacen. En términos generales, el sector industrial es el más problemático. Asimismo, no todos los países se rigen por el mismo calendario. Como solución, la recomendación de que los ejecutores de actividades de I+D reporten durante el “año fiscal más cercano al período de la encuesta” tendrá que ser suficiente.
- Los sistemas de información operativos a nivel de gobierno y de educación superior no están diseñados para permitir la extracción de datos sobre el gasto ni el personal asignado a actividades de I+D. Por esta razón, sólo es posible disponer de información fidedigna sobre el gasto financiero mucho tiempo después del término de la actividad. Lamentablemente, las soluciones puntuales que pueda ofrecer la tecnología de la información también puede conducir a errores e inconsistencias.

Cuando sea posible y pertinente, las discrepancias discutidas anteriormente deberían estar cubiertas por los metadatos de la encuesta.

[7] Establecimientos educativos privados subvencionados por el gobierno (dependientes) constituyen los establecimientos privados que reciben por lo menos 50% de su financiamiento de las agencias del gobierno. Pueden ser igualmente clasificados como establecimientos privados subvencionados por el gobierno aquéllos cuyo personal es pagado directamente o indirectamente por las agencias del gobierno. Véase http://www.uis.unesco.org/ev.php?URL_ID=5750&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.

4. Movilidad interna e internacional de la fuerza laboral de I+D

Determinar la plantilla de investigadores, calcular las EJC y desglosar el personal de universidades e institutos de investigación por cargo, nivel de formación y género, es un problema que comúnmente enfrentan las agencias de estadística.

En algunos países, a pesar que los contratos del personal académico especifican la cantidad de tiempo que deberá destinarse a la investigación, esto es algo difícil de hacer cumplir, especialmente donde existen restricciones de recursos y otras asociadas con el sistema y el personal. A algunos integrantes del personal de universidades (en particular los investigadores docentes o *enseignant-chercheurs)* se les exige como parte del contrato dedicar una cantidad de tiempo determinado a realizar actividades de investigación. Por lo tanto, al momento de reportar datos para encuestas de I+D, las universidades deben contabilizar estos profesores como investigadores y asignarles una EJC, de acuerdo a los requerimientos contractuales. Esto podría distorsionar sustancialmente los resultados de la encuesta.

El aporte de tiempo que deben hacer los estudiantes de doctorado y sus tutores a actividades de I+D presenta otra dificultad generalizada (MF, párr. 305; 316 a 324; 332). Uno de los problemas pendientes es cómo representar a los estudiantes de maestrías que realizan actividades de I+D, ya que el MF (párr. 323) especifica que sólo los estudiantes de nivel CINE 6 (estudiantes de doctorado) podrán ser incluidos en esta actividad.

Para sumar al problema, a medida que los sistemas universitarios crecen, el personal académico puede estar contratado a tiempo parcial con el fin de enseñar o realizar actividades de investigación en más de una universidad en calidad de “docentes taxi”, o incluso *pro bono*. Es probable que la estimación de las EJC correspondientes a “docentes taxi” sólo pueda obtenerse a través de entrevistas.

En algunos casos, las horas EJC de investigación publicadas son superiores a las que corresponden a la plantilla de investigadores. Esta situación puede darse si los investigadores desempeñan cargos, a tiempo completo o parcial, en distintas instituciones, circunstancia que puede llevar a sobreestimaciones. En general, estos casos son difíciles de identificar sin recurrir a verificaciones cruzadas o establecer comunicación directa con la institución involucrada.

Una de las claves para una encuesta exitosa es una estimación precisa de los costos laborales, información que, a su vez, depende en una correcta estimación de las EJC. Las organizaciones modernas utilizan, a modo de regla general, la noción que el gasto corriente asociado a cada unidad de trabajo es del mismo orden de magnitud que el costo del empleo, es decir el costo del factor trabajo. Por lo tanto, el costo laboral sumado al gasto corriente y a la inversión de capital equivale al gasto total destinado a I+D. Sin embargo, en algunos países en desarrollo, los docentes asalariados pueden no disponer de presupuestos para investigación o bien los investigadores no reciben remuneración. Éste es el caso de algunos países de bajos ingresos cuyas actividades de I+D con frecuencia dependen del esfuerzo de investigadores no remunerados.

La determinación de las EJC de investigadores es particularmente difícil en los antiguos estados centralizados, a pesar de que estos países cuentan con sistemas nacionales de estadística bien desarrollados que sistemáticamente acopian datos de todas las instituciones de investigación registradas. En general, las situaciones de “contabilización doble” se presentan cuando las agencias de estadística registran el lugar primario de trabajo de un investigador como un trabajo de tiempo completo y lo contabilizan como “una unidad”, a la cual se le sumarán otros cargos que éste pueda desempeñar. Básicamente, la información relacionada con el empleo se acopia institución por institución sin referencia al individuo. Bajo estas circunstancias un investigador podría ser contabilizado más de una vez a pesar que el lugar primario de trabajo suele estar determinado de acuerdo al sistema legal de dichos estados.

Este problema podría resolverse mediante la implementación de un procedimiento que obligara a contabilizar a las personas que tienen más de un empleo, solamente en el lugar de trabajo primario. En el futuro, los segmentos de tiempo destinados a distintos empleos podrán ser asignados a los diversos cargos en la forma que corresponde. La información relacionada con empleos secundarios podría recogerse en secciones especiales de los formularios de estadística proporcionados por la organización "primaria". Las personas registradas en el lugar de trabajo primario aunque no a tiempo completo deben ser contabilizadas según la proporción decreciente de tiempo dedicado al empleo primario. Es fundamental que en los metadatos de la encuesta se incluya una nota que aclare el procedimiento que se utilizará.

En situaciones de post crisis o post desastres, los investigadores aún pueden desempeñar "cargos de investigación" en diferentes instituciones que no dispongan de la debida infraestructura, sin percibir salarios, o incluso sin las normas de seguridad requeridas para conducir investigaciones. Se ha propuesto que, bajo estas circunstancias, las encuestas y producción de estadísticas de I+D se suspendan hasta el restablecimiento de la normalidad. En caso que esta anomalía esté circunscrita a una provincia o región específica, se deberá incluir una nota al respecto en los metadatos de la encuesta.

Respecto del personal altamente calificado, será necesario realizar ajustes adicionales al procedimiento de la encuesta para representar a los diferentes grupos. Los investigadores de "instituciones extranjeras" poseen ciertas características que pueden distinguirlos de sus contrapartes de instituciones nacionales. Los investigadores "visitantes" constituyen otro grupo importante que debe ser diferenciado. Se requerirá contar con información sobre ciudadanía, condición de residencia, país de nacimiento y duración de la estadía en el país que permita representar a estos grupos y monitorear los flujos y la "circulación de cerebros".

Lo contrario ocurre cuando los investigadores trabajan en el extranjero por un tiempo prolongado pero aún mantienen sus cargos en el país de origen (esto incluye situaciones de ausencia temporal o *leave of absence*). Estos casos conllevan el riesgo de contabilizar a la persona tanto en el país de origen como en el domicilio extranjero temporal. En teoría, esto podría resolverse identificando el domicilio donde la persona declara su impuesto a la renta como forma obtener la correcta contabilización y determinar dónde se realizó el trabajo de investigación. Sin embargo, es poco probable que estas consultas sean fructíferas dadas las cláusulas de confidencialidad y privacidad.

La movilidad de recursos humanos altamente calificados plantea problemas a la formulación de políticas de innovación en todo el mundo. La movilidad incluye desplazamientos transfronterizos y entre las regiones e instituciones de un país. Estos flujos juegan un papel importante. Por una parte, la circulación de investigadores es un aspecto necesario y deseable de la trasferencia de conocimientos y desarrollo profesional. Por otra, la permanente "fuga de cerebros" suele tener efectos perniciosos.

La relación entre la "diáspora de investigadores" y el país de origen es dinámica y propia de cada situación. La progresiva internacionalización del mercado de trabajo para las personas altamente calificadas ha facilitado su movimiento físico y hecho posible compartir el conocimiento científico a nivel mundial. La magnitud total de estos patrones migratorios, que pueden incluir la "circulación" a través de una serie de países intermediarios (por ej. país A→B→C, no solamente A→C), así como los "circuitos" regionales y mundiales, aún no ha sido establecida.

Los países en desarrollo han reaccionado ante estos desplazamientos en diversas formas. Un pequeño grupo de países que ha exhibido niveles de crecimiento relativamente altos – liderados por India y China –han comenzado a impulsar campañas orientadas a la recuperación de científicos nacionales arraigados en el extranjero a través de intensas políticas de CTI. A modo de contraejemplo, se pueden citar las iniciativas de empresas indias y chinas que han creado sus propios laboratorios de I+D en el extranjero con la esperanza de dar empleo a sus científicos expatriados.

