

# **Módulo de capacitación para la recolección y el análisis de indicadores de investigación y desarrollo**

Autor: Iván de la Vega









Este módulo fue elaborado en el marco del proyecto "Fortalecimiento del sistema de información sobre la red interamericana de ciencia, tecnología e innovación", dentro de su componente "Capacitación y asistencia técnica para la mejora en la recolección y análisis de indicadores de ciencia, tecnología e innovación en países de América Latina y el Caribe", bajo la coordinación de Mario Albornoz. El autor de este módulo fue Iván de la Vega.



<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>1. MARCO HISTÓRICO REFERENCIAL DE LA CIENTOMETRÍA</b>	<b>8</b>
1.1 La importancia de la información en la toma de decisiones	8
1.2 Los retos tecnocientíficos del siglo XXI en materia de información	9
1.3 La cientometría como parte de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (CTS)	9
1.4 La política tecnocientífica y su relación con la cientometría	10
<b>2. LA CIENTOMETRÍA EN AMÉRICA LATINA</b>	<b>11</b>
2.1 La cultura del dato en América Latina	11
2.2 El diferencial contextual entre países en América Latina en materia de cientometría	11
2.3 Naturaleza y proceso de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación en América Latina	12
2.4 Estado y dinámicas de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación en América Latina	13
<b>3. INTRODUCCIÓN A LOS INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN</b>	<b>14</b>
3.1 Qué son y para qué sirven los indicadores	14
3.2 Principales familias de indicadores de ciencia, tecnología e innovación	15
3.3 La matriz insumo-producto	16
3.4 Indicadores de innovación	17
3.5 La importancia de la comparación internacional y los manuales metodológicos	18
<b>4. INDICADORES DE INSUMO DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D)</b>	<b>19</b>
4.1 El manual de Frascati	19
4.2 La definición de I+D y de actividades de ciencia y tecnología (ACT)	19
4.2.1 Investigación y desarrollo experimental (I+D)	19
4.2.2 Actividades científicas y tecnológicas (ACT)	20
4.3. Las distribuciones recomendadas por el manual y la complejidad de cada una	20
4.4 Tipos de investigación	21
4.5 Sectores de ejecución	21
4.6 Disciplinas científicas	22
4.7 Objetivos socioeconómicos	24
4.8 Indicadores de recursos financieros o gasto en I+D	26
4.9 Información de ejecución	26

4.10 Tipos de personal	26
4.11 Indicadores de recursos humanos (capital humano)	27
4.12 Medición en personas físicas	28
4.13 Medición en equivalencia a jornada completa	28
<b>5. AVANZAR HACIA LA GESTIÓN DE LA I+D+I Y HACIA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO</b>	<b>30</b>
5.1 Qué es la gestión de la I+D+i	30
5.2 Qué es la gestión del conocimiento	31
5.3 Cómo se aplica la gestión del conocimiento en países periféricos	31
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>35</b>

## » PRESENTACIÓN

El presente módulo de capacitación ha sido elaborado en el marco del proyecto "Fortalecimiento del sistema de información sobre la red interamericana de ciencia, tecnología e innovación", inscripto dentro del Diálogo Regional de Política en ciencia y tecnología impulsado por el Banco Interamericano de Desarrollo.

La intención de las actividades de capacitación impulsadas desde el proyecto es mejorar la cobertura de indicadores de ciencia, tecnología e innovación de los países de la región mediante la creación o la consolidación de sus capacidades. Se apunta así a que estos países, y en especial aquellos de menor desarrollo relativo, puedan ampliar el conjunto de indicadores que producen y sean capaces de sostener este esfuerzo en el tiempo.

La experiencia de América Latina y el Caribe muestra que la escasez de personal capacitado en la construcción de indicadores actúa como un obstáculo para la generación de información confiable acerca de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Tal información, con la adecuada calidad, debería ser la base sobre la cual se tomen decisiones políticas en esos ámbitos. Las tareas de capacitación pretenden, en tal sentido, contribuir a la generación de una masa crítica de profesionales entrenados para relevar información y construir indicadores confiables, los cuales resultan indispensables para precisar las variables sobre las que habrá de operar la política a ser implementada.

Se presenta a continuación el módulo de capacitación sobre indicadores de investigación y desarrollo (I+D), que recoge la experiencia en esta materia desarrollada en el seno de la Red Iberoamericana e Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). Contar con indicadores confiables y comparables internacionalmente en materia de I+D resulta un factor de vital importancia a la hora de definir e implementar políticas de ciencia y tecnología. Es por ello que se requiere que la medición de estas actividades se realice siguiendo estrictas pautas de calidad y criterios que estén homologados internacionalmente y que, a la vez, respondan a las particularidades de los países de América Latina.

Así, el presente módulo pretende ser un aporte para la mejora de las capacidades metodológicas y técnicas de los organismos de las áreas de ciencia, tecnología e innovación en la región y así contribuir, en la medida de lo posible, a la construcción de capacidades que contribuyan al desarrollo integral de los países de América Latina y el Caribe.

## 01. Marco histórico referencial de la cientometría

### 1.1 LA IMPORTANCIA DE LA INFORMACIÓN EN LA TOMA DE DECISIONES

El volumen, velocidad y ubicuidad en la generación de datos es la característica distintiva del siglo XXI, si bien su crecimiento ha sido constante en las últimas décadas debido al desarrollo tecnocientífico.<sup>1</sup> La emergencia de la denominada sociedad de la información, o era de la información, o de la sociedad del conocimiento, representa una ruptura y un salto cualitativo con respecto a patrones de desarrollo ya superados, tales como el de la sociedad industrial, donde el capital y las máquinas eran los principales factores de producción. Los resortes que sostienen ese nuevo modelo están contruidos por todos aquellos elementos que representan la globalización. El crecimiento casi exponencial de los datos y el tratamiento que las personas les dan para interpretarlos y convertirlos en información y conocimiento aumenta en forma acelerada. Ese hecho conduce a que la toma de decisiones deba fundamentarse en datos adecuados y oportunos.

Davenport y Prusak (1998) definen la cadena que se genera a partir del dato. Para los autores, la información se produce cuando alguien logra interpretar datos. Cuando alguien combina señales y concluye algo de ellas, es porque se ha extraído información. Para que la información se convierta en conocimiento es necesario realizar acciones tales como la comparación con otros elementos, la predicción de consecuencias, la búsqueda de conexiones y la conversación con otros portadores de conocimiento.

La agregación de valor es la siguiente: si se imagina una pirámide, en su base se hallarían los datos, que son la mínima unidad semántica y se corresponden con elementos primarios de información que, por sí solos, son irrelevantes como apoyo a la toma de decisiones. También pueden ser vistos como un conjunto discreto de valores que no dicen nada sobre el por qué de las cosas y no sirven como orientadores para la acción. En la parte media de la pirámide se encontraría la información, definida como un conjunto de datos procesados que tienen un significado (relevancia, propósito y contexto) y que, por lo tanto, son de utilidad para quien debe tomar decisiones, ya que disminuyen la incertidumbre. En la parte alta de la pirámide estaría el conocimiento, el cual es una mezcla de experiencia, valores, información y *know-how* que sirve como marco para la incorporación de nuevas experiencias e información y es útil para la acción. El conocimiento se origina y aplica en la mente de los conocedores. En las organizaciones, con frecuencia se encuentra no sólo dentro de documentos o almacenes de datos, sino que también está en rutinas organizativas, procesos, prácticas y normas. El conocimiento se deriva de la información, así como la información se deriva de los datos.

Finalmente, la toma de decisiones es el proceso mediante el cual se realiza una elección entre las alternativas o formas para resolver diferentes situaciones que se pueden presentar en distintos contextos. En todo momento se toman decisiones, la diferencia entre cada una de éstas es el proceso o la forma en la cual se llega a ellas. La toma de decisiones consiste, básicamente, en elegir una alternativa entre las disponibles, a los efectos de resolver un problema actual o potencial.

<sup>1</sup> El término "tecnociencia", que designa el complejo entramado de la ciencia y la tecnología contemporáneas, tiene una carga conceptual especial. No sólo indica que con el paso de la ciencia académica a la ciencia gubernamental e industrial, sobre todo en el siglo XX, ciencia y tecnología han llegado a ser prácticamente inseparables en la realidad. También señala una nueva imagen de la ciencia y la tecnología que los actuales estudios de ciencia y tecnología han ido destacando frente a las concepciones tradicionales. Una de las ideas características es que la ciencia no se puede reducir a los científicos ni la tecnología a los tecnólogos, sino que ambas forman parte de complejas redes junto con otros agentes y entornos simbólicos, materiales, sociales, económicos, políticos y ambientales. Las complejas interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza forman una unidad de hecho inseparable y un tupido entramado que sólo pueden abordarse en el marco de estudios globales (Medina, 2008).

## 1.2 LOS RETOS TECNOCIENTÍFICOS DEL SIGLO XXI EN MATERIA DE INFORMACIÓN

Uno de los aspectos clave para que las sociedades modernas logren transitar en el siglo XXI hacia sociedades de conocimiento es avanzar en materia tecnocientífica. Los retos a enfrentar en referencia a esas actividades pasan en gran proporción por el manejo de información que sustente de forma adecuada la toma de decisiones. Medir las competencias, capacidades y experticias<sup>2</sup> con las que cuenta una sociedad determinada, se vincula con el uso de datos que permitan a sus usuarios estructurar información y conocimiento útil.

En las sociedades actuales se están dando cambios continuos que precisan de nuevos métodos que impliquen el diseño de instrumentos novedosos, adecuados a esa realidad voluble. Ese proceso continuo de aplicación será exitoso si la sociedad en la que se aplica tiene la cultura para interpretar la compleja y constante evolución de la humanidad. Eso significa que existe una vulnerabilidad en varios planos que debe ser cubierta con una gestión adecuada que permita contrarrestar los problemas claves de las personas. En el caso de las actividades tecnocientíficas, el tema de la medición es complejo por sus ramificaciones y porque los cambios continuos son intrínsecos a dichas actividades. Al revisar las últimas dos décadas se aprecia una proliferación de manuales que intentan medir esas actividades buscando estándares internacionales. No obstante, su aplicación no ha sido equivalente en los distintos países, tanto en lo inherente a su completitud como en lo atinente a su utilidad para la toma de decisiones internas.

Cada vez es más evidente y decisiva la configuración global de las culturas por la arrolladora corriente de innovaciones tecnocientíficas. La palpable transformación de las culturas en tecnoculturas fomenta la aceptación de la ciencia y de la tecnología como modalidades culturales. La relevancia que adquiere en esos entornos lo que aquí denominamos la generación de datos y su transformación en información y conocimiento es la clave de la ecuación para mejorar la toma de decisiones.

## 1.3 LA CIENTOMETRÍA COMO PARTE DE LOS ESTUDIOS SOCIALES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA (CTS)

La cientometría, que estudia los aspectos cuantitativos de la ciencia como disciplina o actividad económica, forma parte de la sociología de la ciencia y encuentra aplicación en el establecimiento de las políticas tecnocientíficas. Ella emplea, al igual que la infometría y bibliometría, técnicas métricas para la evaluación de la ciencia y examina el desarrollo de las políticas tecnocientíficas de países y organizaciones. Los análisis de la cientometría estudian a la tecnociencia como una disciplina o actividad económica, permitiendo comparar las políticas de investigación desarrolladas por distintos países, así como sus resultados, desde una perspectiva socioeconómica (Araujo y Arencibia, 2002). Los temas de estudio de la cientometría incluyen, entre otros:

- El crecimiento cuantitativo de la ciencia
- El desarrollo de las disciplinas y subdisciplinas
- La relación entre ciencia y tecnología
- La obsolescencia de los paradigmas científicos
- La estructura de comunicación entre los científicos

<sup>2</sup> La literatura sobre gestión empresarial hace una distinción general entre competencias y capacidades. Atendiendo a esta corriente, las competencias representan un concepto mucho más amplio, conformado por el conjunto tanto de capacidades como de pericias existentes en el interior de la organización. En esta línea, por ejemplo, es que Prahalad y Hamel (1990) definieron el constructo de "*core competentes*" o competencias nucleares de la empresa. Estas competencias se componen por la combinación de un conjunto de capacidades (tecnológicas, organizacionales, etc.) en una forma específica, que hace que sea muy difícil de imitar por otra compañía. Por el contrario, el término de capacidades lo usan en un sentido más restrictivo y éstas sí que pueden ser imitadas. Por último, el concepto de pericia es un poco más restrictivo que el de capacidades y se refiere fundamentalmente al dominio alcanzado en un área específica básicamente a través de la práctica o de la experiencia.

