

**Universidad Nacional de Quilmes**

**Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología**



**Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad**

**La medición del impacto social de la ciencia y  
tecnología**

**Tesis de Maestría**

**Maestrando: Ernesto Fernández Polcuch**

**Director: Mario Albornoz**

**Diciembre de 2000**

## **Agradecimientos**

**a Mario Albornoz, por haberme enseñado el mundo de la ciencia, haberme ayudado a encontrar una vocación y, por sobre todo, por su amistad**

**a mis padres, sin cuyo insistente apoyo nunca hubiera terminado este trabajo**

**a mis amigos, porque hacen la vida más fácil**

**a los colegas de la RICYT, por sus valiosos aportes**

**a mis compañeros del Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, por sus consejos y críticas, y por soportarme cotidianamente**

# ÍNDICE

1. Introducción.....	5
1.1. Importancia de la medición del impacto social de la ciencia y tecnología.....	7
1.2. Objetivos y metodología.....	11
1.3. Estructura de la tesis.....	12
2. El impacto social de la ciencia y tecnología .....	14
2.1. Definición de impacto social de la ciencia y tecnología .....	14
2.1.1. Acotación del impacto .....	15
2.1.2. Las cuestiones sociales.....	15
2.2. Consideraciones acerca de la idea de “impacto social” .....	17
2.3. La nueva producción del conocimiento .....	18
2.4. Consideraciones analíticas del impacto de la ciencia y tecnología .....	20
2.4.1. Impacto en el conocimiento.....	22
2.4.2. Impacto económico .....	24
2.4.3. Impacto social.....	25
3. Modelos de análisis del impacto social de la ciencia y tecnología .....	28
3.1. Relación “simple” .....	31
3.1.1. La visión “optimista”.....	31
3.1.2. La visión negativa.....	32
3.2. El nudo gordiano.....	33
3.3. El modelo de mediadores.....	33
3.3.1. Mediación del mercado: el modelo lineal y sus ampliaciones.....	34
3.3.2. Mediación de la gestión del conocimiento disponible .....	38
3.3.3. Mediación de la política científica y tecnológica.....	41
3.3.4. Mediación de la política social.....	50
4. Problemas de la medición del impacto social de la ciencia y tecnología.....	58
4.1. Perspectivas de la medición.....	60
4.2. Marcos conceptuales para la medición de la ciencia y tecnología.....	63
4.3. Experiencias de medición del impacto social de la ciencia y tecnología.....	67
4.3.1. Metodologías ex ante .....	67
4.3.2. Metodologías ex post .....	72
5. Un sistema de indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología .....	75
5.1. Ciencia y Tecnología e Indicadores Sociales .....	76
5.2. Oferta de I+D .....	78
5.3. Indicadores de PCT .....	79

5.4. Innovación tecnológica con impacto social.....	80
5.5. Percepción social de la ciencia y tecnología .....	81
5.6. Demanda y aplicación de ciencia y tecnología en políticas sociales.....	82
6. Conclusiones y perspectivas del enfoque propuesto .....	86
Bibliografía .....	89

*“¿Por qué al madurar, cae la manzana del árbol?  
¿Es su peso que la arrastra?  
¿Es el sol que la seca?  
¿Es el viento que la arranca?  
¿O es el niño que se aproxima al árbol,  
que tiene desmedidos deseos de comerla?”*

***Leon Tolstoi, La Guerra y la Paz***

## **1. Introducción**

El desarrollo de marcos conceptuales, metodologías y técnicas para la medición de la ciencia y la tecnología y la producción de indicadores de ciencia y tecnología configuran los llamados “estudios cuantitativos de la ciencia y tecnología” (van Raan, 1988b).

Estos estudios pueden dividirse en dos vertientes fundamentales. La primera tiene raíz en los trabajos de Derek de Solla Price y es conocida como *cienciometría*. Sus investigaciones son esencialmente básicas y se plantean como objetivo la medición de los procesos subyacentes a la propia actividad científica, con el fin fundamental de conocer más acerca de ésta. A partir de estos trabajos el propio de Solla Price expone sus ideas acerca de una ciencia de la ciencia (de Solla Price, 1973).