Otros países han optado por organizar la diáspora CTI a través de "movilizaciones remotas" (Gaillard, 2008), por ejemplo, creando bases de datos de científicos expatriados, con el objetivo de movilizar, organizar y restablecer vínculos con la comunidad científica del país de origen. La idea es motivar a los científicos expatriados a utilizar las instalaciones y redes extranjeras y, simultáneamente, abrir canales que permitan compartir sus competencias y resultados de investigación con sus connacionales. Las distintas suertes que han corrido varias diásporas CTI – particularmente en América Latina y África- nos recuerda que no importa lo simple y atractivo que pueda parecer, lo integrantes de la diáspora no son necesariamente fáciles de reclutar (Gaillard y Gaillard, 2003).

La colaboración virtual es un fenómeno asociado que puede vincularse a la expansión de Internet en todos los países del mundo. En los últimos 20 años, la internacionalización de la ciencia (medida en términos de la importancia relativa de las coautorías extranjeras) aumentó más rápidamente en los países en desarrollo que en el resto del mundo (Gaillard, 2008).[8]

Por definición, el GBID incluye las actividades internas de I+D, es decir, las realizadas en el territorio nacional (MF, párr. 34). La internacionalización de la I+D, ya sea mediada por científicos nacionales que han emigrado en forma temporal o a través de la inclusión de instalaciones nacionales de I+D auspiciadas por corporaciones multinacionales (CMN) o laboratorios del sector público, plantea un desafío universal a dicha definición.

Recomendaciones

Si en efecto la correcta identificación de investigadores y el tiempo que destinan a la investigación representan factores particularmente importantes, parte del problema podría solucionarse a través de entrevistas administradas por pares familiarizados con las circunstancias locales.

Los datos derivados de las encuestas de I+D deben ser complementados con información de otras fuentes, tales como bases de datos de investigadores, o sistemas de gestión de información científico-tecnológica (SGICT). Si se utilizan fuentes secundarias para calcular el número de investigadores, las cifras deberán verificarse contactando a las instituciones involucradas a objeto de confirmar la cobertura y evitar una contabilización doble. Entre las fuentes secundarias (con excepción de las encuestas directas de I+D) se incluyen las siguientes:

- Informes anuales emitidos por ejecutores de I+D;
- Registros de autorización ética;
- Solicitudes para conducir investigaciones antropológicas;
- Registros de subsidios;
- Bases de datos de publicaciones, nacionales e internacionales;
- SGICT y otras bases de datos de investigadores (incluyendo bases de datos de investigadores expatriados que forman parte de la diáspora);
- Registros de asociaciones profesionales (científicas, médicas, de derecho e ingeniería, etc.;
- Registros de ensayos clínicos; ensayos agrícolas en terreno; ensayos de OGM;
- Registros de principales donantes extranjeros (aquellos que financian actividades de I+D);
- Bases de datos de certificaciones universitarias.

[8] El alto porcentaje de cooperación internacional en las actividades de I+D de los países en desarrollo, plantea nuevos desafíos sobre la pertinencia e impacto de la I+D. Sin embargo, este tema no está comprendido dentro del alcance de este documento.

5. Campos específicos de actividades de I+D

En esta sección se describen diversos campos de actividad relacionados con la I+D –la mayoría de los cuales están cubiertos en el MF- que ameritan mayor atención al momento de ser aplicados a los países en desarrollo.

5.1 El conocimiento tradicional

En los países en desarrollo, el conocimiento tradicional (CT) tiene un rol fundamental en las discusiones sobre desarrollo socio-económico sostenible y mitigación de la pobreza (Rahman, 2000). En numerosas economías emergentes y países en desarrollo, su protección, fomento, complementariedades e integración con el conocimiento científico son objetivos esenciales de las políticas de promoción de las ciencias. Algunos países son parciales al término "conocimiento indígena o autóctono".[9]

El CT es "un cuerpo acumulativo de conocimientos, *know-how,* prácticas y representaciones mantenido y desarrollado por pueblos con extensas tradiciones de interacción con el entorno natural. Estos sofisticados conjuntos de comprensiones, interpretaciones y significados son parte esencial de un complejo cultural que consiste en idiomas y sistemas de nombres y clasificaciones, prácticas de uso de recursos, rituales, espiritualidad y cosmovisión" (ICSU y UNESCO, 2002). Este conocimiento suele presentarse en forma tácita, en contraste con la forma explícita que adopta el conocimiento científico (Rahman, 2000). En algunas culturas, el CT se codifica en forma parcial.

El término "conocimiento tradicional" se emplea para "diferenciar entre el conocimiento desarrollado por una comunidad determinada y el conocimiento generado por las universidades, los centros gubernamentales de investigación y la industria privada (vale decir, el sistema internacional de conocimiento, a veces denominado el sistema occidental)" (Warren, 1992 citado en Grenier, 1998).[10] En la opinión de algunos autores, el CT "puede ser llamado ciencia puesto que es generado y transformado a través de un proceso sistemático de observación, experimentación y adaptación" (Appleton *et al*., 1995).

Según Rahman (2000), se podría plantear una dicotomía entre los sistemas de conocimiento científico y tradicional basándose en las siguientes razones:

- razones de fondo- dadas las diferencias en términos de temas de estudio y características del conocimiento tradicional y científico;
- razones metodológicas y epistemológicas – dado que las dos formas de conocimiento emplean diferentes métodos para investigar la realidad; y
- razones contextuales – dado que el CT está más profundamente arraigado en su entorno.

---

[9] El "conocimiento indígena" enfatiza el apego a un lugar y crea un vínculo con los pueblos indígenas. Para algunos, sin embargo, esta conexión es problemática ya que restringe la aplicación del término y excluye a ciertas poblaciones que pueden no estar oficialmente reconocidas como "pueblos indígenas" por sus gobiernos pero que, no obstante, son poseedores de sofisticados conocimiento sobre su entorno natural. En cambio, los términos como "conocimiento local" pueden ser fácilmente aplicados a un variedad de contextos, pero adolecen de falta de especificidad (ICSU y UNESCO, 2002). Por consiguiente, para los propósitos de este documento, se utilizará el término "conocimiento tradicional".

[10] Esta definición es muy interesante en el sentido que señala que la generación de CT no es atribuible a ninguno de los sectores de ejecutores previstos en el MF, sino, más bien a una "comunidad determinada".

De acuerdo con la definición anterior, el CT en su esencia no cumple con la definición de I+D contemplada en el MF y por lo tanto es excluida. Sin embargo, cuando el CT forma parte de un proyecto de I+D, este esfuerzo (es decir, el uso del financiamiento y de las personas) debería ser incluido.

Sin embargo, "existen vínculos débiles entre las instituciones formales de I+D y las comunidades locales que poseen y usan el conocimiento (tradicional)" (AMCOST, 2010). Los siguientes son distintos tipos de actividad que crean vínculos entre el conocimiento tradicional y el conocimiento científico:

- El enfoque científico del CT ilustrado por disciplinas como las etnociencias (etnobotánica, etnopedología, etnosilvicultura, medicina etnoveterinaria y etnoecología) o la antropología cognitiva. Éste enfoque se define como "el estudio del conocimiento tradicional, en términos del estudio de las percepciones que las personas tienen sobre su propio entorno; un examen organizado del pensamiento en todas las culturas" (Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz). Esta definición hace al CT un objeto de estudio científico.
- La aplicación del método científico al CT, convirtiéndolo de esta forma en una fuente de información científica, tal como la ciencia de la biodiversidad o la conservación de la naturaleza. Algunos ejemplos de lo anterior son la salud tradicional y la farmacopea; las prácticas agrícolas, pesqueras y alimentarias; la conservación y los sabores con potencial industrial (Fundación para la Investigación, la Ciencia y la Tecnología, 2007).
- La interacción entre científicos y comunidades en actividades participativas de I+D utilizando prácticas tradicionales y el CT de las poblaciones locales como punto de partida (ICSU y UNESCO, 2002).

Recomendaciones

Es importante establecer las líneas divisorias del CT en términos de qué se entiende por I+D de acuerdo a la definición que se ofrece el MF. Las actividades que establecen una interfaz entre el CT y la I+D, se consideran parte de esta última. Sin embargo, con acuerdo a la prueba de novedad (MF, párr. 144), el almacenamiento y la difusión del CT en formas convencionales, quedan excluidos.