- La productividad y creatividad de los investigadores
- Las relaciones entre el desarrollo científico y el crecimiento económico

Las mediciones cuantitativas en materia tecnocientífica están vinculadas con los estudios CTS. En el caso de los indicadores se establece una relación entre datos, información y conocimiento en el que los especialistas diseñan preguntas clave de la actividad tecnocientífica. Un elemento central en ese proceso es utilizar familias de indicadores para aproximarse de la mejor forma a las respuestas. La importancia de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación pasa por la relevancia que se le dé a los mismos en los diagnósticos, en la evaluación, en la elaboración de escenarios prospectivos y en el diseño de las políticas tecnocientíficas (Dempsey, 2002). Algunos especialistas hablan de la ausencia de articulación entre quienes elaboran los indicadores y los que diseñan las políticas. Otro elemento a ser tenido en cuenta es que los indicadores que se construyen dan cuenta mayoritariamente de revisiones históricas, y no apuntan a identificar los "pick the winners". Ello sería equivalente a trabajar más en estudios prospectivos y predictivos (Velho, 1998).

Los estudios CTS han adquirido un notable auge y un sólido asentamiento institucional en muchos países del mundo. La construcción de datos a partir de distintas estrategias de recolección forma parte de su crecimiento y los distingue por estructurar datos confiables y comparables.

#### 1.4 LA POLÍTICA TECNOCIENTÍFICA Y SU RELACIÓN CON LA CIENTOMETRÍA

El uso de la cientometría en el diseño de las políticas tecnocientíficas tiene una importancia central para las sociedades actuales. Esa aseveración se comprueba al revisar los indicadores de ciencia, tecnología e innovación de los países y su relación con los niveles de calidad de vida de sus poblaciones. En los países centrales existe consenso en cuanto a que la comprensión y el análisis de la realidad cambiante, de su dinámica y complejidad, exige la producción regular de mediciones, que en el caso de la cientometría permitirían, por un lado, el aprendizaje de las nuevas formas de construcción, difusión y transferencia de conocimientos científicos y, por el otro, la caracterización, de manera detallada, del esfuerzo nacional de I+D en el actual contexto mundial de producción de conocimientos y de desarrollo tecnológico (Velho, 1998). En ese contexto, las actividades tecnocientíficas se entienden como aquellas acciones sistemáticas relacionadas directa y específicamente con la generación, difusión, transmisión y aplicación de conocimientos tecnocientíficos. Ellos incluyen: investigación científica; investigación tecnológica; innovación y difusión técnica; servicios de información; servicios de consultoría e ingeniería; metrología y normalización; planificación y gestión tecnocientífica; y la formación de personal necesario para estas actividades. Por otra parte, las políticas públicas tecnocientíficas se refieren al conjunto de instrumentos y mecanismos, lineamientos y decisiones públicas, que persiguen el desarrollo en el mediano y largo plazo (normalmente dentro del marco de objetivos globales de desarrollo socioeconómico) (Martínez, 1998).

Lo relevante, en todo caso, es lograr que exista capacidad por parte de los Estados para actuar políticamente, en el sentido de fijar objetivos y disponer de las herramientas que le permitan movilizar todas las capacidades del país para alcanzarlos en el contexto de las oportunidades y restricciones propias de cada situación (Albornoz, 2001).

Uno de los principales avales para articular mejor la cientometría con la política tecnocientífica es el relacionado con los recursos limitados con los que cuentan los países para dedicarlos a sus actividades de investigación científica y el desarrollo tecnológico. Esa escasez de medios obliga a las autoridades de política científica a establecer prioridades en el sistema de investigación (planes nacionales de I+D) que garanticen la efectividad de las inversiones. Para ello, es fundamental disponer de datos fiables sobre los recursos empleados y los resultados de la investigación (Gómez y Fernández, 2001).

## 02. La cientimetría en América Latina

### 2.1 LA CULTURA DEL DATO EN AMÉRICA LATINA

Los países de América Latina, en buena medida, comparten limitaciones significativas en lo concerniente a disponer de información estadística confiable y actualizada. Contrariamente a lo que ocurre en el en los países centrales,<sup>3</sup> parecería que gran parte de los responsables de la conducción de instituciones públicas y privadas no asignan la debida importancia a la recopilación y procesamiento de datos que son, a todas luces, vitales para sus respectivas funciones y para la planificación de sus futuras acciones. Esto trae como consecuencia una notable falta de interés a todos los niveles institucionales por el suministro, recolección, ordenamiento y preservación de la información, existente o en producción, que pudiera ser de utilidad. Por lo tanto llama la atención, en primer lugar, la falta de conciencia que se observa sobre el valor del dato como elemento fundamental del conocimiento sobre diversos aspectos de la sociedad y, en segundo lugar, pero aun más importante, la poca atención o el poco énfasis que buena parte de las instituciones, tanto públicas como privadas, han puesto en respaldar las iniciativas tendientes a la generación de estadísticas apropiadas. En otras palabras, no existe, o es muy pobre, la "conciencia o cultura del dato" (Bemporad, 2003).

En el caso de las actividades tecnocientíficas de la región es claro las limitaciones que existen en materia de recolección de datos. Son contados los casos de esfuerzos como el de Brasil como país, o el de la Red Iberoamericana e Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) como organización regional. Allí donde se ha avanzado, no obstante, los ritmos para lograr los cambios han sido lentos. El problema es cómo irradiar al resto de los países la conciencia o cultura del dato.

En la mayoría de las instituciones de los sistemas nacionales ciencia y tecnología de América Latina encargadas de recolectar los datos hay que aplicar políticas adecuadas con ejemplos sencillos, donde la utilidad de la cadena de valor, dato, información y conocimiento sea el lugar común. Ello quiere decir que se debe propiciar una infocultura para avanzar.

Los países centrales entienden la importancia que tiene la información organizada para la toma de decisiones y la gestión y estimulan la creación de consensos entre los proveedores, productores y usuarios de la misma, debido a que les sirve, entre otras cosas, de base de sustentación a sus sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación (SNCTI).

Por el contrario, en los países periféricos como los de la región de América Latina la información en el ámbito tecnocientífico no es vista como prioritaria. Las instituciones tienen debilidades en materia de estadísticas e indicadores que sustenten la toma de decisiones y la gestión (De la Vega, 2003).

### 2.2 EL DIFERENCIAL CONTEXTUAL ENTRE PAÍSES EN AMÉRICA LATINA EN MATERIA DE CIENTOMETRÍA

América Latina no puede ser analizada como un bloque homogéneo. Los países cuentan con distintos estadios de progreso tecnocientífico, infraestructura informacional y, en general, competencias, capacidades y experticias distintas. El extremo de mayor desarrollo es el Estado de São Paulo, en Brasil, que presenta varios indicadores comparables a los de algu-

<sup>3</sup> La metáfora geométrica del centro y la periferia se usa frecuentemente para describir la oposición entre los dos tipos fundamentales de lugares en un sistema espacial: el que lo domina y saca provecho de esto (el centro) y los que lo sufren en posición periférica. El concepto puede ser empleado en todos los niveles de la escala geográfica, pero ha tenido éxito particularmente a nivel mundial como equivalente de las parejas mundo desarrollado / mundo subdesarrollado, o también Norte / Sur (Hypergeo, 2007).

nos países denominados como centrales. No obstante, también se parte de la premisa que en líneas generales la región no ha alcanzado los niveles mínimos requeridos para considerarla ni siquiera como emergente.

Partiendo del marco anterior, una de las mayores debilidades de los denominados SNCTI en América Latina es la carencia de canales formales de interacción que promuevan objetivos colectivos, lo cual, en el caso de la cientimetría, es muy evidente. Esto se aprecia en los procesos y dinámicas de las actividades de ciencia, tecnología e innovación que se requieren para encarar la globalización y que suelen verse truncados por la ausencia de información confiable y relevante. Lo anterior, sumado a la baja inversión, en algunos casos fluctuante y sin crecimiento sostenido,<sup>4</sup> además de la escasa demanda de conocimientos tecnocientíficos, se traduce en importantes obstáculos al desarrollo de las sociedades latinoamericanas (Ordóñez, 2002). Pero es precisamente un error hablar de sistemas de esa naturaleza en países donde el conjunto de elementos, en este caso actores, no se relacionan dinámicamente ni forman una actividad para alcanzar un objetivo común. No fluyen los datos desde sus núcleos básicos -actores- para proveer la información pertinente, y la poca que circula no es utilizada de forma inteligente. Lo que se aprecia es la existencia de los actores sin una verdadera red, o la desarticulación del denominado sistema. Por lo tanto, el trabajo estructural pasa inextricablemente por mejorar la cultura del dato. Más aún, se debe avanzar cultivando a la unidad, es decir, a cada persona que trabaja en cada institución con inducciones claras y concretas de la utilidad que tiene la información a todo nivel, y, a partir de allí, se debe avanzar hacia la comprensión de lo que significa recolectar aquella información que verdaderamente será utilizada de forma inteligente en el proceso de toma de decisiones. Si se partiera de la idea de levantar los activos de conocimiento de cada institución, se podría avanzar más rápido en la construcción de las denominadas redes de información.

En diversas oportunidades se ha mencionado que en las instituciones de los países de América Latina no se produce información. La realidad es que sucede todo lo contrario. El asunto es que la misma no se origina, no se organiza, ni se usa adecuadamente. Por lo tanto, hay que dar un viraje en su tratamiento. La forma adecuada de hacerlo es generando una cultura del dato que involucre a todos los empleados de las instituciones, bajo un esquema lógico de utilidad. De esa forma se comenzaría a tejer una verdadera red de actores que estaría enlazada por flujos de información de distinta naturaleza y alcance, utilizando los activos de conocimiento explícito de cada institución como base para construir las baterías o familias de indicadores. Partiendo de esa base, se podría comenzar a hablar de interacciones entre las instituciones, lo cual sí se relaciona con los SNCTI que ya hemos mencionado.

### 2.3 NATURALEZA Y PROCESO DE LOS INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN AMÉRICA LATINA

En América Latina se inició tardíamente la utilización de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación. Los primeros trabajos datan de hace cuatro décadas y las experiencias realizadas, aunque muy discontinuas, incluyen a casi todos los países (Martínez, 1998). No obstante, el mosaico que presenta la región en esa materia es característico de una región periférica en la que se encuentran países como Brasil con avances significativos y otros con niveles de atraso importantes.