La segunda vertiente de la medición de la ciencia y tecnología tiene un objetivo más aplicado, esto es, brindar herramientas a los tomadores de decisiones en el campo de la política y gestión de la ciencia y tecnología, conocidos como indicadores de ciencia y tecnología. Esta vertiente, que en muchas ocasiones hace uso de herramientas y conceptos desarrollados con objetivos

académicos, se nutre de los trabajos de pioneros como Christopher Freeman, entre otros.<sup>1</sup>

A partir del desarrollo de este campo de estudios y, en particular, de su rama aplicada, se configuró una batería de indicadores de ciencia y tecnología dirigida a medir distintos aspectos de la ciencia y tecnología: la dinámica interna de la ciencia, los insumos dedicados a la ciencia y tecnología, la *performance* científica y tecnológica, así como el impacto de estas actividades sobre la economía, esto último a través del diseño de indicadores de innovación.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) es la institución que más ha avanzado en el desarrollo de estándares para la medición de la ciencia y la tecnología y para la construcción de indicadores. Fruto de sus actividades, iniciadas a principios de la década de 1960, es lo que se conoce como la “familia Frascati” de manuales (Cuadro 1).

**Cuadro 1: Manuales metodológicos de la OCDE (“Familia Frascati”)**

<b>Tipos de datos</b>	<b>Título</b>
Investigación y Desarrollo (I+D)	“Propuestas de método normalizado para encuestas de investigación y desarrollo experimental. Manual de Frascati” (1993, 5ª edición)
Balanza de pagos de tecnología	“Propuestas de método normalizado para la recogida e interpretación de los datos sobre balanza de pagos de tecnología” (1990)
Innovación	“Propuesta de principios básicos para la recogida e interpretación de datos sobre innovación tecnológica. Manual de Oslo” (1996, 2ª edición)
Patentes	“La utilización de los datos de patentes como indicadores de ciencia y tecnología. Manual de Patentes” (1994)
Personal de ciencia y tecnología	“La medición de los recursos humanos dedicados a ciencia y tecnología. Manual de Canberra” (1995)
Bibliometría	Indicadores bibliométricos y análisis de sistemas de investigación: Métodos y ejemplos (1997)
Alta tecnología	“Medición de los productos y sectores de alta, media y baja tecnología” (en preparación)

Fuente: OCDE, 1993, pág. 21, actualizado por el autor.

<sup>1</sup> Una breve historia de estos trabajos puede ser consultada en el anexo 1 del Manual de Frascati (OCDE, 1993). Consúltese también Freeman (1982) y Elkana et al (1978).

Estos manuales cubren buena parte de los aspectos de la ciencia y tecnología de interés para la toma de decisiones en política científica y tecnológica, especialmente desde el punto de vista de los países industrializados, los cuales configuran la OCDE desde sus inicios. En el capítulo 4. se desarrolla este punto con mayor profundidad.

### **1.1. Importancia de la medición del impacto social de la ciencia y tecnología**

A pesar de la consolidación de los estudios cuantitativos de la ciencia y tecnología, con su consiguiente producción de indicadores de los distintos aspectos de la ciencia y tecnología, poco se ha avanzado en el diseño de instrumentos para la medición del impacto social de la ciencia y tecnología.

Este hecho resulta contradictorio con una realidad mundial en que las sociedades, tanto de los países centrales, como de los periféricos, reclaman el cumplimiento no solamente de los objetivos económicos centrales, sino que además, pugnan por una mejor calidad de vida. En este concepto distintos autores incluyen parámetros tales como la calidad de la educación, la salud, la infraestructura, el empleo la recreación y la vivienda, la utilización de la energía, la protección del medio ambiente y de los derechos humanos, la mejor distribución del ingreso, la seguridad nacional y la seguridad pública.<sup>2</sup>

En el caso de los países de América Latina, que viven una profunda crisis, debe señalarse que la situación social se caracteriza, además de por las consabidas dificultades macroeconómicas, por la pobreza y la exclusión de importantes sectores de la población.<sup>3</sup> Revertir esta realidad, consecuencia de largos años de combinaciones diversas de autoritarismo, caos económico y “ajuste”, incluyendo el fracaso del modelo de industrialización sustitutiva, la crisis de la deuda externa y la cristalización del modelo neoliberal vigente en la economía de la mayoría de los países, constituye el principal desafío que

---

<sup>2</sup> Acerca de la producción de indicadores en el campo de la calidad de vida, puede consultarse Henderson et al (2000).