Algunos campos de actividades relacionadas con el CT son de naturaleza transdisciplinaria (por ej., la etnobotánica), hecho que hace difícil categorizarlos en las actuales clasificaciones de campos de la ciencia. Dichos campos de actividades pueden ser difusos y difíciles de identificar, pero dentro de lo posible deben ser incluidos en las encuestas estadísticas de I+D.

5.2 Ensayos clínicos

La internacionalización y tercerización o externalización de la I+D, la descentralización de los laboratorios, las actividades de las empresas farmacéuticas y su necesidad de conducir ensayos clínicos en una extensa población de usuarios potenciales, convierte esta actividad en una de las principales áreas de desarrollo en el mundo.

Los procedimientos éticos y los resultados de los ensayos clínicos concitan legítimas preocupaciones por parte de los propios participantes, los gobiernos de los países sede de tales estudios y de los promotores. En los países en desarrollo, los recursos invertidos en las etapas 1, 2 y 3 de los ensayos clínicos (MF, párr. 130) pueden suponer una porción sustancial del gasto total en I+D. El gasto en I+D asociado con ensayos clínicos se asignará a los campos de ciencia pertinentes. Sin embargo, en el reporte de encuestas de I+D sería aconsejable registrar las actividades relacionadas con ensayos clínicos como una entidad separada.

Con el fin de identificar los ensayos clínicos que se realizan en un determinado país en un momento dado, los especialistas en estadísticas de I+D tienen acceso a diferentes bases de datos, entre ellas, a los registros nacionales de ensayos clínicos.[11] Este registro, uno de los más íntegros de los Estados Unidos (http://clinicaltrials.gov/), incluye una guía completa de ensayos clínicos por país. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha creado la Plataforma Internacional de Registro de Ensayos Clínicos (ICTRP, por su sigla en inglés) con la finalidad de facilitar el registro y el acceso público a toda información relativa a ensayos clínicos mediante la integración de datos recogidos de los registros de todo el mundo.

En los países en desarrollo, la mayor parte del financiamiento de los ensayos clínicos proviene del extranjero (las oficinas centrales de las CMN farmacéuticas) y suele distribuirse entre varias instituciones locales tales como:

- las filiales locales de las CMN;
- las universidades y los hospitales universitarios;
- los institutos gubernamentales de investigación;
- profesionales e investigadores médicos;
- clínicas;
- las IPSFL locales;
- las IPSFL internacionales.

Lograr identificar a la totalidad del personal de investigación activo en la cadena de valor característica de los ensayos clínicos puede ser una tarea compleja. El punto de partida podría ser el principal investigador que estuviera en condiciones de proporcionar estimaciones. Sin embargo, la naturaleza esporádica de la participación de los investigadores universitarios y profesionales médicos (públicos y privados) hace difícil determinar con precisión su número y EJC sin correr el riesgo de una doble contabilización.

Cuando no sea posible estimar el número de investigadores más allá del equipo básico, la cadena de valor puede subsumirse bajo el encabezamiento “otros gastos corrientes”. El resultado de esta acción es una inevitable subestimación de la plantilla de investigadores.

[11] Por ejemplo, el Registro de Ensayos Clínicos de Australia-Nueva Zelanda (ANZCTR) (http://www.anzctr.org.au/), el Registro de Ensayos Clínicos de (ChiCTR) (http://www.chictr.org/), el Registro de Ensayos Clínicos de India (CTRI) (http://www.ctri.in/), ISRCTN.org (http://www.isrctn.org/), el Registro de Ensayos Clínicos de los Países Bajos (NTR) (http://www.trialregister.nl/) y el Registro de Ensayos Clínicos de Sri Lanka (SLCTR) (http://www.slctr.lk/), suministran datos a la ICTRP. Otros ejemplos de registros son www.controlled-trials.com para Europa y América Latina, el Registro Latinoamericano de Ensayos Clínicos en Curso (LATINREC) http://www.latinrec.org/ y el Registro Nacional Sudafricano de Ensayos Clínicos (http://www.sanctr.gov.za/).

Recomendaciones

Si bien los principales investigadores asignados a un estudio suelen estar emplazados en el extranjero (en el país auspiciador), el personal local también desempeña diversas funciones incluyendo la de investigador. Como regla general, si la función del personal es difícil de determinar, se recomienda utilizar la siguiente convención:

- Se consideran investigadores, los doctores en medicina y profesionales con títulos equivalentes, como mínimo, al nivel CINE 5A;
- Se consideran técnicos, los/las enfermeros/as y demás personal que hayan obtenido acreditaciones inferiores al nivel CINE 5A.

Es importante calcular el EJC del personal involucrado ya que en el caso de algunos doctores, participar en ensayos clínicos puede ser una actividad de tiempo parcial dentro de su práctica de medicina.

Es igualmente importante asignar correctamente el gasto y el EJC a los sectores que corresponde (es decir, educación superior, empresas, instituciones privadas sin fines de lucro) dado que podría darse el caso, por ejemplo, de un investigador de educación superior contratado por una empresa privada para supervisar un ensayo clínico.

5.3 Actividades industriales: Retroingeniería y cambios incrementales

Según se destacara en el Anexo A del Manual de Oslo (OCDE/Eurostat, 2005), los países en desarrollo suelen contar con insuficientes sistemas de innovación y una baja intensidad de actividades de I+D en el sector de empresas.

La innovación es, esencialmente, de naturaleza incremental e imitativa. La retroingeniería (o ingeniería reversa), una de las actividades de innovación que exige un alto nivel de competencias, puede definirse como “el proceso de extraer conocimientos o diseñar planos detallados de cualquier objeto hecho por el hombre” (Eilam, 2005). La retroingeniería suele tener como propósito comprender la estructura y el funcionamiento de un objeto con el fin de crear un nuevo dispositivo o programa. De esta forma, se crea un objeto similar de una forma diferente, ya sea copiándolo o mejorándolo.

Recomendaciones

Si la actividad de retroingeniería se lleva a cabo en el marco de un proyecto de I+D y tiene como fin desarrollar un producto nuevo (diferente), debe considerarse I+D. Éste es el caso de la retroingeniería aplicada al mejoramiento de la interoperabilidad de un producto nuevo que permita, por ejemplo, dar soporte a formatos de archivos indocumentados o de periféricos indocumentados del *hardware.*

Cuando la actividad de retroingeniería no se realiza en el marco de un proyecto de I+D, debe considerarse una actividad de innovación distinta a la I+D (Manual de Oslo, párr. 525) y excluirse de las encuestas de I+D.

Dentro de las economías emergentes y los países en desarrollo, los cambios menores o incrementales se consideran el tipo más frecuente de actividad de innovación (Manual de Oslo, párr. 499). En teoría, las actividades que conducen a cambios o adaptaciones incrementales no deberían ser contabilizadas como actividades de I+D, a no ser que formen parte, o sean el resultado, de un proyecto formal de I+D de una empresa.

5.4 Investigación en humanidades y ciencias sociales

Se observa una tendencia mundial a subreportar las investigaciones conducidas en el campo de las ciencias sociales y humanidades (CSH). Con referencia a éstas, el MF (MF, párr. 143) aplica la prueba de novedad: "…los proyectos de naturaleza rutinaria, en los cuales los científicos sociales ponen en operación metodologías, principios y modelos establecidos de las ciencias sociales para abordar un problema determinado, no pueden clasificarse como investigación". El párrafo 144 ofrece ejemplos de las actividades excluidas.

Adicionalmente, algunos países específicamente excluyen las actividades de I+D en CSH de sus encuestas del sector de empresas y no las consideran elegibles para incentivos tributarios, hecho que contribuye a debilitar aún más su importancia. Como resultado de lo anterior, estas actividades suelen ser reportadas preferentemente respecto del sector educación superior y del sector privado sin fines de lucro. Entre éstos, el primero suele ser el mayor ejecutante.

La creciente importancia del sector servicios y la transición hacia la economía del conocimiento refuerzan el argumento que respalda la medición de la I+D en CSH dentro del sector de empresas. Tanto en la teoría como en la práctica, esta situación se hace cada vez más insostenible, si se considera que el éxito de la transferencia de tecnología y el desarrollo comunitario dependen de nuestra comprensión del actuar humano, un aspecto central de la I+D en CSH. Asimismo, las iniciativas de investigación sobre el desarrollo y el desarrollo sostenible y la mitigación del cambio climático, se apoyan en la innovación social que suele incluir elementos de I+D en CSH.

Recomendaciones

Las encuestas de investigación y desarrollo deberían medir las actividades de I+D relacionadas con las ciencias sociales y las humanidades de todos los sectores.