Uno de los avances en materia de estadísticas e indicadores en ciencia y tecnología en el mundo que impactó en América Latina fue la creación de la Oficina Estadística de la UNESCO en el año 1965. En ese año dicha oficina circuló un cuestionario para los países de la región limitándolo a dos tablas, debido a la escasez de estadísticas y a la disparidad encontrada entre el esfuerzo por recolectar datos detallados y la capacidad restringida de las actividades en ciencia y tecnología de

<sup>4</sup> Brasil es el único país de la región que ha pasado de formal gradual a invertir más del 1% de su PIB en ciencia y tecnología. Venezuela invirtió en el 2005 el 0,29% de su PIB en ciencia y tecnología. En el año 2007 pasó de forma abrupta al 2,11%, mediante la aplicación de la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI).

esos países. No obstante, se publicaron los resultados en el UNESCO *Statistical Yearbook* de 1967 (Godin, 2001). En América Latina se utilizó como guía la encuesta de la UNESCO y su referente teórico durante los años setenta y principios de los ochenta (Testa, 2002). A ese grupo de indicadores se los catalogó como la primera generación del análisis cuantitativo de la ciencia.

En el año 1975 la propia UNESCO circuló una encuesta piloto en treinta países y sus resultados se anexaron en la medición de 1977-78, pero la mayoría de los cuestionarios fueron devueltos vacíos y esa iniciativa no se volvió a repetir. En el año 1978 ese organismo multilateral logró certificar la estandarización de las estadísticas al ser aprobado su manual por los países miembros. No obstante, en términos reales las dificultades para recolectar datos de los países continuaban. Sólo ochenta naciones respondieron el cuestionario del año 1981 y varias encuestas tenían inconsistencias (Godin, 2001). Por su parte, los países centrales avanzaron y profundizaron las metodologías y la construcción de sistemas de información en ciencia y tecnología, mientras los países periféricos se quedaron rezagados. En el caso de América Latina, el hecho de no haber podido avanzar de forma adecuada en materia de indicadores se ha convertido en una de las mayores debilidades de los SNCTI.

La segunda generación del análisis cuantitativo de la ciencia se podría visualizar en el año 1982, cuando Christopher Freeman estableció que se debería evolucionar hacia los indicadores de innovación, comenzando así una nueva ola en materia de indicadores de ciencia, tecnología e innovación para los países centrales (Freeman, 1974 y 1982).

En la década de los ochenta del siglo pasado varios países de América Latina retrocedieron en distintas esferas. Desde el punto de vista de la inversión en ciencia y tecnología, ésta descendió y/o fluctuó, con la consecuente repercusión en la toma de decisiones, mientras que en los países centrales y emergentes aumentó. Ese hecho repercutió decididamente en materia de diseño de indicadores. El ejemplo más claro en ese sentido fue la poca capacidad de respuesta que tuvieron las encuestas enviadas por la UNESCO a los países miembros de América Latina (Velho, 1998).

A principios de la década de los noventa se retomó de forma modesta el levantamiento de datos de ciencia y tecnología en algunos países de América Latina, pero con información secundaria y bastante más agregada que el de las encuestas de años anteriores. En líneas generales, el resurgimiento se debió más a la presión del contexto internacional que a la convicción que tenían los tomadores de decisiones en cuanto a su importancia.

En el año 1995 se creó en América Latina la RICYT. Esa red fue auspiciada por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), y desde su nacimiento contribuyó a retomar y potenciar el tema de las estadísticas e indicadores en ciencia, tecnología e innovación fortaleciendo con distintas estrategias esas actividades.

## 2.4 ESTADO Y DINÁMICAS DE LOS INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN AMÉRICA LATINA

Algunos países de América Latina intentaron cerrar la brecha de información en materia de ciencia, tecnología e innovación creando instituciones especializadas. A finales de la década de los noventa y principios del nuevo siglo se crearon los siguientes observatorios: en 1999 el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT); en 2001 el Observatorio Venezolano de Ciencia, Tecnología e Innovación (OCTI); ese mismo año también se creó el Observatorio Cubano de Ciencia y Tecnología (OCCyT) y más recientemente, en 2006, se creó el Observatorio Chileno de Ciencia y Tecnología (KAWAX). Esas unidades han tenido distintos recorridos en cuanto a los productos generados.

En el marco de la creación de los observatorios hay que incluir a las tecnologías de información y comunicación (TIC), que

modificaron el patrón de funcionamiento de la humanidad en toda su dimensión y desestabilizaron los mapas mentales del ser humano, a tal punto que hoy en día se tiene otra visión de la realidad. Incluso en materia de indicadores se generaron cambios a distintos niveles (recolección de información, intercambios de información, consultas a expertos, diseños de bases de datos y sistemas de información, redes de trabajo a distancia, cooperación internacional en forma virtual, entre otros). Estas nuevas tecnologías pueden mejorar de forma rápida la capacidad de las personas, instituciones, regiones, países y zonas territoriales como América Latina, si se generan los cambios en la llamada "conciencia colectiva" y se dan los apoyos institucionales necesarios en lo que se ha llamado la conciencia del dato. Pero esas mismas tecnologías han introducido nuevos modos de actuar e inclusive han propiciado el surgimiento de nuevos indicadores adecuados al medio digital. Existe un nuevo marco de referencia que genera a su vez nuevos desafíos de medición. Uno de los más relevantes sería el de los motores de búsqueda y los hábitos de búsqueda de los usuarios de esos nuevos servicios (Spink y Cansen, 2004).

Hoy en día existen manuales internacionales que se pueden utilizar para cuantificar las actividades de Ciencia, tecnología e innovación en los países (Frascati, Canberra, Oslo, Bogotá, Santiago, Lisboa, Patentes y Balanza de Pagos Tecnológica). No obstante, la aplicación de dichos manuales en América Latina han condicionado el uso de los indicadores, debido a que éstos tienen grados variables de validez. Esto se refiere al contexto de aplicación, es decir, a la capacidad de cada país para generar y utilizar su propia información. Así, dichos indicadores y modelos presuponen la existencia de una teoría que les da respaldo, validez y legitimación. Para establecer un sistema de indicadores de ciencia, tecnología e innovación en la región es necesario conocer la especificidad de los fenómenos en cada país. Estos aspectos deben necesariamente ser comprendidos antes de proceder a la formación de bases de datos y antes de definir un conjunto de indicadores para la planificación, la evaluación y el diseño de las políticas de ciencia, tecnología e innovación (Velho, 1998). Los indicadores que tradicionalmente se han utilizado en América Latina posibilitaron comparar la información gruesa con la de otros países, pero no tuvo el impacto requerido como insumo para la toma de decisiones y la gestión interna en sus propios países (Martínez, 1998).

La escasa utilización de los indicadores para el establecimiento y la evaluación de políticas públicas y la gestión ha sido una constante. Esto no significa en modo alguno, que esos indicadores no deberían ser compilados o que los mismos no tengan posibilidades de desempeñar un papel fundamental para tales fines. Por el contrario, es evidente que la necesidad de contar con información para las políticas de ciencia, tecnología e innovación nunca había resultado tan urgente como lo es ahora, en un momento en el cual, además, adquirió significado estratégico (Velho, 1998).

En esa línea se podría establecer que dados los avances que se han obtenido en materia tecnocientífica hay que aproximarse a la medición de la ciencia en el contexto social real (Cozzens y Bortagaray, 2002). Eso significa que hay que repensar el abordaje del diseño de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación en cada país basados en modelos que expliquen las condiciones específicas, pero sin dejar de buscar datos que ayuden a ambas partes de la ecuación, es decir, las capacidades locales, regionales y nacionales de cada país, por una parte, y los datos comparables internacionalmente, por la otra.

### 03. Introducción a los indicadores de ciencia, tecnología e innovación

#### 3.1 QUÉ SON Y PARA QUÉ SIRVEN LOS INDICADORES

Un indicador es una medida de resumen, de preferencia estadística, referida a la cantidad o magnitud de un conjunto de parámetros o atributos. Permite ubicar o clasificar las unidades de análisis con respecto al concepto o conjunto de variables o atributos que se están analizando.

Existen indicadores simples e indicadores complejos. Por ejemplo, la tasa de ingreso de estudiantes a una universidad o el acceso de estudiantes a un postgrado son indicadores simples, debido a que se refieren a atributos que se puede constatar su presencia o nivel en forma simple y empírica. Diferente es el caso cuando se pretende determinar la equivalencia de jornada completa de un investigador dentro de una organización, o cuando se requiere determinar su prestigio como investigador. Para lograr medir adecuadamente ese tipo de indicadores se requiere de un marco conceptual más complejo, al ser ambos constructos teóricos y al hecho de que no tienen una equivalencia empírica concreta. En la composición de indicadores se debe tener conceptos claros y precisos que no requieran de un gran desarrollo matemático o estadístico.

En el Manual de Frascati se indica que ya las estadísticas de I+D no son suficientes y que en el contexto de la economía basada en el conocimiento los datos deben examinarse en un marco conceptual que permita relacionarlos con otros medios disponibles y con los resultados derivados de las actividades de I+D de que se trate. Por ejemplo, este nexo podría establecerse por medio del proceso de innovación o en el contexto más amplio de "inversión intangible" que cubre no solamente la I+D y las otras actividades científicas y tecnológicas afines, sino también los gastos de software, de formación, de organización, etc. Igualmente, los datos de personal de I+D deben considerarse en el marco de un modelo para la formación y utilización del personal científico y técnico. Resulta igualmente interesante el análisis de los datos de I+D en relación con otras variables económicas, por ejemplo, con los datos del valor añadido y de la inversión. El Manual de Frascati no se inspira en un único modelo aplicable al sistema científico y tecnológico, sino que fundamentalmente tiene como objetivo proporcionar estadísticas que permitan establecer indicadores utilizables en diversos modelos.

### 3.2 PRINCIPALES FAMILIAS DE INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

El Manual de Frascati presenta una tabla bastante completa sobre los manuales o normas diseñados por organismos multilaterales en los últimos cuarenta años. Para analizar América Latina se le deben agregar otros manuales, tales como el de Bogotá y la Propuesta de Indicadores de Patentes de los países andinos, con el fin de completar el panorama de la región en esa materia.

Según el Manual de Frascati, la I+D es una actividad económica; no obstante, posee ciertas características que la diferencian tanto de la gran familia de las actividades científicas como de las actividades económicas de las que forma parte. Desde el principio estaba previsto que la OCDE debía establecer un conjunto de principios básicos relativos a la medición de las actividades científicas y tecnológicas. Durante muchos años, fue el Manual de Frascati el único que cumplía esta función; recientemente se han añadido cuatro más. Además, se dispone de otros directorios metodológicos de la OCDE, para la ciencia y la tecnología y las actividades relacionadas, como la enseñanza. En algunos países de América Latina se están realizando esfuerzos por medir las competencias y capacidades de I+D+i que involucran indicadores establecidos en los manuales, pero también se están tomando en cuenta nuevas familias de indicadores que permiten representar las actividades específicas que no pueden ser medidas por dichos manuales.

La OCDE no pretendió establecer normas internacionales aplicables a las actividades científicas y tecnológicas, cuando ya existían. Por consiguiente, el Manual de Frascati coincide con las recomendaciones de la UNESCO relativas a todas las actividades científicas y tecnológicas (UNESCO, 1978), pero se refiere específicamente a la I+D y a las necesidades de los estados miembros de la OCDE, dotados de sistemas económicos y científicos bastante similares, que los distinguen de los estados no miembros.