<sup>3</sup> En relación a la situación económica y social de América Latina en la década de 1990 se puede consultar por ejemplo a Edwards, 1997, o Schulz, 1996.

deben abordar los gobiernos y las sociedades en su conjunto, de cara al nuevo siglo.

Entre las cuestiones específicas a resolver en los países periféricos están la pobreza, las deficiencias en la atención sanitaria, la violencia social y las dificultades en el acceso a la educación en todos los niveles, entre otras de naturaleza similar.

Encontramos que, tanto la lucha contra la pobreza como la búsqueda de una mejor calidad de vida, en general, tienen ciertas características comunes. Una de ellas es que, a diferencia de lo que sugeriría el pensamiento neoliberal, estas acciones no pueden ser llevadas a cabo únicamente en el ámbito del mercado, por lo que se requiere, para su análisis, una cuidadosa identificación de los actores involucrados.<sup>4</sup>

Para hacer frente a buena parte de estas cuestiones, los actores involucrados en la resolución de las cuestiones sociales recurren en distinta medida y en forma directa o indirecta, al conocimiento científico y tecnológico.<sup>5</sup> Esto incluye, por un lado, la aplicación de conocimiento incorporado en equipos, instrumentos o productos adquiridos en el mercado o provistos por otros mecanismos, como la cooperación internacional. Por otro lado, se recurre también a conocimiento disponible y *desincorporado*, que es adaptado a las características de los problemas puntuales a resolver. Este conocimiento puede tener origen en fuentes externas o internas, entendiendo por estas últimas la producción científica y tecnológica de los grupos de I+D locales.

Este proceso involucra a distintos actores públicos y privados, que van desde los propios grupos de I+D, hasta los organismos públicos y las organizaciones no gubernamentales, incluyendo un tipo actor vital al proceso que debe cumplir el rol de mediador y que asume distintas formas. Este mediador puede ser

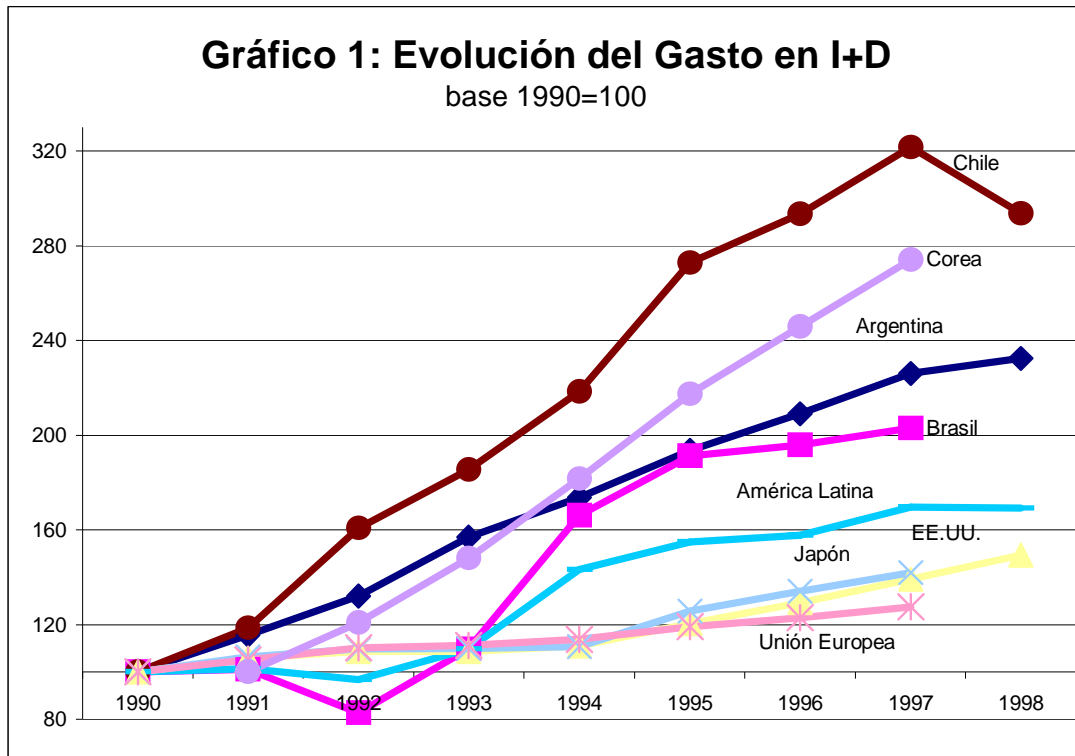
---

<sup>4</sup> Michael Albert, citado por Moneta (1999), señala que el modelo capitalista renano -a diferencia del neoamericano- considera que la religión y, en forma parcial, los medios de comunicación, la enseñanza, la salud y la vivienda, no son transables en el mercado.