La investigación para el desarrollo y otros proyectos encaminados a producir cambios sociales se considerarán actividades de I+D, sólo durante sus etapas de *desarrollo y prueba piloto*. Los proyectos que se encuentren en estas etapas pueden clasificarse como I+D aplicada y asignados al campo de ciencia correspondiente, posiblemente a las ciencias sociales, aunque no necesariamente (UNESCO, 1984).

Una vez que el proyecto es llevado a escala deja de ser una actividad de I+D. La evaluación y el estudio de impacto pueden considerarse I+D si forma parte de un proyecto de esta naturaleza o pasa la prueba de novedad.

En algunos países, la investigación religiosa ha adquirido una importancia especial.[12] En teoría, esta actividad debería considerarse parte de las humanidades y las instituciones ejecutoras incluirse en las encuestas de I+D. La I+D realizada por instituciones asociadas a una creencia religiosa determinada debería reportarse en ese sector conforme al campo de ciencia que corresponda. La decisión de clasificar estas instituciones como parte de un subsector continúa siendo un asunto discutible.

[12] En el Medio Oriente, los centros de investigación religiosa hacen sustanciales aportes a la I+D, mientras que Asia del sur y Asia oriental cuentan con instituciones de educación superior budistas.

5.5 Desarrollo de *software* e ingeniería de sistemas

El modelo tecno-económico que caracteriza a la tecnológica de la información ha tenido un fuerte impacto a nivel mundial, especialmente en el crecimiento del sector servicios. Esto es particularmente evidente en el caso de las economías post industriales, productores de bienes primarios, economías emergentes y numerosos países en desarrollo.

La captura de datos de actividades de I+D en el sector servicios es una tarea compleja e inconclusa y se ve agravada por el hecho de que muchas de las innovaciones de dicho sector son impulsadas por las ciencias sociales, en circunstancias que algunos países no miden la actividad de I+D relacionadas con dichas ciencias en el sector de empresas.

La I+D en la tecnológica de la información incluye I+D de equipos *(hardware*), desarrollo de *software* e ingeniería de sistemas, siendo los dos últimas las actividades más difundidas (Miles, 2000; Kahn y Hounwanou, 2008).

Numerosos e importantes servicios financieros mayoristas y minoristas cuentan con divisiones especializadas en el desarrollo de *software* e ingeniería de sistemas. Por lo tanto, las actividades esporádicas de I+D llevadas a cabo en estas divisiones deben ser recogidas en encuestas de I+D. Los párrafos 133 a 142 y 256 del MF ofrecen orientación sobre cómo determinar el contenido de I+D en las actividades de desarrollo de *software* e ingeniería de sistemas.

Recomendaciones

Se debe intentar ampliar la cobertura de las encuestas a las actividades de desarrollo de *software* e ingeniería de sistemas impulsadas por las firmas líderes del sector de servicios financieros, así como a todas las pequeñas y medianas empresas (PYME) que forman parte de la cadena de valor de I+D asociada a estas firmas.

6. Entidades extranjeras o internacionales

En muchos países existen instalaciones de investigación operadas por instituciones de investigación de carácter internacional o extranjeras. Estas instalaciones están dotadas de personal de investigación nacional y extranjero y reciben financiamiento de diversas fuentes locales y extranjeras. De hecho, en estos casos se puede producir una alta concentración de recursos que puede incidir directamente en la aceptación de la I+D y en su medición. Por otra parte, donde existen pequeños sistemas nacionales de CTI, estas instalaciones pueden predominar e introducir una distorsión de los indicadores nacionales de I+D. Si se desea evitar que las estadísticas de I+D sobrerepresenten las características nacionales, podría ser necesario considerar este tipo de instalaciones como un sector de ejecución separado.

En el párrafo 229 del MF, se ubica a las organizaciones internacionales en el sector "extranjero" y no como un sector de ejecución, sino como una fuente de financiamiento. En efecto, deben ser consideradas como tales si entregan dinero a otras instituciones para la ejecución de I+D. Sin embargo, si la actividad de I+D está siendo ejecutada por la propia organización, podrían incluirse en un sector de "instituciones extranjeras" (IE). Los siguientes son ejemplos de este tipo de instituciones:

- el Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (IICA), con sede en Costa Rica;
- *Institut Pasteur*;
- el Instituto Smithsoniano de Investigaciones Tropicales de Panamá;
- *Institut de la Recherche pour le Développement* (IRD);
- principales observatorios astronómicos extranjeros como el Observatorio Europeo Austral (ESO) en Chile;
- el Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (IRRI), con sede en las Filipinas;
- el Centro Internacional de la Papa o CIP, con sede en Perú;
- el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), con sede en Nigeria;
- los centros de investigación del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR);
- los laboratorios internacionales bilaterales – o *Laboratoires Internationaux Associés* (LIA) en francés – el laboratorio ROCADE del *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) en Hong Kong o el Instituto Franco-Uruguayo de Matemática (LIA IFUM) en Uruguay.

Es factible que los laboratorios de investigación establecidos en el extranjero por las CMN atiendan mayoritariamente las necesidades de I+D de la oficina matriz y tomen sus decisiones fuera del país anfitrión. En estos casos, la participación del sistema local de innovación -más allá de proporcionar el personal calificado- puede ser modesta. Bajo estas circunstancias, es importante que los países identifiquen las instituciones de propiedad de las CMN dentro de su sector de empresas (MF, párr. 181).

Por su parte, las organizaciones multilaterales, por el hecho de involucrar al personal local y abordar temas de interés local, también pueden tener un rol importante en las actividades de I+D de un país determinado. Asimismo, estas organizaciones podrían tener un impacto significativo en el GBID y, por lo tanto, deben estar representadas en las estadísticas.

Respecto de la clasificación de estas organizaciones, la Sección 3.8 del MF las divide en varios grupos: Organizaciones Gubernamentales, Empresas Comerciales, Instituciones de Educación Superior, Instituciones Privadas sin Fines de Lucro y Organizaciones Internacionales. El Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) recomienda que la entidad legal de este sector sea la unidad estadística. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias, podría ser conveniente establecer una unidad estadística de menor tamaño, como es el caso de los "laboratorios de I+D de empresas extranjeras". El criterio de clasificación, es el sector al cual se asignaría esta institución en el país de origen. En aquellos casos que no sea posible determinar un país de origen, la institución se clasificaría como Organización Internacional.

La globalización de los servicios de educación superior está llevando a numerosas universidades prestigiosas de países industrializados a operar recintos universitarios en el extranjero. La relación exacta que existe entre estas universidades extranjeras y el sistema del país anfitrión puede variar de un país a otro. Pese a las diferencias que puedan existir entre estas universidades, se debe hacer un esfuerzo por recoger sus iniciativas de I+D y la contribución que los estudiantes de doctorado puedan hacer a la producción local. Dado que estas universidades operan en territorio nacional con la autorización de las autoridades locales de educación, este esfuerzo debería formar parte del gasto de educación superior en I+D (GESID) y el GBID. Algunos ejemplos de estas entidades se dan a continuación:

Ciudad Académica Internacional de Dubái (DIAC), que auspicia a varias universidades extranjeras, entre las que se incluyen la Universidad Estatal de Michigan en Dubái, la Universidad Middlesex, la Universidad Estatal de Ingeniería y Economía de San Petersburgo, la Universidad de Exeter, la Universidad de Wollongong en Dubái y la Universidad de Fénix; la Universidad de Bolonia campus Buenos Aires; y la Universidad Monash en Sudáfrica.

A raíz de este fenómeno de globalización, las condiciones que determinan las actividades de I+D y la gestión de la investigación están demostrando una creciente volatilidad. Los proyectos de I+D pueden ser administrados en forma descentralizada desde las sedes y considerar la permanencia temporal de investigadores en un país asignados a un proyecto de corta duración, haciendo complejo el cálculo del gasto en I+D. El impacto de este proceso en la orientación y escala de las actividades nacionales de I+D hace necesario examinarlo en mayor profundidad a objeto de desarrollar metodologías adecuadas de medición.

La presencia de diversos patrones de participación extranjera en un país podría significar que una cantidad apreciable de actividades de I+D (por ej., decisiones sobre gasto y personal) queden fuera del control e influencia de las políticas nacionales de I+D e incluso al margen de las decisiones estratégicas de las empresas nacionales. Siendo este el caso, ¿cómo puede un país alcanzar sus objetivos nacionales de gasto si el gasto en I+D es esencialmente inmune a las decisiones de política tomadas a nivel nacional? En los países en desarrollo, esta situación plantea importantes desafíos para los formuladores de políticas de CTI y para los especialistas en estadística.