**>> Cuadro 1 Manuales metodológicos de la OCDE**

<b>A. La “Familia Frascati”: medición de las actividades científicas y tecnológicas</b>	
I+D	Manual de Frascati: propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. Estadísticas de I+D y medidas de output en el sector enseñanza superior. “Suplemento del Manual de Frascati” (OCDE, 1989b)
Balanza de pagos por tecnología	Manual para la medida e interpretación de la balanza de pagos tecnológicos - Manual BPT (OCDE, 1990)
Innovación	Directrices propuestas para la recogida y la interpretación de los datos sobre innovación tecnológica - Manual de Oslo (1997a)
Patentes	Utilización de los datos de patentes como indicadores de ciencia y tecnología - Manual de Patentes (OCDE, OCDE/GD(94)114, 1994b)
Personal de ciencia y tecnología	Manual sobre la medida de los recursos humanos dedicados a la ciencia y la tecnología - Manual de Canberra” (OCDE, 1995)
<b>B. Otras obras metodológicas para medir la ciencia y la tecnología</b>	
Alta tecnología	Revisión de las clasificaciones de los sectores y de los productos de alta tecnología (OCDE, Documentos de trabajo de la STI 1997/2)
Bibliometría	Recomendaciones para la utilización de indicadores bibliométricos y análisis de los sistemas de investigación: Métodos y ejemplos, por Yoshiko Okubo (OCDE, Documentos de trabajo de la STI 1997/1)
Globalización	Manual de indicadores de globalización económica
<b>C. Otras obras estadísticas aplicables de la OCDE</b>	
Estadísticas de enseñanza	Manual de estadísticas comparativas de educación
Clasificación de la enseñanza	Clasificación de los sistemas de educación. Manual de utilización de la ISCED-97 en los países de la OCDE (OCDE, 1999)
Estadísticas de formación	Manual del mejor método para la recogida de estadísticas de formación - Conceptos, medida y encuestas (OCDE, 1997b)

Fuente: Manual de Frascati

Habida cuenta de la necesidad de integrar la I+D en un contexto más amplio, tanto desde el punto de vista conceptual como en lo que se refiere a bases de datos, se han utilizado, en la medida de lo posible, las clasificaciones de las Naciones Unidas, principalmente el Sistema de Contabilidad Nacional (ONU, 1968; CEC *et al.*, 1994), la Clasificación Industrial Internacional (ISIC) (ONU, 1998a; ONU 1990), la Clasificación Internacional de Ocupaciones (ISCO) (OIT, 1968; OIT, 1990) y la Clasificación Internacional de la Educación (ISCED) (UNESCO, 1997). Además, siempre que es posible, el manual recoge la experiencia de los organismos regionales del área de la OCDE, principalmente la Unión Europea y Nordforsk (el órgano que reúne a los consejos de investigación de los países nórdicos).

### 3.3 LA MATRIZ INSUMO-PRODUCTO

El modelo de insumo-producto es un método eminentemente cuantitativo, que permite el análisis objetivo de un sistema

económico; por otro lado, enlaza el análisis microeconómico de corte neoclásico como instrumento operativo de la teoría del equilibrio general con la teoría macroeconómica keynesiana. Su estructura implica la existencia de unidades intermedias de análisis, entre las empresas individuales y los agregados macroeconómicos, suficientemente agregados para permitir la comparación internacional y suficientemente desagregado que permita inferir acerca de comportamiento más probable de agentes individuales. El estudio de estas unidades de análisis se ha dado en llamar mesoeconomía y su herramienta más poderosa es el modelo de insumo-producto (Laguna, 2003).

La técnica de insumo-producto fue construida inicialmente para el análisis nacional de las modificaciones estructurales de la economía norteamericana, debido a sus múltiples posibilidades de uso práctico en el análisis económico, en la formulación de políticas y en la realización de pronósticos. Por consiguiente, el análisis interindustrial se orienta al examen cuantitativo de las interacciones entre los agentes productivos, dado su carácter de consumidores y proveedores de recursos.

La interpretación de la estructura económica constituye uno de los principales usos del modelo, lo cual permite determinar la consistencia interna de los planes de desarrollo y detectar las fallas en el sistema. De igual manera, el modelo tiene aplicaciones para la investigación y el análisis de los cambios estructurales de una economía. Permite medir cambios en la productividad, estudiar las repercusiones de una sustitución de recursos y determinar el impacto de las variaciones en el valor de los insumos sobre la estructura de costos, lo que en conjunto permite tener nociones de los avances tecnológicos operados en la economía (Laguna, 2003).

Las matrices de insumo-producto permiten actualizar en un esquema coherente e integrado, las distintas variables macroeconómicas del sector real. Además, este instrumento permite determinar principalmente los distintos flujos que constituyen la oferta y demanda de bienes y servicios, actualizar las funciones de producción, posibilitando el mejoramiento de las mediciones del PIB por actividad económica y de las variables que componen el gasto, ahorro e inversión.

Por otra parte, cabe destacar que la construcción de una matriz de insumo-producto permite determinar los impactos de los choques tecnológicos que afectan a la producción, variaciones en las formas de consumo, aparición y desaparición de productos, cambios en la forma de organización de los mercados y la ejecución de determinados regímenes de política económica. Estos fenómenos repercuten en el nivel y relación de precios en la economía nacional, alterando el patrón de medida de la actividad económica derivado del año base seleccionado. Mientras más se aleja la medición de cuentas nacionales de dicho año base, la validez del cálculo a precios constantes se deteriora progresivamente. Visto de esta forma, se genera la posibilidad de dar continuidad a nuevas matrices insumo producto que permita hacer valoraciones del comportamiento del producto, gasto e ingreso de la economía con precios más cercanos a los vigentes durante los períodos de medición de estas variables.

### 3.4 INDICADORES DE INNOVACIÓN

Los indicadores de innovación miden diversos aspectos de los procesos de innovación industrial y de los recursos dedicados a actividades de innovación. Dichos indicadores proporcionan también información cuantitativa y cualitativa sobre los factores que facilitan o que dificultan la innovación, sobre los efectos de la innovación en las empresas y sobre la difusión de la innovación. Unos pocos países han incorporado también algunas preguntas sobre la innovación en otras encuestas, como es el caso de las encuestas sobre I+D.

La disponibilidad de los datos nacionales sobre actividades innovadoras se recopilan generalmente por medio de encuestas dirigidas a las empresas industriales bajo un esquema ad hoc. La mayor parte de los estados miembros de la

OCDE han llevado a cabo encuestas de este tipo y el Manual de Oslo se ha desarrollado a partir de dichas experiencias.

También es posible recopilar datos sobre el número y naturaleza de las innovaciones actuales. Dicha información se puede obtener mediante encuestas especiales o a partir de otras fuentes, como son las publicaciones técnicas.

La primera serie de datos sobre innovación, comparable a escala internacional, fue recopilada bajo los auspicios del Fondo Industrial Nórdico. La OCDE intervino en la preparación de una serie de preguntas propuestas para su inclusión en encuestas armonizadas durante el lanzamiento, por parte de la Unión Europea, de la primera Encuesta Comunitaria sobre la Innovación. La experiencia obtenida con dicha encuesta fue utilizada para preparar la segunda edición del Manual de Oslo. Numerosos estados de la OCDE han utilizado el cuestionario de la Unión Europea como punto de partida para desarrollar sus propias encuestas de innovación. Actualmente, la tercera Encuesta Comunitaria sobre la Innovación (CIS) se encuentra en la fase de procesamiento de los datos.

Los inconvenientes en las encuestas de innovación se aprecian en algunos problemas de calidad, como consecuencia de unos porcentajes de respuesta insuficientes, en los casos de encuestas de carácter voluntario, así como por la diferente comprensión del concepto de innovación en las empresas. La naturaleza ad hoc de las encuestas nacionales no es satisfactoria para los usuarios de las mismas y, en numerosos países, las encuestas de innovación proporcionan una información sobre la I+D que no es consistente con la información obtenida en las encuestas de I+D.

En sus orígenes, el Manual de Oslo (OCDE, 1992) fue preparado conjuntamente por la OCDE y el Fondo Industrial Nórdico en 1990, y fue adoptado oficialmente por la OCDE como el tercero de la familia de manuales "Frascati". El manual fue revisado conjuntamente por la OCDE y Eurostat en 1997. En los próximos años se llevará a cabo una segunda revisión.

En América Latina se han aplicado encuestas de innovación en ocho países. En 2001 se publicó el Manual de Bogotá, con el propósito de responder a criterios y procedimientos que aseguraran la comparabilidad, tanto a escala regional como internacional. El trabajo se inspiró en el Manual de Oslo y refleja la importancia creciente que los países latinoamericanos asignan a la medición de los procesos innovativos, de acuerdo con las principales tendencias internacionales.

### 3.5 LA IMPORTANCIA DE LA COMPARACIÓN INTERNACIONAL Y LOS MANUALES METODOLÓGICOS

Uno de los objetivos del primer Manual de Frascati -y posteriormente de todos los esfuerzos realizados por los organismos multilaterales encargados de organizar de forma sistemática la recolección, análisis, publicación y normalización de los datos sobre ciencia y tecnología y, más específicamente, sobre I+D- fue el de intentar que los datos puedan ser comparados internacionalmente.

La UNESCO elaboró, con la ayuda de especialistas externos, un proyecto de Recomendación para la Normalización Internacional de Estadísticas en Ciencia y Tecnología. La misma estipula las normas internacionales aplicables a todos los estados miembros, tanto a los que ya disponen de sistemas estadísticos perfeccionados en materia de ciencia y tecnología, como a aquellos que los están elaborando. Aun habiendo sido elaborada para suministrar información normalizada sobre actividades científicas y tecnológicas, se encuentra principalmente enfocada hacia la I+D. Sin embargo, propone una extensión progresiva de la estadística, más allá de la I+D. La meta es contar con bases de datos normalizadas para que se puedan comparar las familias de indicadores de cada país. Ese fin no ha podido cumplirse en regiones y países de menor desarrollo y para avanzar han surgido esfuerzos con distintos alcances.

En el caso de América Latina, en 1995 se creó la RICYT, con el objetivo principal de promover el desarrollo de instrumentos para la medición y el análisis de la ciencia, la tecnología y la innovación, dentro del marco de la cooperación internacional, para su mejor conocimiento y utilización como instrumentos políticos en la toma de decisiones. Este esfuerzo ha impactado favorablemente en la región y se debe profundizar el trabajo realizado hasta ahora con políticas de mediano y largo. El primer estadio de desarrollo ya se logró, al consolidar la red en los primeros diez años. En el segundo estadio se debe fortalecer las capacidades locales para que la estructura institucional de los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación cuente con bases de datos actualizadas que les permitan, en primer lugar, suministrar información que ayude a tomar decisiones más certeras y, en segundo lugar, que esos datos puedan ser comparados internacionalmente. Eso serviría de guía para examinar los avances que se estén obteniendo en los distintos ámbitos donde impacta la ciencia y la tecnología.

## 04. Indicadores de insumo de la investigación y desarrollo (I+D)

### 4.1 EL MANUAL DE FRASCATI

Las estadísticas de I+D de las que se dispone hoy son el resultado del desarrollo sistemático de encuestas basadas en el Manual de Frascati y forman parte del sistema estadístico de los países miembro de la OCDE. Aunque este manual es esencialmente un documento técnico, constituye uno de los pilares de las acciones desarrolladas por la OCDE para que se comprenda mejor el papel de la ciencia y la tecnología mediante el análisis de los sistemas nacionales de innovación. Además, al proporcionar definiciones de la I+D aceptadas internacionalmente y clasificaciones de sus actividades, el Manual contribuye a los debates intergubernamentales sobre las llamadas "mejores prácticas" en materia de políticas científicas y tecnológicas (Frascati, 2002).

El Manual de Frascati no es sólo una referencia para las encuestas de I+D en los países miembros de la OCDE. Gracias a las iniciativas de la OCDE, de la UNESCO, de la Unión Europea y de diversas organizaciones regionales como la RICYT, constituye la norma para las encuestas de I+D en todos los países del mundo.

El Manual de Frascati se basa en la experiencia adquirida a partir de las encuestas de I+D en los países miembros de la OCDE. Es el resultado del trabajo colectivo de los expertos nacionales del Grupo de Expertos Nacionales en Indicadores de Ciencia y Tecnología (NESTI, según su sigla en inglés). Este grupo ha desarrollado durante los últimos cuarenta años una serie de manuales metodológicos de ciencia y tecnología, conocidos como la "Familia Frascati", que comprende manuales sobre: la I+D (Manual de Frascati), innovación (Manual de Oslo), recursos humanos (Manual de Canberra), balanza de pagos tecnológicos y patentes, considerados como indicadores de ciencia y tecnología.