<sup>5</sup> En el caso específico de las políticas sociales, aumentar la eficiencia del gasto social requiere un aporte central del conocimiento científico, especialmente para “superar los errores de diseño e implementación de los programas sociales” (Franco, 1999).



parte de algunas de las instituciones mencionadas, o bien tener una institucionalidad propia.

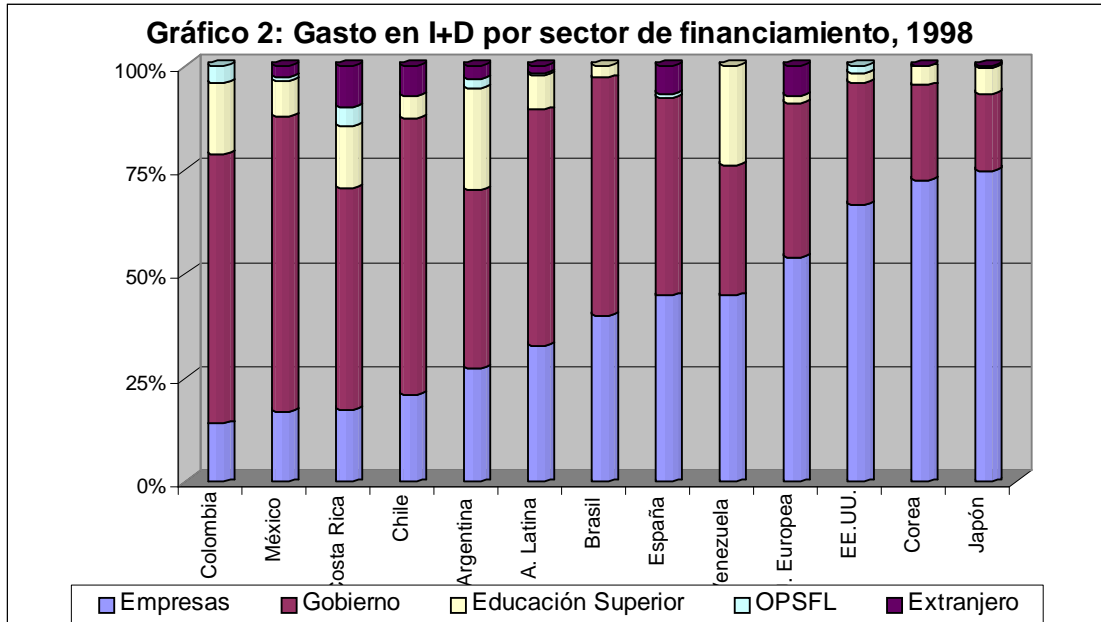


Fuente: RICYT (2000) y OCDE (2000).

La inversión en I+D de los países de América Latina aumentó un 69% a través de la década de los noventa, con Chile como país récord con casi 200%, mientras que la de la Unión Europea creció tan solo el 27% (Gráfico 1). Los restantes países se ubican en posiciones intermedias. Sin embargo, esta tendencia creciente en América Latina no necesariamente se ve reflejada en el reconocimiento social y político acerca de la necesidad de invertir en ciencia y tecnología. Las políticas de ciencia y tecnología siguen siendo, en la mayoría de los países de América Latina, estrictamente periféricas.

Los tomadores de decisiones en el área de la política científica y tecnológica y los propios científicos y tecnólogos se enfrentan cotidianamente con la necesidad de justificar la inversión del Estado en ciencia y tecnología en términos de retorno social o de beneficios directos sobre la sociedad producidos por el esfuerzo realizado por esta en el financiamiento de las actividades de ciencia y tecnología. Esta necesidad se agudiza en el marco de

estados volcados a sus prioridades de coyuntura, que carecen de la capacidad de diseñar políticas de desarrollo a mediano o largo plazo.<sup>6</sup> Mientras que en los países centrales gran parte de la carga del gasto en I+D se ha trasladado al sector privado, que obtiene obvios e importantes beneficios de esta inversión, en América Latina sigue siendo el sector público el principal financiador de la ciencia y tecnología (Gráfico 2).