Las soluciones a esta problemática son compatibles con las actuales orientaciones proporcionadas en el MF, si bien requieren de un proceso de análisis y recolección de datos más detallado por parte de los países en desarrollo, con el fin de garantizar que las características de la I+D sean recogidas en las encuestas y asegurar la producción de indicadores estadísticos consistentes y pertinentes a las políticas nacionales. Algunas de estas recomendaciones son igualmente válidas para los países de la OCDE y deben ser tomadas en cuenta en una futura revisión del MF.

Recomendaciones

Dada su importancia para los países en desarrollo, la creación de un subsector de instituciones extranjeras (IE) dentro de cada sector principal de ejecución, podría ser una estrategia conveniente.

En los países donde las IE se consideren importantes y su impacto en las estadísticas de I+D sea significativo, éstas podrían ser tratadas como un sector separado en igualdad de condiciones con otros sectores de ejecución. Si el país decide establecer un sector IE separado, se recomienda que éste abarque institutos de gobiernos extranjeros, IPSFL extranjeros y organizaciones internacionales. Las empresas extranjeras deben permanecer en el sector de empresas y los institutos extranjeros de educación superior en el sector ES.

Inicialmente, los países podrían incluir a las instituciones pertenecientes al sector IE en uno de los sectores ya existentes, en particular, en el sector IPSFL. Asimismo, podrían elegir especificar el gasto nacional bruto en I+D (GNBID) así como el GBID.

De acuerdo a la Sección 3.8 de MF, los recursos del sector IE destinados al financiamiento de otros sectores deben ser denominados “fondos del extranjero”.

Respecto del sector de empresas, el subsector IE se ciñe a las indicaciones del descriptor del párrafo 181 del MF en el sentido que “el concepto de ‘grupo extranjero’ supone posesión de más del 50% de la propiedad y derecho a voto, ya sea en forma directa o indirecta a través de filiales”.

Donde exista un significativo control y financiamiento extranjero en materia de I+D, se debería diseñar un cuestionario específico para el sector IE, que recoja las características de estas instituciones. Este cuestionario debe cubrir las características demográficas de los investigadores (nacionalidad, país de nacimiento y otros parámetros relacionados con la internacionalización de la I+D), así como los vínculos que existen entre estas instituciones y el sistema nacional de innovación.

7. Fortalecimiento de los sistemas estadísticos de I+D

El Anexo al Manual de Oslo, "Encuestas sobre Innovación en Países en Desarrollo" (OCDE/Eurostat, 2005: párr. 527), destaca la relativa debilidad de los sistemas estadísticos de estos países. En particular, los registros comerciales pueden estar incompletos o bien no existir, un problema que no es exclusivo de los países en desarrollo. Estas limitaciones también son aplicables a la creación de sistemas estadísticos de I+D -o en términos más amplios, a los sistemas estadísticos de CTI- al diseño de los sistemas de recolección de datos y a la producción de resultados analíticos basados en los datos acopiados.

7.1 Institucionalización de las estadísticas de I+D

La creación de un sistema estadístico de I+D sólido y sostenible requiere un constante apoyo político, presupuestos predecibles, infraestructura, personal estable y recursos que permitan una capacitación permanente. Idealmente, en materia de estadísticas la responsabilidad debería ser asumida por una agencia exclusiva por períodos no inferiores a cinco años, asegurando de esta forma la estabilidad metodológica. Los cambios de los agentes responsables de las encuestas conllevan el riesgo de inconsistencias.

Obviamente, la presencia de un agente comprometido con las encuestas de I+D ayuda a fortalecer su posición. Este agente debe estar en condiciones, asimismo, de promover el uso de la información producida para el diseño de políticas de CTI "basadas en evidencia". Asimismo, la integridad y credibilidad de la encuesta puede ser reforzada y protegida a través de la creación de un comité representativo con la facultad de supervisar el proceso.

Independientemente de dónde resida esta responsabilidad, será necesario promulgar el marco legal que garantice la participación en las encuestas y la confidencialidad de los datos acopiados.

Otro problema potencial es la alta rotación del personal, fenómeno que debilita a las instituciones y merma la calidad de los datos. La implementación sistemática de iniciativas de formación y fortalecimiento de la capacidad basada en programas de capacitación rigurosamente documentados contribuirá a minimizar el impacto negativo que la rotación del personal tiene en la calidad de los datos. La codificación de procedimientos encuestales, las rutinas y la forma de enfrentar las excepciones, representan una parte importante del aprendizaje organizacional y de la gestión del conocimiento, y tienen una importancia fundamental al momento de delegar responsabilidades en los recién llegados. También es importante que la capacitación sea consistente en su enfoque.

7.2 Creación de registros

Es muy importante que el objetivo y universo de la encuesta sea definido desde el inicio. Un registro de oficinas y agencias gubernamentales, institutos de investigación y otras instancias ejecutoras de I+D pública, ayudará a identificar a los posibles ejecutores de I+D del sector gubernamental, en tanto que, en el caso de la ES, una lista de instituciones de educación superior acreditadas se considera suficiente. En principio, se debería realizar un censo que permita identificar las actividades de I+D ejecutadas en estos dos sectores mayoritariamente públicos. El registro podría ser diseñado teniendo presente un futuro uso en el reporte de estadísticas de I+D. El uso de definiciones MF desde el comienzo ayudará a mejorar la comparabilidad de los datos.

En las etapas iniciales de las encuestas de I+D, será indispensable encontrar un balance entre costo, cobertura y precisión. Para los efectos de la encuesta, la identificación de grandes ejecutores de I+D y la exitosa captura de sus características representan "rápidas victorias". Por otra parte, la identificación de ejecutores posiblemente más numerosos aunque de menor tamaño, siempre sigue la ley de rendimientos decrecientes.

Las encuestas del sector de empresas e IPSFL plantean distintos problemas ya que los registros comerciales pueden no estar disponibles y, en general, no revelan dónde se han realizado actividades de I+D. En el caso de estar disponibles, se debe tener precaución ya que estos registros tienden a ser insensibles a los sectores volátiles –pequeñas empresas y el sector IPSFL- obstaculizando la elaboración del marco y la estimación de datos faltantes.

Un buen punto de partida consiste en acercarse a las firmas más grandes, tanto locales como CMN, y reunirse con el funcionario jefe de finanzas o de tecnología. Esta estrategia estaría determinada por la estructura industrial y la concentración de las firmas. El hecho de omitir una empresa importante al momento de identificar ejecutores de I+D, podría traducirse en un error de gran magnitud.

En muchos países, las entrevistas confirman que las actividades de I+D se concentran en las grandes firmas, si bien –al igual que sucede con la identificación de investigadores- esto requiere realizar un "trabajo detectivesco" (Kahn et al., 2008). El personal a cargo de la encuesta debe invertir parte de su tiempo entrevistando a las firmas clave para entender qué función cumplen en términos de I+D y obtener una clara idea de sus actividades. En consecuencia, las encuestas sobre I+D representan un ejercicio muy intensivo en términos de "mano de obra". Una estrecha colaboración entre los encargados de la encuesta y los departamentos gubernamentales responsables de asignar incentivos tributarios, facilitar la importación, fomentar la exportación y el control de precios, también puede ayudar a identificar a otros ejecutores de I+D.

Las cámaras de comercio y las asociaciones comerciales pueden ser otra fuente útil de información. Según la relación que exista entre las agencias gubernamentales de financiamiento, la educación superior y la industria, podría ser posible identificar a los ejecutores de I+D a partir de las bases de datos de los donantes. Otras fuentes de información pueden ser: las sociedades académicas; las instituciones que prestan servicios de CTI; los registros o bases de datos de científicos o ingenieros; y las bases de datos de publicaciones científicas, patentes u otros documentos de propiedad intelectual.

La identificación de un grupo básico y bien informado de personas a cargo de responder la encuesta en sus respectivas instituciones producirá resultados importantes con el tiempo. De esta forma, se podrá crear un registro de probables ejecutores de I+D que posteriormente formen la base de una encuesta dirigida. A medida que se llenen las lagunas de datos este registro crecerá hasta su saturación, que se anticipa podría ocurrir al cabo de tres rondas de encuestas.

En algunas esferas, es posible que se cuente con un sistema de gestión de información científico-tecnológica (SGICT) que proporcione una visión general del sistema de investigación y del marco, que permita crear registros como marcos muestrales para encuestas de I+D.

La identificación de ejecutores de I+D entre las numerosas IPSFL plantea problemas similares a los descritos en conexión con el sector de empresas. Una vez más, "el tamaño sí importa" y en este caso una encuesta dirigida y rigurosa debería ser suficiente.

Podría suceder que las actividades de I+D del sector público opaquen completamente las del sector de empresas. En este caso, lo aconsejable sería que la encuesta inicial se concentrara en el primero.