### 4.2 LA DEFINICIÓN DE I+D Y DE ACTIVIDADES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (ACT)

#### 4.2.1 INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EXPERIMENTAL (I+D)

El Manual de Frascati trata solamente de la medición de la investigación y el desarrollo experimental (que comprende la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental).

La I+D está relacionada con otras actividades que se basan en la ciencia, la tecnología y la innovación. Aunque a menu-

do esas otras actividades están estrechamente ligadas a la I+D a través de flujos de información y en términos de funcionamiento, instituciones y personal, tales actividades no deben ser tenidas en cuenta a la hora de medir la I+D. La I+D y esas actividades afines pueden considerarse bajo dos títulos: el conjunto de actividades científicas y tecnológicas (ACT) y el proceso de innovación científica y tecnológica.

#### 4.2.2 ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (ACT)

El concepto amplio de ACT ha sido elaborado por la UNESCO según la "Recomendación relativa a la normalización internacional de las estadísticas de ciencia y tecnología" (UNESCO, 1978). Además de la I+D, las actividades científicas y tecnológicas comprenden la enseñanza y la formación científica y técnica y los servicios científicos y técnicos. Estos últimos servicios incluyen por ejemplo actividades de ciencia y tecnología de bibliotecas y museos, la traducción y edición de literatura en ciencia y tecnología, el control y la prospectiva, la recogida de datos sobre fenómenos socioeconómicos, los ensayos, la normalización y el control de calidad, el asesoramiento a clientes y servicios de asesoría así como las actividades que tienen que ver con las patentes y las licencias a cargo de las administraciones públicas. Por consiguiente, la I+D (definida por la UNESCO en términos equivalentes a los de la OCDE) debe distinguirse de la enseñanza y la formación científica y técnica y los servicios científicos y técnicos.

### 4.3 LAS DISTRIBUCIONES RECOMENDADAS POR EL MANUAL Y LA COMPLEJIDAD DE CADA UNA

El criterio funcional se centra principalmente en el carácter de la I+D propiamente dicha. Se estudia la naturaleza de las actividades de I+D de la unidad considerada y se realiza su distribución de varias maneras, con el objeto de mostrar su distribución por tipo de I+D, grupo de productos, objetivos, disciplina científica, etc. Así pues, el criterio funcional proporciona datos que son más detallados que los procedentes de la clasificación por institución y, en teoría, más apropiados para las comparaciones internacionales, ya que aquí las diferencias entre estructuras de instituciones de un país a otro tienen menos influencia. Sin embargo, a menudo, en la práctica este criterio resulta más difícil de aplicar. Esto es así en el caso del análisis por tipo de I+D (investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental) que, aún siendo de evidente interés para la política científica, se basa en un modelo muy simplificado del sistema de ciencia y tecnología. Implica, además, un claro elemento de apreciación subjetiva por parte de quien responde a la encuesta.

La distinción entre I+D militar y civil está considerada como uno de los principales desgloses funcionales de los esfuerzos en la I+D nacional. En la mayoría de los países de la OCDE, la I+D en defensa desempeña un papel relativamente secundario. No obstante, en algunos países que desarrollan una importante actividad en I+D, los gastos de I+D en defensa pueden alcanzar o sobrepasar la mitad de los gastos públicos totales de I+D. Esto explica que difieran las comparaciones internacionales según que se incluya o no la I+D en defensa. La demanda de I+D en defensa varía en función de las situaciones políticas y también su evolución a largo plazo es diferente de la de la I+D civil. Ello significa que en el contexto global de los esfuerzos nacionales en I+D siempre será necesario disociar estas dos categorías de gastos.

Si bien las distribuciones funcionales son más detalladas que las clasificaciones institucionales, aquellas no resultan todavía lo suficientemente detalladas como para ser utilizadas por un grupo no despreciable de usuarios potenciales de datos de I+D, por ejemplo, quienes se interesen por un tema muy específico tal como una subdisciplina científica o un grupo de productos (como por ejemplo la holografía o el control de máquinas herramienta por ordenador).

Como ya se ha indicado, el Manual de Frascati está concebido fundamentalmente para medir los esfuerzos nacionales de I+D y clasificarlos en varias categorías. Pocos estados miembros han sido capaces de afinar sus clasificaciones como para alcanzar un grado de detalle tan amplio, excepto en el caso de determinados inventarios en campos específicos, y resulta

poco probable que pueda obtenerse el mismo grado de detalle en toda la OCDE.

Además, es difícil establecer normas para las categorías que interesan a las administraciones nacionales cuando se examinan los tipos de investigación financiada con dinero público, pero que pueden tener diversas connotaciones políticas. El tema de la investigación estratégica ha merecido una considerable atención. En general, con esta expresión se designa la investigación que un país considera prioritaria para el desarrollo de su base de investigación y, a fin de cuentas, de su economía. La definición de lo que es o no estratégico varía según los países. En algunos países de América Latina esto se complica al no tener políticas de Estado a mediano y largo plazo, situación que, en varias ocasiones, no permite diseñar planes estratégicos más allá de cada gobierno.

En la mayoría de los países de América Latina se debe partir de la elaboración de estadísticas e indicadores simples para pasar progresivamente a los complejos. El proceso requiere fomentar la conciencia del dato en las unidades de cada actor del SNCTI de su país, con el fin de ir incrementando el acervo de información institucional y, de allí, pasar a la elaboración de indicadores nacionales que apoyen la toma de decisiones (teniendo en cuenta, asimismo, el requisito de comparación internacional). En el caso de las distribuciones funcionales, los organismos nacionales de ciencia y tecnología de los países deben contar con equipos técnicos capaces de mantener actualizados todo lo referente a los recursos financieros de la ciencia, la tecnología y la innovación desagregados en sus distintas vertientes y posibilidades. Una clasificación de esa naturaleza permite mejorar significativamente la toma de decisiones al tener a la mano los datos por rubro y ese hecho mejorar la infocultura de la organización, del SNCTI y del país.

#### 4.4 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

De manera esquemática, se puede decir que la investigación ha venido siendo caracterizada de acuerdo con tres tipos:

- Investigación básica
- Investigación aplicada
- Desarrollo experimental

Con todo, hay muchos problemas, teóricos y prácticos, asociados a estas categorías. Tales categorías parecen atribuir a las actividades de I+D una secuencia y una separación que raramente se da en la realidad. Sucede que los tres tipos de actividad de I+D pueden ser realizados en ocasiones dentro del mismo centro y básicamente por el mismo personal. Incluso puede ocurrir que la progresión se produzca en ambos sentidos. Por ejemplo, cuando un proyecto de I+D está en fase de investigación, aplicada o de desarrollo experimental, puede resultar necesario destinar determinados fondos para la realización de trabajos suplementarios experimentales o teóricos, que permitan conocer mejor los mecanismos que están en la base de los fenómenos estudiados. Más aún, algunos proyectos de investigación pueden estar a caballo en más de una categoría. Por ejemplo, el estudio de las variables que influyen en los resultados escolares de niños pertenecientes a distintos grupos sociales y étnicos puede incluirse tanto en investigación básica como en aplicada.

#### 4.5 SECTORES DE EJECUCIÓN

Los sectores de ejecución estándar son:

- Empresas comerciales
- Administración pública

- Instituciones privadas sin fines de lucro
- Enseñanza superior

Se puede establecer una relación entre los sectores de ejecución y el gasto interior bruto en I+D (GERD, según su sigla en inglés). El GERD es el total de gastos internos destinados a la realización de acciones de I+D efectuadas en territorio nacional, durante un período determinado. Incluye la I+D ejecutada dentro de un país y financiada desde el exterior, pero excluye los pagos realizados al extranjero por este concepto. Se obtiene sumando los gastos internos de los cuatro sectores que efectúan actividades de I+D. Se presenta frecuentemente bajo la forma de una matriz compuesta por los sectores de ejecución y de financiación.

El gasto interior bruto en I+D y la matriz de dicho gasto son fundamentales para la comparación internacional de los gastos en I+D. Proporcionan también el sistema contable dentro del cual se pueden aplicar las clasificaciones institucionales y las distribuciones funcionales.

#### 4.6 DISCIPLINAS CIENTÍFICAS

La nomenclatura normalizada que se utiliza en clasificaciones institucionales puede también ser empleada para las distribuciones funcionales (por ejemplo, disciplinas científicas). La distribución detallada por disciplinas científicas y tecnológicas difiere en tres puntos de la clasificación por grandes áreas científicas. En primer lugar, con este enfoque se examina la I+D en sí misma, en vez de la actividad principal de la unidad ejecutora; en segundo lugar, los recursos empleados suelen desglosarse a escala de proyecto en cada unidad ejecutora; y, por último, se emplea una lista de disciplinas o campos mucho más detallada.

A veces, una lista tan detallada no siempre es aceptada. Sin embargo, se aconseja a los países una clasificación por áreas científicas. Se está trabajando para desarrollar una clasificación internacional más detallada de campos de la ciencia, para propósitos estadísticos. Los sectores que mejor se prestan a la aplicación de esta distribución son el sector enseñanza superior y el de instituciones privadas sin fines de lucro. En ocasiones, las unidades encuestadas en el sector administración están capacitadas para desglosar sus actividades de I+D según disciplinas científicas detalladas, algo que raramente se ha intentado en el sector empresas.

Las unidades estadísticas del sector instituciones privadas sin fines de lucro se clasifican en seis grandes áreas científicas y tecnológicas según la "Recomendación relativa a la normalización internacional de las estadísticas sobre ciencia y tecnología" (UNESCO 1978). Estas áreas son las siguientes:

- Ciencias naturales
- Ingeniería y tecnología
- Ciencias médicas
- Ciencias agrícolas
- Ciencias sociales
- Humanidades