Fuente: RICYT (2000) y OCDE (2000).

Este entorno de ajuste y “*accountability*”<sup>7</sup> presenta un desafío para los responsables del diseño de indicadores que reflejen adecuadamente el impacto social de la ciencia y tecnología.

<sup>6</sup> En este sentido, Carlos Moneta (1999) sostiene que en el marco de una crisis global en la que en las concepciones económicas predominantes la multidimensionalidad de la globalización se reduce y se subordinan todas las dimensiones sociales a la económica, las tareas esenciales de la política se ven alienadas.

<sup>7</sup> Un ejemplo de instrumentación generalizada de la “*accountability*” puede ser analizado a través de la aplicación de la Government Performance and Results Act (GPRA) de los EE.UU. a las instituciones de I+D. Al respecto, puede consultarse Committee on Science, Engineering, and Public Policy (1999).

## 1.2. Objetivos y metodología

El presente trabajo tiene como objetivo contribuir al diseño de herramientas conceptuales y metodológicas para la medición del impacto social de la ciencia y tecnología.

Al reconocer el grado de amplitud que subyace en la idea de *impacto social*, el abordaje metodológico implica la propuesta de una definición que circunscribe el problema a ciertos aspectos en los que este impacto aparece como efectivamente medible. Se deja afuera de esta definición conscientemente una importante cantidad de impactos que, si bien son fácilmente reconocibles, requieren de definiciones específicas y abordajes casuísticos o de nivel excesivamente micro. Entre los impactos excluidos, se encuentran fundamentalmente los impactos de tipo cultural, u otros tales como los impactos de las tecnologías de la información y comunicación, sobre los cuales existe una importante cantidad de literatura actual, tal como se señala en el apartado 2.1.1.

La adopción de una definición clara, pero a la vez flexible, si bien parecería dificultar la búsqueda de indicadores únicos para la medición del impacto social de la ciencia y tecnología, abre un camino para que estos reflejen, efectivamente, impactos reales y relevantes, desde la perspectiva de las políticas públicas. A partir de esta premisa, el presente trabajo se orienta al establecimiento de pautas adaptables a las distintas realidades, ya sea dentro de América Latina, como fuera de ella.

En una segunda instancia metodológica, el trabajo se ha propuesto formular un modelo que sirva de interface entre la definición del impacto social de la ciencia y tecnología adoptada y su medición. Para ello, parte del análisis de las diferentes formas en que el impacto social de la ciencia y tecnología ha sido caracterizado en la literatura, desde las distintas perspectivas teóricas. Este análisis se complementa con la propuesta de un modelo propio, basado en las perspectivas conceptuales que abre la utilización de la idea de sistema social de innovación, entre otras.

El modelo desarrollado da pie a la tercera fase del trabajo, esto es, la definición de cierto número de indicadores ha ser tenidos en cuenta en la medición del impacto social de la ciencia y tecnología. Esta etapa, si bien puede aparecer como la más prometedora, requiere para su desarrollo definitivo la ejecución de cierto número de pruebas piloto que constaten empíricamente la validez del modelo y de la metodología propuestos. La realización de estas pruebas piloto queda fuera de los alcances de la presente tesis de maestría, por lo que este trabajo pretende en este sentido abrir el campo para la futura aplicación de las metodologías propuestas, su validación, posible corrección y generalización.

El abordaje metodológico es, por lo tanto, fundamentalmente normativo. El resultado de esta tesis es una serie de propuestas conceptuales y metodológicas a partir de las cuales se podrá abordar empíricamente la medición del impacto social de la ciencia y tecnología.

### **1.3. Estructura de la tesis**

Para alcanzar sus objetivos, el presente trabajo se propone, en primer lugar, definir el concepto de impacto social, a la vez que analizar cuál es la relación entre ciencia y tecnología y la resolución de cuestiones sociales, buscando caracterizar los distintos enfoques utilizados, tanto por los analistas, como por los tomadores de decisiones.