7.3 La problemática de la clasificación

Como se describiera anteriormente, la globalización de la producción y de la I+D provocan desequilibrios estructurales en los sistemas nacionales de innovación. Por esta razón, el hecho de considerar el gasto en I+D de las entidades controladas desde el extranjero como datos de un subsector específico, contribuiría a fortalecer la base de evidencia que sustenta la formulación de políticas.

En algunos países industrializados, economías emergentes y países en desarrollo, las empresas de propiedad del Estado (EPE), tanto con fines de lucro como sin fines de lucro, desempeñan una función fundamental. La relación exacta entre las EPE y el gobierno es compleja y la participación en el capital accionario puede ser poco clara, en tanto que las normas que rigen la elaboración de informes suelen variar de un país a otro. Todos estos factores hacen difícil la ubicación y comparabilidad de los sectores. Donde las EPE conformen un grupo identificable, podrían reportarse como un subsector del sector de empresas.

En algunos países en desarrollo, el gasto en I+D es dominado por grandes empresas públicas de diferentes sectores intensamente activas en el desarrollo de actividades de investigación. En ciertos casos, estas empresas pueden crear institutos de I+D "independientes" que conducen I+D en forma autónoma y con el respaldo de grandes presupuestos de I+D. A su vez, disponen de recursos propios, reciben financiamiento directamente de agencias de apoyo y pueden celebrar sus propios contratos. Este subsector incluye las empresas de servicios públicos del estado tanto a nivel nacional como subnacional. Han sido transformadas en corporaciones, tienen un solo accionista y operan centros independientes de investigación o departamentos de I+D como centros de costo que pueden recibir apoyo de agencias financieras.

El párrafo 165 del MF utiliza la prueba de "producción para el mercado" para determinar en qué sector clasificar a los ejecutores de I+D. La aplicación de esta prueba sugiere que las inversiones en I+D de las empresas públicas deben clasificarse como "empresas del sector I+D" a pesar que esto puede suponer algún grado de confusión o distorsión con relación al sector público. En algunos países en desarrollo, las entidades que ostentan la condición legal de "empresas" actúan como instituciones gubernamentales de investigación. Por ejemplo, en las fuentes nacionales de datos y estadísticas oficiales EMBRAPA (*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária* o Corporación Brasilera de Investigación Agrícola) se clasifica como instituto nacional de investigación y, por consiguiente, se incluye en el gasto gubernamental en I+D.

En algunos países[13], el consejo nacional de investigación puede tener centros que operan de diversas maneras: en forma independiente, en asociación con una universidad, o en asociación con otras instituciones gubernamentales. Esta situación dificulta su asignación al sector de ejecución apropiado.

Las instituciones que forman parte del sector IPSFL pueden hacer importantes contribuciones a la I+D, tales como nuevas iniciativas sobre I+D agrícola o sobre enfermedades infecciosas transmitidas por insectos. Las organizaciones de producción que tienen un destacado rol en la conducción de investigaciones sobre el té (Kenia, Malawi, Tanzania), el café (Colombia, Kenia, Tanzania, Uganda), el azúcar (Colombia, Mauricio, Sudáfrica) y otras cosechas, representan otro ejemplo de lo anterior. En consecuencia, las etapas 2 y 3 de ensayos clínicos a gran escala de uno o dos años duración realizados a través de las IPSFL, implican que el gasto en I+D de este sector sea muy volátil y difícil de capturar.

Considerando los estrechos vínculos entre las IPSFL y el gobierno, no siempre habrá claridad respecto de cuál sector sería el óptimo para clasificar a una IPSFL determinada. Este problema se reconoce en la nota del MF donde se observa que "la definición del sector no puede ser precisa" (MF, párr. 160) y que la correcta ubicación del sector estará determinada por "quién está recibiendo el beneficio" (MF, párr. 167-8).

[13] El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET*)* de Argentina es un ejemplo ilustrativo.

7.4 Demostrando el valor y fortaleciendo el apoyo

Una primera encuesta basada en un breve cuestionario puede representar una “rápida victoria” para los promotores de la encuesta de I+D a nivel nacional, los usuarios de los resultados y el equipo involucrado en la producción. El instrumento de la encuesta debe establecer un cuidadoso equilibrio entre la necesidad de generar información integral y el costo de la iniciativa. Si bien la producción de una encuesta válida dentro de un corto espacio de tiempo representa un desafío, también representa una oportunidad de movilizar apoyo y promover el interés.

La cobertura de la encuesta y las tasas de respuesta obtenidas son factores que contribuyen fuertemente a la calidad de los datos y a la integridad de la encuesta. Con el fin de mejorar el esfuerzo de colaboración, es preciso mantener una estrecha comunicación con los encargados de responder la encuesta en las instituciones a lo largo de todo el ciclo de la encuesta y especialmente durante la etapa de seguimiento una vez que los resultados se hayan dado a conocer. También se debe considerar la posibilidad de organizar un foro con el propósito de reunir a los usuarios de los datos con otras partes interesadas. Asimismo, identificar a los encargados de responder la encuesta en las instituciones mejor informados dentro de los principales ejecutores de actividades de I+D y mantener contacto con ellos, podría ser bastante útil ya que éstos se encuentran en una buena posición para ayudar a identificar a otros ejecutores de I+D, aunque quizás de menores dimensiones.

El algunos países, las universidades son autónomas y podrían mostrarse reacias a suministrar información al gobierno. En esos casos, como medida preliminar al trabajo de campo, se debe garantizar el apoyo de las universidades.

Se desprende de lo anterior, que además del uso del correo o de medios electrónicos, este tipo de encuesta exige trabajo de campo. Es muy factible que el hecho de establecer alianzas con asociaciones comerciales o administrar entrevistas presenciales a líderes locales aumente las probabilidades de éxito de la encuesta, tanto en términos de tasas de respuesta como en la calidad de los datos.

Dentro de lo posible, se debe abordar la protección de la confidencialidad de los datos, previo al lanzamiento de la primera encuesta. Cuando la encuesta se realiza bajo el auspicio de una oficina nacional de estadística (ONE), este principio suele estar incorporado, pero si la encuesta es administrada por una agencia independiente, es imprescindible contar con la aprobación y el apoyo de la ONE.

Se requiere una concienzuda capacitación de los encuestadores de modo que puedan entender y explicar a quienes no son especialistas las definiciones técnicas y los conceptos asociados con la I+D, la innovación y otras estadísticas de CTI. Esto también aumentará las tasas de respuesta y mejorará la calidad de los datos.

En encuestas posteriores se podrían incluir preguntas más detalladas que permitan dar un mayor fundamento al proceso de planeamiento de políticas de CTI. Éstas podrían cubrir temas como las EJC por campos de ciencia, datos sobre migración y sobre colaboración en actividades I+D.

En definitiva, el valor de desarrollar y mantener una serie de encuestas en el tiempo reside en su utilidad como la base de evidencia que sustentará la formulación y el monitoreo de políticas de CTI. Si bien las encuestas aisladas tienen valor, se requerirá de una serie para identificar tendencias.

La comunicación de los resultados de una encuesta a funcionarios del gobierno y a otras partes interesadas, debe considerarse una actividad de alta prioridad.

Los países también podrían desarrollar un módulo separado para acopiar datos sobre los obstáculos que las actividades de I+D deben superar, como por ejemplo, escasez de recursos, equipamiento obsoleto o falta de acceso a Internet. Dicho módulo podría proporcionar más información acerca de los problemas enfrentados por los investigadores y, pese a no dar cuenta de la precisión de los datos ni del tiempo invertido en investigar, permitiría que los formuladores de políticas abordaran los obstáculos que no permiten que los investigadores se concentren en su trabajo.

7.5 Procedimientos y estimaciones asociados con la encuesta

El diseño del cuestionario y la frecuencia de las encuestas ameritan especial atención. La utilización de cuestionarios desarrollados por otros países puede ser un buen punto de partida, sin embargo, con excepción de los ítems más básicos, éstos deben ser adaptados al contexto local, tanto respecto de ciertos términos específicos que incluso dependen de variantes locales del idioma, como en términos de las circunstancias bajo las cuales se realiza la encuesta (por ej., la estructura de las instituciones, la función en la organización del encargado de responder la encuesta, etc.).

En general, los conocimientos especializados de la ONE pueden ser un recurso esencial de este proceso, si bien hay que reconocer que las encuestas de I+D demandan mucho trabajo y podrían requerir la presencia en terreno de personal graduado que garantice un trabajo continuo y de alta precisión. Es posible que este tipo de recursos no esté disponible en la ONE.