**>> Cuadro 2 Áreas científicas y tecnológicas**

<b>1. Ciencias Naturales</b>	<p>1.1. Matemáticas e informática [matemáticas y otras áreas afines; informática y otras disciplinas afines (sólo desarrollo de software; el desarrollo de equipos debe clasificarse en ingeniería)]</p> <p>1.2. Ciencias físicas (astronomía y ciencias del espacio, física, otras áreas afines)</p> <p>1.3. Ciencias químicas (química, otras áreas afines)</p> <p>1.4. Ciencias de la tierra y ciencias relacionadas con el medio ambiente (geología, geofísica, mineralogía, geografía física y otras ciencias de la tierra, meteorología y otras ciencias de la atmósfera incluyendo la investigación climática, oceanografía, vulcanología, paleoecología, otras ciencias afines)</p> <p>1.5. Ciencias biológicas (biología, botánica, bacteriología, microbiología, zoología, entomología, genética, bioquímica, biofísica, otras disciplinas afines a excepción de ciencias clínicas y veterinarias)</p>
<b>2. Ingeniería y Tecnología</b>	<p>2.1. Ingeniería civil (ingeniería arquitectónica, ciencia e ingeniería de la edificación, ingeniería de la construcción, infraestructuras urbanas y otras disciplinas afines)</p> <p>2.2. Ingeniería eléctrica, electrónica [ingeniería eléctrica, electrónica, ingeniería y sistemas de comunicación, ingeniería informática (sólo equipos) y otras disciplinas afines]</p> <p>2.3. Otras ingenierías (tales como ingeniería química, aeronáutica y aeroespacial, mecánica, metalúrgica, de los materiales y sus correspondientes subdivisiones especializadas; productos forestales; ciencias aplicadas, como geodesia, química industrial, etc.; ciencia y tecnología de los alimentos; tecnologías especializadas o áreas interdisciplinarias, por ejemplo, análisis de sistemas, metalurgia, minería, tecnología textil y otras disciplinas afines)</p>
<b>3. Ciencias Médicas</b>	<p>3.1. Medicina básica (anatomía, citología, fisiología, genética, farmacia, farmacología, toxicología, inmunología e inmunohematología, química clínica, microbiología clínica, patología)</p> <p>3.2. Medicina clínica (anestesiología, pediatría, obstetricia y ginecología, medicina interna, cirugía, odontología, neurología, psiquiatría, radiología, terapéutica, otorrinolaringología, oftalmología)</p> <p>3.3. Ciencias de la salud (salud pública, medicina social, higiene, enfermería, epidemiología)</p>
<b>4. Ciencias Agrícolas</b>	<p>4.1. Agricultura, silvicultura, pesca y ciencias afines (agronomía, zootecnia, pesca, silvicultura, horticultura, otras disciplinas afines)</p> <p>4.2. Medicina veterinaria</p>
<b>5. Ciencias Sociales</b>	<p>5.1. Psicología</p> <p>5.2. Economía</p> <p>5.3. Ciencias de la educación (educación, formación y otras disciplinas afines)</p> <p>5.4. Otras ciencias sociales [antropología (social y cultural) y etnología, demografía, geografía (humana, económica y social), urbanismo y ordenación del territorio, administración, derecho, lingüística, ciencias políticas, sociología, métodos y organización, ciencias sociales varias y actividades interdisciplinarias, actividades metodológicas e históricas de I+D relacionadas con disciplinas de este grupo. La antropología física, la geografía física y la psicofisiología se clasifican normalmente en ciencias exactas y naturales]</p>
<b>6. Humanidades</b>	<p>6.1. Historia (historia, prehistoria, así como ciencias auxiliares de la historia, tales como la arqueología, la numismática, la paleografía, la genealogía, etc.)</p> <p>6.2. Lengua y literatura (lenguas y literaturas antiguas y modernas)</p> <p>6.3. Otras ciencias humanas [filosofía (incluyendo la historia de la ciencia y de la tecnología), arte, historia del arte, crítica de arte, pintura, escultura, musicología, arte dramático a excepción de "investigaciones" artísticas de cualquier tipo, religión, teología, otras áreas y disciplinas relacionadas con las humanidades, otras actividades de CyT metodológicas e históricas relacionadas con disciplinas de este grupo]</p>
Fuente: OCDE	

#### 4.7 OBJETIVOS SOCIOECONÓMICOS

El análisis por objetivos socioeconómicos (OSE) de la financiación pública de la I+D trata de los gastos públicos totales en I+D, internos y externos, tal como son facilitados por la entidad financiadora; este dato normalmente proviene de la base de datos presupuestarios. La lista es la siguiente:

1. Exploración y explotación de la Tierra
2. Infraestructuras y ordenación del territorio
3. Control y protección del medio ambiente
4. Protección y mejora de la salud humana
5. Producción, distribución y utilización racional de la energía
6. Producción y tecnología agrícola
7. Producción y tecnología industrial
8. Estructuras y relaciones sociales
9. Exploración y explotación del espacio
10. Investigación no orientada
11. Otras investigaciones civiles
12. Defensa

**1. Exploración y explotación de la Tierra:** abarca la investigación cuyos objetivos estén relacionados con la exploración de la corteza y la cubierta terrestre, los mares, los océanos y la atmósfera, y la investigación sobre su explotación. También incluye la investigación climática y meteorológica, la exploración polar (bajo diferente OSE, si es necesario) y la hidrológica. No incluye la mejora de suelos y el uso del territorio (OSE 2), la investigación sobre la contaminación (OSE 3) y la pesca (OSE 6).

**2. Infraestructuras y ordenación del territorio:** cubre la investigación sobre infraestructura y desarrollo territorial, incluyendo la investigación sobre construcción de edificios. En general, este OSE engloba toda la investigación relativa a la planificación general del suelo. Esto incluye la investigación en contra de los efectos dañinos en el urbanismo urbano y rural, pero no la investigación de otros tipos de contaminación (OSE 3).

**3. Control y protección del medio ambiente:** comprende la investigación sobre el control de la contaminación destinada a la identificación y análisis de las fuentes de contaminación y sus causas, y todos los contaminantes, incluyendo su dispersión en el medio ambiente y los efectos sobre el hombre, sobre las especies vivas (fauna, flora, microorganismos) y la biosfera. Incluye el desarrollo de instalaciones de control para la medición de todo tipo de contaminantes. Lo mismo es válido para la eliminación y prevención de todo tipo de contaminantes en todos los tipos de ambientes.

**4. Protección y mejora de la salud humana:** incluye la investigación destinada a proteger, promocionar y restaurar la salud humana, interpretada en sentido amplio para incluir los aspectos sanitarios de la nutrición y de la de higiene alimentaria. Cubre desde la medicina preventiva, incluyendo todos los aspectos de los tratamientos médicos y quirúrgicos, tanto para individuos como para grupos así como la asistencia hospitalaria y a domicilio, hasta la medicina social, la pediatría y la geriatría.

**5. Producción, distribución y utilización racional de la energía:** cubre la investigación sobre la producción, almacenamiento, transporte, distribución y uso racional de todas las formas de la energía. También incluye la investigación sobre los procesos diseñados para incrementar la eficacia de la producción y la distribución de energía, y el estudio de la conservación de la energía. No incluye la investigación relacionada con prospecciones (OSE 1) y la investigación de la propulsión de vehículos y motores (OSE 7).

**6. Producción y tecnología agrícola:** abarca toda investigación sobre la promoción de la agricultura, los bosques, la pesca y la producción de alimentos. Incluye la investigación en fertilizantes químicos, biocidas, control biológico de plagas y la mecanización de la agricultura; la investigación sobre el impacto de las actividades agrícolas y forestales en el medio ambiente; la investigación en el desarrollo de la productividad y la tecnología alimentarias. No incluye la investigación para reducir la contaminación (OSE 3), la investigación para el desarrollo de las áreas rurales, el proyecto y la construcción de edificios, la mejora de instalaciones rurales de ocio y descanso y el suministro de agua en la agricultura (OSE 2), la investigación en medidas energéticas (OSE 5) y la investigación en la industria alimentaria (OSE 7).

**7. Producción y tecnología industrial:** cubre la investigación sobre la mejora de la producción y tecnología industrial. Incluye la investigación de los productos industriales y sus procesos de fabricación, excepto en los casos en que forman una parte integrante de la búsqueda de otros objetivos (por ejemplo: defensa, espacio, energía, agricultura).

**8. Estructuras y relaciones sociales:** incluye la investigación sobre objetivos sociales, como los analizan en particular las ciencias sociales y las humanidades, que no tienen conexiones obvias con otros OSE. Este análisis engloba los aspectos cuantitativos, cualitativos, organizativos y prospectivos de los problemas sociales.

**9. Exploración y explotación del espacio:** cubre toda la investigación civil en el terreno de la tecnología espacial. La investigación análoga realizada en el terreno militar se clasifica en el OSE 13. Aunque la investigación espacial civil no está en general centrada sobre un objetivo específico, con frecuencia sí tiene un fin determinado, como el aumento del conocimiento general (por ejemplo la astronomía), o se refiere a aplicaciones especiales (por ejemplo, los satélites de telecomunicaciones).

**10. Investigación no orientada:** abarca todos los créditos presupuestarios que se asignan a I+D pero que no pueden atribuirse a un objetivo. Puede ser útil una distribución suplementaria por disciplinas científicas.

**11. Otra investigación civil:** cubre la investigación civil que no puede (aún) ser clasificada en una OSE particular.

**12. Defensa:** abarca la investigación (y el desarrollo) con fines militares. También comprende la investigación básica y la investigación nuclear y espacial financiada por los ministerios de defensa. La investigación civil financiada por los ministerios de defensa, por ejemplo, en lo relativo a meteorología, telecomunicaciones y sanidad, debe clasificarse en los OSE pertinentes.

#### › Otras definiciones

**Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC):** las TIC se refieren a los desarrollos de software, hardware y servicios informáticos y a los desarrollos tecnológicos en sistemas de comunicación.

**Bioteología:** la bioteología se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o

sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.

**Nanotecnología:** la nanotecnología se refiere a la creación de materiales útiles / funcionales, dispositivos y sistemas, mediante el control de la materia en escala del nanómetro, a través del aprovechamiento de nuevos fenómenos y propiedades (físicas, químicas y biológicas) a escalas nanométricas.

#### 4.8 INDICADORES DE RECURSOS FINANCIEROS O GASTO EN I+D

El Manual de Frascati indica que la medida básica la constituyen los "gastos internos intramuros", que comprenden los gastos correspondientes a las actividades de I+D realizados en una unidad estadística o en un sector de la economía. Otra medida, los "gastos externos (extramuros)", cubren los pagos de la I+D realizada fuera de la unidad estadística o del sector de la economía. A los efectos de la I+D se miden los gastos corrientes y los gastos de capital.

En el sector administración, los gastos se refieren a gastos directos y no a gastos indirectos. Se excluyen los gastos de depreciación. La I+D es una actividad que requiere importantes transferencias de recursos entre unidades, organismos y sectores, principalmente entre la administración pública y los otros ejecutores. Para los consejeros y los analistas en materia de política científica es importante saber quién financia la I+D y quién la ejecuta. La identificación de los flujos de los fondos debe basarse en las respuestas de los ejecutores de I+D y no en las respuestas de los que financian. Propone las directrices para el tratamiento de los fondos públicos generales de las universidades (FGU), es decir, la parte de la investigación universitaria financiada con subvenciones de carácter general procedentes de los ministerios de educación y destinadas conjuntamente a enseñanza y a investigación. Tales fondos pueden representar hasta más de la mitad del conjunto de la investigación universitaria y constituir una parte importante de las ayudas públicas para I+D.

#### 4.9 INFORMACIÓN DE EJECUCIÓN

El principal inconveniente de las series de inputs de I+D, expresadas en términos monetarios, se debe a las diferencias en los niveles de precios entre países y a lo largo del tiempo. Se puede demostrar que, a menudo, las tasas de cambio corrientes no reflejan necesariamente la relación entre los precios de la I+D en los distintos países, así como que en períodos de fuerte inflación el índice general de precios tampoco refleja fielmente la evolución de los costes de ejecución de la I+D. Se recomienda aplicar las paridades de poder de compra (PPC) y el índice de precios implícito del producto interior bruto (PIB), reconociendo que reflejan mejor los costes de oportunidad de los recursos dedicados a I+D que las cantidades "reales" implicadas.

#### 4.10 TIPOS DE PERSONAL

Se debe contabilizar todo el personal empleado directamente en I+D, así como las personas que proporcionan servicios directamente relacionados con actividades de I+D, como los directores, administradores y personal de oficina.

La clasificación internacional normalizada que se utiliza es la Clasificación Internacional de Ocupaciones (ISCO). Las siguientes definiciones de ocupaciones están concebidas especialmente para las encuestas de I+D. No obstante, se puede establecer la correspondencia con las categorías amplias de la ISCO-88 (OIT, 1990), tal y como se describe más adelante.

Los investigadores son profesionales que se dedican a la concepción o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos y sistemas, y también a la gestión de los proyectos respectivos.

Los técnicos y el personal asimilado son personas cuyas tareas principales requieren conocimientos técnicos y experiencia en uno o varios campos de la ingeniería, la física, las ciencias biomédicas o las ciencias sociales y las humanidades. Participan en la I+D ejecutando tareas científicas y técnicas que requieren la aplicación de conceptos y métodos operativos, generalmente bajo la supervisión de los investigadores. El personal asimilado realiza los correspondientes trabajos de I+D bajo la supervisión de investigadores en el campo de las ciencias sociales y las humanidades.