Dependiendo de la disponibilidad de recursos y la complejidad de los diferentes sectores, sería aconsejable diseñar cuestionarios específicos para cada sector. Una vez aprobados los primeros diseños, los cuestionarios deberían ser administrados en una prueba piloto como paso previo a una difusión a mayor escala.

Mientras que el uso de encuestas combinadas de I+D e innovación, fuerza de trabajo o encuestas industriales para obtener datos de actividades de I+D de empresas comerciales podría ser muy eficiente en términos de costo, el bajo nivel de ocurrencia de I+D en el sector de empresas debe ser tenido en cuenta. El enfoque estándar utilizado en la administración de encuestas de innovación considera un muestreo aleatorio estratificado basado en un registro comercial representativo. En general, las actividades de I+D tienden a concentrarse en las grandes firmas de modo que la cobertura de este estrato deberá aproximarse a la obtenida en un censo, para así evitar la exclusión de importantes ejecutores de I+D.

Un aspecto esencial del procedimiento encuestal es garantizar una completa documentación de la trayectoria de cada retorno mediante comentarios detallados. Estos registros pueden llevarse en formato impreso o electrónico y deben incluir notas sobre las consultas realizadas y las soluciones ofrecidas, la fecha del incidente, las razones que explican la interpolación o extrapolación de los datos y los métodos de imputación. Una buena gestión documental sienta las bases para un gradual traspaso de la metodología de la encuesta durante el proceso de inducción del nuevo contingente.

Tras la administración de una primera encuesta que demuestre ser válida y confiable, será factible utilizar este conjunto de datos para fundamentar la imputación y extrapolación de los ítems de datos en encuestas posteriores.

Asimismo, será necesario desarrollar procedimientos que permitan hacer una estimación de los datos faltantes, particularmente durante las primeras rondas de encuestas, cuando no se disponga de información previa y la calidad de los datos aún sea baja o difícil de evaluar.

8. Perspectivas para el futuro

La medición y construcción de indicadores de I+D representan procesos dinámicos, tanto más en el caso de las economías emergentes y de los países en desarrollo que exhiben un acelerado crecimiento. La conferencia de la OCDE sobre indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) “Blue Sky II” (OCDE, 2006) fue convocada para examinar la necesidad de contar con nuevos indicadores a futuro.

En América Latina se está realizando un gran esfuerzo en la medición de indicadores de I+D a través de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT), así como en África a través del Secretariado de CyT de la Unión Africana - Nueva Alianza para el Desarrollo de África (AU-NEPAD). De hecho, aún queda espacio para crear o incluso revitalizar organismos regionales similares en Europa oriental y Asia.

Por lo tanto, este documento debe considerarse un trabajo en curso y las ideas y principios ofrecidos en él, deben ser puestos a prueba. En su elaboración, se ha recurrido a la experiencia acumulada por encuestadores y usuarios de estadísticas de I+D de países industrializados, economías emergentes y países en desarrollo. Este documento aportará información para las futuras revisiones del Anexo al MF. Al mismo tiempo, algunos de los temas que aquí se han planteado tienen relevancia universal y pueden incidir en el texto del cuerpo principal del MF en futuras revisiones.

La naturaleza heterogénea de los sistemas nacionales de I+D señala la necesidad de contar con datos e información más allá de las definiciones de I+D contenidas en el MF para enriquecer las estadísticas de CTI con datos sobre otras actividades científicas y tecnológicas afines, excluidas de la I+D (Sección 2.2.2 del MF). Muchos países latinoamericanos acopian datos sobre ACT e I+D (RICYT, 2010), como también Canadá, por ejemplo. Por lo tanto, existe la necesidad de desarrollar y normalizar los indicadores de las otras actividades científicas y tecnológicas afines, paralelamente a los indicadores de I+D, que sean más pertinentes a las políticas. China acopia datos sobre actividades que conducen a la comercialización bajo el encabezamiento “aplicación de resultados no I+D”. Por su parte, el MF (MF, párr. 79 y 80) sugiere que estas actividades se deben excluir de la I+D.

Las ACT incluyen los servicios científicos y tecnológicos (SCT) y la enseñanza y formación CyT (EFCT) generalmente del tercer grado. Más de tres décadas atrás, la UNESCO intentó normalizar los atributos de los SCT y de la EFCT (UNESCO, 1978), aunque persisten problemas con algunas de las definiciones, especialmente con relación a la EFCT de nivel terciario y a la clasificación del personal científico y técnico.

En algunos países, las estadísticas de educación superior podrían ser una fuente de datos para las encuestas de I+D reduciendo de esta forma la “fatiga” de encuestas. Sin embargo, es preciso extremar las precauciones para asegurar la consistencia de las definiciones: “personal académico” no es lo mismo que “investigador”. Asimismo, la clasificación de campos utilizada en las estadísticas nacionales de educación superior puede ser distinta a la utilizada en la clasificación internacional de campos de la ciencia.

Como se mencionara en la Sección 4, la contribución real que hacen las redes de diásporas de I+D a los países de origen, tanto en términos de actividades de I+D como en términos de su más amplio impacto en el desarrollo económico, aún está por demostrarse empíricamente. Se necesitarán nuevos enfoques metodológicos que permitan abordar estos temas, algo que podría tener consecuencias para las metodologías de encuestas de I+D.

Se podría argumentar que todos los países desean construir bases de datos para sus graduados con títulos de doctorado que incluya datos demográficos básicos sobre género, último lugar de empleo y dirección de correo electrónico.[14] En principio, estas bases de datos podrían permitir rastrear las corrientes de flujo y reflujo características de los recursos humanos altamente calificados de un país.

El intercambio de conocimientos especializados para administrar encuestas de I+D y afines, podría ser facilitado por el desarrollo de un sitio Web interactivo del UIS que ofrezca herramientas o aplicaciones del tipo “wiki”.

En los países en desarrollo, también se evidencia la necesidad de contar con más iniciativas que ofrezcan orientación práctica sobre cómo organizar y llevar a cabo una encuesta de I+D. Este tipo de orientación podría ser desarrollada por el UIS en colaboración con otras organizaciones afines e incluir una variedad de temas, entre ellos: diseño de cuestionarios; implementación de pruebas piloto; procedimientos encuestales; métodos de imputación y análisis de las no respuestas. Adicionalmente, se podría elaborar un cuestionario modelo que incorporara un módulo sobre los “obstáculos a la I+D” reseñado en secciones anteriores de este documento.

Si bien el presente documento se ha ceñido a la definición de I+D presentada en el MF, es evidente que la naturaleza de la innovación se encuentra en un acelerado estado de flujo. Estos cambios pueden, a su vez, llevar a adaptar la definición y el alcance de lo que actualmente se entiende por investigación y desarrollo.

[14] El Proyecto *Careers of Doctorate Holders* (CDH) es un ejemplo de un enfoque metodológico que podría suministrar estos datos, si bien éste sólo aporta una solución parcial.

Referencias bibliográficas

Appleton, H., M. E. Fernandez, C. L. M. Hill, y C. Quiroz (1995), "Claiming and Using Indigenous Knowledge", en *Missing Links - Gender Equity in Science and Technology for Development*, Grupo de Trabajo sobre el Género de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de las Naciones Unidas, IDRC/ITDG Publishing/UNIFEM, (http://www.idrc.ca/en/ev-29518-201-1-DO_TOPIC.html).

Arber, G., R. Barrere y G. Anlló (2008), "Measuring R&D in Developing Countries: Measurement Priorities and Methodological Issues in Latin America", *Documento de trabajo* preparado para el UIS, Montreal, http://www.uis.unesco.org/template/pdf/S&T/RICYT_final_report.pdf.

Consejo de Investigación Médica de Sudáfrica (MRC) (año desconocido), *Indigenous Knowledge Systems Lead Programme*, http://www.mrc.ac.za//iks/indigenous.htm.

Consejo Ministerial Africano de Ciencia y Tecnología (AMCOST), *Securing and using Africa's indigenous knowledge base*, (http://www.nepadst.org/platforms/ik.shtml). Fecha de acceso: 31 de enero de 2010.

Djellal, F., D. Francoz, C. Gallouj, F. Gallouj, y Y. Jacquin (2003), "Revising the Definition of Research and Development in the Light of the Specificities of Services", *Science and Public Policy 30.6,* pp. 415-29.

Eilam, E. (2005), *Reversing: Secrets of Reverse Engineering*, Wiley Publishing, Indianapolis, IN.