Dentro de otro personal de apoyo se incluye al personal de oficios, cualificado y sin cualificar, de oficina y de secretaría que participa en los proyectos de I+D o está directamente asociado a tales proyectos.

La ISCED proporciona las bases para clasificar al personal de I+D según su titulación formal. A efectos de estadísticas de I+D se recomienda distribuir este personal en seis categorías, que se establecen exclusivamente en función del nivel de educación, independientemente del campo de titulación del personal:

1. Titulados con diplomas de doctor o de un nivel universitario equivalente en cualquier disciplina (ISCED nivel 6). En esta categoría se incluyen las personas que están en posesión de títulos obtenidos en universidades propiamente dichas, así como en otros institutos especializados de rango universitario.
2. Titulados con diplomas universitarios inferiores al nivel de doctor en cualquier disciplina (ISCED nivel 5A). En esta categoría se incluyen las personas que están en posesión de títulos obtenidos en universidades propiamente dichas, así como en institutos especializados de rango universitario.
3. Titulados con otros diplomas universitarios (ISCED nivel 5B) en cualquier disciplina. La formación suele ser especializada, y para ser cursada se requiere el equivalente a una formación completa de nivel secundario. Proporcionan una formación más práctica y específica para el trabajo que la obtenida en los niveles ISCED 5A y 6.
4. Titulados con otros diplomas postsecundarios de rango no universitario (ISCED nivel 4) en cualquier disciplina. Esta categoría incluye a los titulados con aquellas titulaciones que preparan a los estudiantes para los estudios de nivel 5, y que aun cuando han completado el nivel 3 de ISCED, no siguen estudios que les permitan el ingreso en el nivel 5, por ejemplo, cursos básicos preparatorios o programas vocacionales de corta duración.
5. Titulados con diplomas de estudios secundarios superiores (ISCED nivel 3). Esta categoría incluye no solamente los titulados con diplomas del nivel 3 de la ISCED obtenido tras finalizar la enseñanza secundaria, sino también los diplomas vocacionales equivalentes a nivel 3 obtenidos en otros tipos de instituciones educativas.
6. Incluye todas aquellas personas con diplomas de nivel secundario de rango inferior al nivel 3 de ISCED o que no han concluido los estudios secundarios o no entran dentro de ninguna de las otras categorías.

#### 4.11 INDICADORES DE RECURSOS HUMANOS (CAPITAL HUMANO)

Los datos relativos al número total de personas, plena o parcialmente dedicadas a I+D, permiten establecer correspondencias con otras series de datos, como por ejemplo, de enseñanza, de empleo o los resultados de los censos de población. Esto es especialmente importante cuando se estudia la influencia del empleo en I+D respecto a los efectivos totales

y flujos de personal científico y técnico.

#### 4.12 MEDICIÓN EN PERSONAS FÍSICAS

Los datos relativos al número de personas físicas constituyen la medida más adecuada para recoger información suplementaria sobre personal de I+D, como la referente a edad, sexo o nacionalidad. Estos datos son necesarios a la hora de realizar estudios analíticos y organizar el reclutamiento o cualquier otro tipo de políticas de ciencia y tecnología destinadas a reducir los desequilibrios por razón de sexo, las carencias de personal o los efectos del envejecimiento, la "fuga de cerebros", etc. Cada vez es mayor la demanda de este tipo de datos por parte de los responsables de la política científica.

El Manual de la OCDE para la Medida de los Recursos Humanos (o capital humano) dedicados a Ciencia y Tecnología - Manual de Canberra (OCDE/Eurostat, 1995) presenta una serie de directrices destinadas a medir los efectivos y flujos de mano de obra en ciencia y tecnología. Los investigadores y técnicos representan un subgrupo importante de los recursos humanos dedicados a la ciencia y tecnología. La experiencia ha demostrado que las encuestas de I+D son el instrumento más adecuado para reunir datos sobre las personas físicas. Los censos de población, las encuestas de población activa o los registros de población ofrecen datos complementarios muy útiles, pero no se pueden utilizar de forma sistemática para obtener datos sobre el personal de I+D.

Existen varias opciones a la hora de presentar los datos sobre personas físicas:

- Número de personas dedicadas a I+D en una fecha concreta (por ejemplo, al final de un período)
- Número medio de personas dedicadas a I+D durante el año (natural)
- Número total de personas dedicadas a I+D durante el año (natural)
- Siempre que sea posible, el método adoptado para calcular los datos sobre las personas físicas relativos al personal de I+D debería ser similar al utilizado para reunir otras series de datos estadísticos sobre personas físicas (empleo, educación), con los cuales es probable que se comparen los datos de I+D

#### 4.13 MEDICIÓN EN EQUIVALENCIA A JORNADA COMPLETA

Aunque las series de datos que miden el número de personas dedicadas a I+D, y en especial los investigadores, tienen muchos usos importantes, no sustituyen a las series basadas en el número de personal en equivalencia a jornada completa (EJC). Estas últimas constituyen una medida real del volumen de I+D y ayudan a facilitar las comparaciones internacionales.

La I+D puede ser la función principal de algunas personas (por ejemplo, los trabajadores de un laboratorio de I+D) o puede constituir una función secundaria (por ejemplo, en el caso de los miembros de un centro de diseño y ensayo). También puede ser una actividad que ocupe una porción significativa del tiempo de trabajo (por ejemplo, los profesores universitarios o los estudiantes de postgrado). Si únicamente se tuviera en cuenta a aquellas personas que tienen la I+D como función principal se produciría una subestimación del esfuerzo dedicado a la I+D; si, por el contrario, se contabilizaran todas aquellas personas que dedican algún tiempo a la I+D, se estaría sobreestimando dicho esfuerzo. El número de personas dedicadas a I+D también se debe expresar, por tanto, en equivalencia a jornada completa de actividades de I+D.

Un EJC debe considerarse como una persona/año. Por lo tanto, una persona que normalmente dedica un 30% de su tiempo a I+D y el resto a otras actividades (como la enseñanza, administración de la universidad o tutorías de estudiantes) ha

de ser contabilizada como 0,3 EJC. Del mismo modo, si un trabajador de I+D a jornada completa está empleado en una unidad de I+D durante sólo seis meses, se le contabilizará como 0,5 EJC. Dado que la duración de la jornada laboral puede variar de un sector a otro, e incluso de una institución a otra, no es significativo expresar el EJC en personas/horas.

El personal debe ser contabilizado como el número de personas/año que trabajan en I+D durante el mismo período que el correspondiente a las series de datos sobre gastos.

En algunos casos, puede resultar más práctico estudiar el EJC del personal dedicado a I+D en una fecha determinada. Sin embargo, si existen variaciones estacionales significativas en el empleo en I+D (por ejemplo, personal eventual contratado por la administración al final del año lectivo universitario), se deben tener en cuenta estas variaciones para permitir la comparación con los datos basados en el EJC durante un periodo de tiempo. En los casos en los que se utilice el EJC a fecha concreta y los datos correspondientes al año sean recogidos el primero o el último día del periodo sobre el que se ha informado de los gastos, se recomienda utilizar medias móviles bianuales para las comparaciones con los datos de gastos en I+D.

Existe una serie de restricciones que afectan a los cálculos reales de EJC. Por lo tanto, es imposible evitar las diferencias entre las metodologías utilizadas en distintos países o sectores. El método más preciso, que se aplica en el sector enseñanza superior, implica llevar a cabo encuestas del empleo de tiempo de cada investigador. Sin embargo, en la práctica, se suelen utilizar métodos más aproximativos. Uno de los más utilizados consiste en contabilizar el número de puestos de trabajo de cada categoría de personal y multiplicarlos por los coeficientes de I+D apropiados. En algunos casos, los coeficientes de I+D utilizados se encuentran en los datos de algunas encuestas, mientras que en otros casos se basan simplemente en hipótesis formuladas por los encargados de elaborar las estadísticas.

Para facilitar la comparación a nivel internacional, independientemente de los métodos de medición y cálculo utilizados, es necesario hacer públicos los detalles sobre del método empleado. En particular, cuando se utilizan coeficientes de I+D debe facilitarse información sobre el valor de tales coeficientes, su modo de obtención y cómo se utilizaron en el cálculo de los EJC, sobre todo a la hora de presentar informes ante organismos internacionales.

Con el fin de conocer más sobre el conjunto de los trabajadores en I+D y cómo se sitúa en el total del personal científico y técnico, se recomienda recoger los datos acerca de los investigadores y, si es posible, también de las otras categorías de personal de I+D, en términos de personas físicas, desglosándolos por sexo y edad.

Para reflejar los datos por edad se recomienda establecer seis categorías:

- Menores de 25 años
- 25-34 años
- 35-44 años
- 45-54 años
- 55-64 años
- 65 años o más

Estas categorías están en línea con la United Nations Provisional Guidelines on Standard International Age Classifications

(ONU, 1982). Existen otras variables que también merece la pena examinar, como los niveles salariales y el país de origen. La recopilación de estos datos, sin embargo, puede requerir la realización de encuestas individuales, lo que consume muchos recursos. Por eso es útil buscar otras fuentes de datos administrativos, como los registros de población, de la seguridad social, etc.

## 05. Avanzar hacia la gestión de la I+D y hacia la gestión del conocimiento

### 5.1 QUÉ ES LA GESTIÓN DE LA I+D+i

El cambio socio-técnico como variable es un elemento clave en el mundo actual y hay que comprenderlo en su justa dimensión. Las dinámicas que se observan en la velocidad del cambio de productos, procesos, servicios y organizaciones, basadas fundamentalmente en I+D+i, suelen no ser asimilables al mismo ritmo por las personas, ni siquiera por aquellas que viven en sociedades más avanzadas. Se habla de la sociedad del riesgo, advirtiendo sobre el diferencial entre los integrados y no integrados (Beck, 1994), entendiendo por integrados a la proporción de personas a nivel mundial que son capaces de adaptarse a los sucesivos cambios tecnocientíficos. La superposición de nuevos procesos y productos en el mercado global es un hecho real; tal idea se puede resumir en la aseveración que dice: "O innovamos o nos evaporamos" (Higgins, 1995). Los países y los actores de los SNCTI deben repensarse de forma continua para poder adaptarse a las circunstancias cambiantes. Sobrevivir en un mundo cada vez más complejo e interdependiente es una de sus tareas prioritarias. En ese marco del cambio, la gestión de la I+D+i es un factor utilísimo para que el proceso continuo de incorporación de competencias, capacidades y pericias pueda ser más manejable.

La gestión de la I+D+i se puede relacionar con la evolución de los indicadores internacionales en ciencia, tecnología e innovación. Con el Manual de Frascati se inició la medición de los indicadores de entrada. Posteriormente, se avanzó hacia los indicadores de salida o de resultados. Medir el tránsito entre uno y otro tipo de indicadores forma parte de los avances de las últimas generaciones de familias de indicadores que se apoyan en los procesos. Es importante reducir en lo posible la incertidumbre que genera el desconocimiento y se debe apuntar a la optimización de los procesos y de los resultados obtenidos. Por otro lado, se deben marcar objetivos de I+D+i adecuados en una escala macro.

La gestión de la I+D+i proporciona indicaciones que permiten organizar eficazmente lo concerniente al nivel macro de esas actividades en un país, e involucra los siguientes aspectos:

- Gestión de los recursos
- Análisis interno/externo de la situación tecnológica
- Planificación y control de los objetivos
- Adecuada gestión de la cartera de proyectos

La gestión de la I+D+i se relaciona con los procesos de certificación que se adelantan en cada país y que tienden a normalizarse internacionalmente. Ellos ayudan a:

- Facilitar la integración del I+D+i en el sistema de gestión de la organización
- Demostrar que la organización invierte en I+D+i y lo gestiona correctamente

La gestión de la I+D+i debe incluir los siguientes elementos para:

- Vigilancia tecnológica
- Prospectiva tecnológica
- Creatividad interna
- Benchmarking con clientes y competidores
- Viabilidad técnico- económica
- Mercado potencial

## 5.2 QUÉ ES LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

El conocimiento es entendido como aquello que reside en las personas y es el resultado de su capacidad cognoscitiva. La creación de conocimiento proviene de los seres humanos al interactuar con ciertos elementos dentro de un entorno estructurado, en principio, para favorecer esa labor creativa. Posteriormente, el conocimiento es empleado por las personas que desarrollan vida activa en una organización dada, en el ejercicio de las tareas específicas que allí se realizan.

Gestionar adecuadamente el conocimiento para la innovación en un mundo cada vez más cambiante y, además, con diferenciales contextuales tan marcados entre actores sociales, es tarea compleja. La gestión del conocimiento es un procedimiento sistemático que permite identificar, recopilar, organizar y promover la utilización compartida del conocimiento.

La gestión del conocimiento en una organización se encarga de apoyar los procesos de I+D+i para generar productos. Cuando el actor del SNCTI es una universidad, ésta debería orientar parte de sus productos y servicios a la sociedad disminuyendo costos y generando nuevos negocios o formas de interrelación productivas. La gestión del conocimiento conduce al diseño e implementación de la estrategia, lo cual significa maximizar las ventajas competitivas de la organización (Pedraja-Rejas et al., 2006).

Aplicar la gestión del conocimiento en países centrales o hacerlo en países periféricos no es equivalente. Tampoco se pueden comparar las instituciones sin fines de lucro, como las universidades o los centros de investigación del Estado, con las empresas.

La gestión de conocimiento busca potenciar y aprovechar estratégicamente el acervo de conocimiento de una organización. Esto incluye tanto el conocimiento explícito (datos), almacenado en bases cuantitativas y documentales, como el conocimiento implícito que reside en el capital intelectual como tal. Estas dos dimensiones se complementan y retroalimentan en una continua transformación que va del dato a la información y de allí al conocimiento, mediante los procesos de combinación, interiorización, socialización y exteriorización que conforman el llamado ciclo de vida de ese proceso. Dicho ciclo involucra a los diversos equipos de trabajo (técnico, gerencial y directivo) y se repite continuamente en los distintos niveles de discusión dentro la organización. De esta forma, el conocimiento es contextualizado en función del nivel de la discusión y los actores participantes en ella.

## 5.3 CÓMO SE APLICA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN PAÍSES PERIFÉRICOS

En la actualidad, la gestión del conocimiento es la clave del éxito para aquellas organizaciones cuya fuente principal de

competitividad y crecimiento económico es la utilización intensiva del conocimiento. Las universidades públicas tienen otros requerimientos, de ahí que les sea particularmente relevante el poner a disposición efectiva de la sociedad el valor intelectual o material que pueda derivarse de sus producciones.

Los actores que conforman los SNCTI de los países periféricos no se conocen bien a sí mismos: subutilizan la riqueza y variedad de su producción, tanto en el contexto social en que se genera como puertas adentro. Esa situación fomenta pesadas cargas a dichos SNCTI, al obstaculizar el aprovechamiento adecuado de los productos generados. Una estrategia para revertir ese problema consiste en la gestión del conocimiento que se origina en su formato explícito con el manejo de datos estructurados para mejorar la toma de decisiones.

La aplicación de la gestión de la I+D+i en una organización se estructura utilizando una metodología de gestión del conocimiento que sirve de base a una infocultura que busca optimizar su funcionamiento. Eso se logra con nuevas formas de interacción que mejora la comunicación.

En las organizaciones que conforman los SNCTI de los países periféricos se realizan diversas actividades. En el caso de las universidades se contempla la docencia, investigación y la extensión. Esos tres pilares se construyen alrededor de la producción de conocimiento. Aplicar la gestión del conocimiento tiene carácter estratégico en el sentido de que ayuda a la organización a avanzar en el cumplimiento de su misión y en el mejoramiento de su eficiencia, tratando de reorientar su funcionamiento.

Aplicar la gestión del conocimiento en países periféricos como los de América Latina utilizando las TIC requiere del diseño de un sistema integral de información, y eso implica un cambio en la cultura del dato.

Debe existir una unidad coordinadora que provea de información oportuna y pertinente a los distintos niveles de la organización. El objetivo es mejorar la toma de decisiones contando con una visión centrada en: a) el conocimiento como construcción social compartida, b) la comunicación como proceso participativo e interactivo y c) las tecnologías como habilitadoras de estos fines. Esta visión tiene como premisa el desarrollo de una organización inteligente, con una concepción del conocimiento reticular, producto de múltiples inteligencias distribuidas en red, y una gestión de conocimiento, entendida como gestión de contenidos y de los activos de conocimiento de la organización, donde el centro del proceso es el capital intelectual de la misma.

Esta gestión de conocimiento supone el uso efectivo de la información y el conocimiento, la incorporación constante de este conocimiento a la toma de decisiones y a los procesos estratégicos y el desarrollo del conocimiento en red. Adicionalmente, los servicios de información están organizados en una red centrada en torno al usuario final, es decir, en la disponibilidad de registros documentales, asociación de documentos y facilitación en la búsqueda de los mismos, con énfasis en la gestión de los flujos y procesos comunicacionales y focalizado en una administración de contenidos y procesamiento técnico de los registros, esto es, una clasificación conceptual (taxonómica) y la asociación de documentos con amplias posibilidades de búsqueda.

Los indicadores de I+D+i forman parte del proceso de gestión del conocimiento de una organización. Los organismos nacionales de ciencia, tecnología e innovación de los países de América Latina deben fomentar que se gestione el conocimiento en las organizaciones que comprenden sus SNCTI y apoyar que se utilicen tanto los manuales internacionales exis-

tentes, como el diseño de nuevos indicadores que los complementen y le agreguen valor a la toma de decisiones de la organización, a su SNCTI y, finalmente, a su país. Esa complementariedad es el tránsito adecuado hacia las verdaderas sociedades del conocimiento.



ALBORNOZ, M. (2001): "Indicadores y política científica y tecnológica", en Albornoz, M. (comp.): *Temas actuales de indicadores de ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe*, Buenos Aires, RICYT, pp. 173-180.

ARAÚJO, A. y ARENCIBIA, J. (2002): "Informetría, bibliometría y cienciometría: aspectos teórico-prácticos", *Acimed*, vol. 10, nº 4, julio-agosto, disponible en [http://www.infomed.sld.cu/revistas/aci/vol10\\_4\\_02/acio40402.htm](http://www.infomed.sld.cu/revistas/aci/vol10_4_02/acio40402.htm)

BEMPORAD, M. (2003): "La conciencia del dato", *Interciencia*, vol. 28 Nº 7, pp. 369.

COZZENS, S. y BORTAGARAY, I. (2002): "S&T Policy for Human Development: The logia of outcome indicators", en: *Indicadores de ciencia y tecnología en Iberoamérica. Agenda 2002*, Buenos Aires, RICYT, pp. 109-120.

DAVENPORT, T. y PRUSAK, L. (1998): *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*, Harvard Business School Press.

DE LA VEGA, I. (2003): "Cientometría y política científica en la periferia: el caso de Venezuela", *Revista Espacios*, Vol. 24, No 1, pp. 5-17.

DEMPSEY, R. (2002): "Ireland - Science and technology surveys, indicators and policy making", en: *Indicadores de ciencia y tecnología en Iberoamérica. Agenda 2002*, Buenos Aires, RICYT, pp. 19-28.

GODIN, B. (2001): "What's So Difficult About International Statistics? UNESCO and the Measurement of Scientific and Technological Activities", *Project on the History and Sociology of S&T Statistics*, Working paper Nº 13.

GÓMEZ, I. y FERNÁNDEZ, M. (2001): "La producción científica de una región vista a través de bases de datos complementarias", en: Albornoz, M. (comp.): *Temas actuales de indicadores de ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe*, Buenos Aires, RICYT, pp.61-70.

HIGGINGS, J. M. (1994): *Innovate or evaporate*, New York, The New Management Publishing Company.

KAWAX [Observatorio Chileno de Ciencia y Tecnología] (2006): <http://www.kawax.cl> [11-03-2006].

LAGUNA, C. (2003): *El modelo de insumo producto. Aplicación básica y extensiones*, México, Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigaciones Socioeconómicas, Universidad Tecnológica de México.

MARTÍNEZ, E. (1998): "Glosario: Ciencia, Tecnología y Desarrollo", en Martínez, E. y Albornoz, M. (eds.): *Indicadores de ciencia y tecnología: estado del arte y perspectivas*, Caracas, Nueva Sociedad, pp. 282-283.

OCYCYT [Observatorio Cubano de Ciencia y Tecnología] (2006): <http://www.occyt.cu/> [12-03-2006].

OCDE (1999): *Classifying Educational Programmes, Manual for ISCED-97 Implementation in OECD Countries*, París.

OCDE (1997): Documentos de trabajo de la STI 1997/2.

OCDE (1997): Documentos de trabajo de la STI 1997/1.

OCDE (1997b): *Manual for Better Training Statistics - Conceptual, Measurement and Survey Issues*, París.

OCDE (1994b): *Using Patent Data as Science and Technology Indicators - Patent Manual*, The Measurement of Scientific and

Technological Activities Series, París.

OCDE (1992): *OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data - Oslo Manual*, París.

OCDE (1990): *Proposed Standard Method of Compiling and Interpreting Technology Balance of Payments Data: TBP Manual*, The Measurement of Scientific and Technological Activities Series, París.

OCDE (1989): *R&D Statistics and Output Measurement in the Higher Education Sector: "Frascati Manual"*, Supplement, The Measurement of Scientific and Technological Activities Series, París.

OCDE / EUROSTAT (1995): *The Measurement of Human Resources Devoted to Science and Technology - Canberra Manual*, The Measurement of Scientific and Technological Activities, París.

OCTI [Observatorio Venezolano de Ciencia, Tecnología e Innovación] (2006): <http://www.octi.gov.ve/> [11-03-2006].

OCYT [Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología] (2006): <http://www.ocyt.org.co/> [11-03-2006].

ORDOÑEZ, G. (2002): "La experiencia colombiana en la puesta en marcha del Observatorio de Ciencia y Tecnología OCyT", *Cuadernos del CENDES*, Año 19, No. 51, tercera época, pp. 83-108.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (1968): *International Standard Classification of Occupations (ISCO)*, Ginebra.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (1990): *International Standard Classification of Occupations: ISCO-88*, Ginebra.

OST (2006): <http://www.obs-ost.fr/> [22-05-2006].

PEDRAJA-REJAS, L. et al. (2006): "Sociedad del Conocimiento y dirección estratégica: una propuesta integradora", *Interciencia* 31, pp. 570-576.

SPINK, A. y CANSEN, B. J. (2004): *Web Search: Public Searching of the Web*, Boston, Kluwer Academic Publishers.

TESTA, P. (2002): "Indicadores científicos y tecnológicos en Venezuela: de las encuestas de potencial al Observatorio de Ciencia, Tecnología e Innovación", *Cuadernos del CENDES*, año 19, Nº 51, tercera época, pp. 43-64.

UNESCO (1997): *ISCED (International Standard Classification of Education)*, París.

UNESCO (1978): *Pautas par la Evolución de Sistemas y Servicios de Información*, PGI/80/WS/1, París.

UNESCO (1978): *Recommendation Concerning the International Standardization of Statistics on Science and Technology*, París, Noviembre.

VELHO, L. (1998): "*Indicadores científicos: aspectos teóricos y metodológicos e impactos en la política científica*", en Martínez, E. y Albornoz, M. (eds.): *Indicadores de ciencia y tecnología: estado del arte y perspectivas*, Caracas, Nueva Sociedad, pp. 23-51.