Ellis, S., E. Fernández Polcuch y R. Pathirage (2009), *Measuring R&D in Developing Countries: International Comparability and Policy Relevance*, en: Lynn Meek, V., U. Teichler y M-L Kearney (eds) (2009), *Higher Education, Research and Innovation: Changing Dynamics*, Foro UNESCO sobre la educación superior, la investigación y el conocimiento/Centro Internacional de Investigación para la Educación Superior (INCHER-Kassel), http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001830/183071e.pdf.

Fundación para la Investigación Científica y Tecnológica (FRST) (2007), *New Research Investments in Indigenous Knowledge Exploration*, FRST, Nueva Zelanda, http://www.frst.govt.nz/news/Te+Tipu+o+te+W%C4%81nanga+results.

Gaillard, J. y A-M Gaillard (2003), *Can the Scientific Diaspora Save African Science?,* SciDev Brain Drain Dossier, http://www.scidev.net/dossiers/index.cfm?fuseaction=printarticle&dossier=10&type=3&itemtype=3&itemid=153&language=1.

Gaillard, J. (2008), "The Characteristics of R&D in Developing Countries", *Documento de trabajo* preparado para el UIS, Montreal, http://www.uis.unesco.org/template/pdf/S&T/Gaillard_final_report.pdf.

Gaillard, J. (2010), *Measuring R&D in Developing Countries: Main Characteristics and Implications for the Frascati Manual*, Science,en Technology & Society, Vol. 15(1), pp. 77-111.

Garfield, E. (1983), "Mapping Science in the Third World", *Science and Public Policy*, junio de 1983: pp. 112-127.

Godin, B. (2006), "Research and Development: How the 'D' Got into R&D", *Science and Public Policy,* Vol. 33, febrero de 2006: pp. 59-76.

Grenier, L. (1998), *Working with Indigenous Knowledge - A Guide For Researchers*, IDRC, http://www.idrc.ca/en/ev-9310-201-1-DO_TOPIC.html.

ICSU y UNESCO (2002), *Science, Traditional Knowledge and Sustainable Development*, París, http://www.icsu.org/Gestion/img/ICSU_DOC_DOWNLOAD/65_DD_FILE_Vol4.pdf.

Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS) (2010), *Base de datos estadísticos UIS C&T,* Montreal, http://stats.uis.unesco.org/unesco/ReportFolders/ReportFolders.aspx.

International Rice Research Institute (IRRI) (año desconocido), *Sociology and Communication Aspects of IPM*, http://www.knowledgebank.irri.org/IPM/index.php/sociology-and-communication-aspects-of-ipm-crop-health-2747.

Kahn, M. (2008), "Africa's Plan of Action for Science and Technology and Indicators: South African Experience", *African Statistical Journal* 6, pp. 163-76.

Kahn, M., W. Blankley y N. Molotja (2008), "Measuring R&D in South Africa and in Selected SADC Countries: Issues in Implementing Frascati Manual Based Surveys", *Documento de trabajo* preparado para el UIS, Montreal, http://www.uis.unesco.org/template/pdf/S&T/CeSTII_final_report.pdf.

Kahn, M. y L. Hounwanou (2008), "Research and Development in the Services Sector of an Emerging Economy: The Case of South Africa", *Science and Public Policy* 35.7, pp. 515-26.

Lievrouw, L.A. (1989), "The Invisible College Reconsidered", *Communications Research*, Vol. 16, No. 5, octubre de 1989, pp. 615-628.

Miles, I. (2000), "Services Innovation: Coming of Age in the Knowledge-Based Economy", *International Journal of Innovation Management*, 4.4, pp. 371–389.

Mouton, J. y R. Waast (2008), "Study on National Research Systems. A Meta Review", trabajo presentado en el *Simposio sobre análisis comparativo de los sistemas nacionales de investigación,* 16 al 18 de enero de 2008, UNESCO, París.

OCDE (2002), *Manual Frascati 6ª Edición. Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, OCDE, París.

OCDE/Eurostat (2005), *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, OCDE, París.

OCDE (2006), *"Blue Sky II 2006". What Indicators for Science, Technology and Innovation Policies in the 21st Century*, OCDE, París, http://www.oecd.org/document/37/0,3343,en_2649_34451_37083163_1_1_1_1,00.html. Abstractos en inglés y francés y el vínculo al sitio Web de la OCDE se pueden encontrar en http://www.statcan.gc.ca/conferences/science2005/index-eng.htm.

OCDE (2008), *Main Science and Technology Indicators 2008/2*, OCDE, París.

van der Pol, F. (2005), *Indigenous Knowledge and Agricultural Innovation*, http://knowledge.cta.int/en/content/view/full/1102.

Price, D.J. de S. (1963), *Little Science, Big Science*, Columbia University Press, New York.

Rahman, A. (2000), *Development of an Integrated Traditional and Scientific Knowledge Base: A Mechanism for Accessing, Benefit-Sharing and Documenting Traditional Knowledge for Sustainable Socio-Economic Development and Poverty Alleviation*, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), http://r0.unctad.org/trade_env/docs/rahman.pdf.

RICYT (2010), http://www.ricyt.org/.

Srinivas, K. (2008), "Traditional Knowledge and Intellectual Property Rights: A Note on Issues, Some Solutions and Some Suggestions", *Asian Journal of WTO & International Health Law and Policy,* 3.1, pp. 81-120, http://ssrn.com/abstract=1140623.

Tsang, E., P. Yip, y M. Toh (2008), "The Impact of R&D on Value Added for Domestic and Foreign Firms in a Newly Industrialised Economy", *International Business Review* 17, pp. 423-41.

UNCTAD (2007), *The Least Developed Countries Report 2007: Knowledge, Technological Learning and Innovation for Development*, Naciones Unidas, Ginebra.

UNESCO (1978), *Recomendaciones sobre la normalización internacional de estadísticas de ciencia y tecnología,* UNESCO, París, http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13135&URL_DO=DO_PRINTPAGE&URL_SECTION=201.html.

UNESCO (1984), *Manual for Statistics on Scientific and Technological Activities,* ST-84/WS/12, UNESCO, Paris, http://www.uis.unesco.org/ev.php?ID=6090_201&ID2=DO_TOPIC.

UNESCO (2006), *CINE 1997: Clasificación Internacional Normalizada de la Educación*, UNESCO, París, http://www.uis.unesco.org/TEMPLATE/pdf/isced/ISCED_A.pdf.

Warren, M.D. (1992), "Indigenous Knowledge, Biodiversity Conservation and Development: Keynote Address", *International Conference on Conservation of Biodiversity in Africa: Local Initiatives and Institutional Roles*, 30 de agosto a 3 de septiembre, museos nacionales de Kenia y Nairobi.

La investigación y el desarrollo experimental (I+D) tienen un importante rol en la innovación, actividad que en años recientes ha sido reconocida como una de las principales impulsoras del desarrollo económico y la mitigación de la pobreza. Los formuladores de políticas pueden, a su vez, contribuir a difundir los beneficios de la innovación a través de políticas que promuevan el crecimiento en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la innovación.

La fundamentación de efectivas políticas de innovación requiere el uso de indicadores de ciencia, tecnología e innovación (CTI) actualizados e internacionalmente comparables. Dentro del conjunto de indicadores CTI, las estadísticas de I+D representan un importante subconjunto. Con el fin de producir estadísticas de I+D los países en desarrollo han utilizado extensamente la metodología propuesta por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en el *Manual de Frascati* (MF), a pesar de que originalmente fuera concebida para encuestas de I+D en los países miembros de la OCDE.

Sin embargo, las características de los sistemas de investigación en los países en desarrollo difieren sustancialmente de aquellas que dieron origen a la actual norma estadística. El objetivo de este documento técnico, que servirá de base a un futuro Anexo del MF, es orientar a los países en desarrollo sobre cómo adaptar las normas propuestas en el MF a sus propias circunstancias relativas a la medición de las actividades de I+D. Este documento presenta propuestas acerca de cómo interpretar los conceptos plasmados en el MF para que los datos estadísticos reflejen más fielmente las características específicas de las actividades de I+D en los países en desarrollo conservando, al mismo tiempo, la comparabilidad internacional. Adicionalmente, esta guía hace recomendaciones sobre situaciones no abordadas en el marco del MF así como sugerencias sobre cómo fortalecer los sistemas estadísticos de CTI en dichos países.

Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

INSTITUTO
de
ESTADÍSTICA
de la UNESCO

Instituto de Estadística de la UNESCO
C.P. 6128, Succursale Centre-Ville
Montréal, Québec H3C 3J7
Canada
http://www.uis.unesco.org

El Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS) es la oficina de estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y es depositario de la ONU de las estadísticas internacionalmente comparables en los campos de la educación, la ciencia y la tecnología, la cultura y la comunicación.