En el capítulo siguiente se busca una respuesta a la pregunta acerca de en qué medida es lícito hablar del impacto social de la ciencia y tecnología como una idea conceptualmente correcta y con aplicación práctica.

El capítulo tres analiza el impacto de la ciencia y tecnología, en sus diferentes expresiones y variantes, y procura aportar a su caracterización.

En el capítulo cuatro se analizan las distintas experiencias existentes en el ámbito internacional en la medición del impacto social de la ciencia y tecnología y se propone un modelo para la comprensión de uno de los aspectos de este impacto, en particular el relacionado con la obtención, difusión y utilización del conocimiento científico y tecnológico por parte de los actores públicos y privados involucrados en la resolución de cuestiones sociales.

El capítulo cinco tiene por objeto proponer un posible *set* de indicadores que, enmarcados en el modelo definido en el capítulo anterior, permitirán avanzar en la realización de ejercicios de medición de los aspectos definidos como centrales del impacto social de la ciencia y tecnología.

## **2. El impacto social de la ciencia y tecnología**

Con el objeto de especificar claramente la idea de impacto social de la ciencia y tecnología que subyace al presente trabajo, se hace necesario establecer una definición de este impacto. Para la elaboración de una definición adecuada a los objetivos del trabajo se ha buscado especialmente la orientación hacia las políticas. Específicamente, la definición propuesta tiene en cuenta el impacto buscado, recortando de esta manera muchos otros posibles impactos, potenciales o fortuitos.<sup>8</sup>

### **2.1. Definición de impacto social de la ciencia y tecnología**

A los efectos de este trabajo, el impacto social de la ciencia y tecnología se propone la siguiente definición:

**El impacto social de la ciencia y tecnología** es el resultado de la aplicación del conocimiento científico y tecnológico en la resolución de cuestiones sociales, enmarcadas en la búsqueda de satisfacción de necesidades básicas, desarrollo social, desarrollo humano o mejor calidad de vida, según el caso.

La utilización de esta definición requiere el análisis en mayor detalle de dos asuntos relacionados. Por un lado, la utilización del concepto de *cuestiones sociales* y, por otro, el hecho de que esta definición excluye ciertos aspectos que bien podrían ser considerados también como impacto social.

---

<sup>8</sup> Al abordar el problema del impacto social de la ciencia y la tecnología, creemos que es necesario hacer referencia a ciertos cuestionamientos a la utilización del concepto de impacto en relación con la ciencia, tales como las manifestadas por ejemplo por Lizcano (1996), entre otros sociólogos, basadas en la definición de impacto de la Real Academia Española. Cabe señalar a este respecto que no debe reducirse el problema del impacto a una cuestión lingüística y por lo tanto como parte del presente trabajo se propone una definición específica del término, prescindiendo de las definiciones de los diccionarios de la lengua. Por otra parte, las objeciones mencionadas podrían ser salvadas también desde lo lingüístico, tal como surge del análisis de otros diccionarios. En este sentido, la idea de impacto no pretende ocultar un sentido *invasivo*, sino más bien hacer referencia a un *efecto fuerte*, a una consecuencia de la aplicación de los resultados de la actividad científica y tecnológica en la resolución de ciertos problemas de la sociedad. Como definición operativa utilizaremos, por otra parte, la que se presenta en el apartado 2.1.

### **2.1.1. Acotación del impacto**

Como se ha dicho, la definición propuesta en este trabajo se circunscribe a un aspecto específico del impacto social. Pueden encontrarse sin dificultad numerosos impactos sociales de la ciencia y tecnología que quedan fuera. Al respecto, cabe señalar que estos impactos incluyen la contradicción de ser, a la vez, muy amplios y muy difíciles de identificar.

Estas circunstancias hacen que se requiera acotar y concentrarse en una parte específica, de interés para el campo de la cienciometría y para su utilización en el ámbito de la política científica y tecnológica. Se da por sentado, por otra parte, que los impactos de las tecnologías de la información y la comunicación, y especialmente los de la internet, han dado ya mucho material para el análisis, y han contribuido a la definición del término sociedad de la información. Esta vertiente del análisis es también dejada de lado adrede.<sup>9</sup>

### **2.1.2. Las cuestiones sociales**

La idea de *cuestiones sociales* es tomada en el sentido en que la utilizan Oszlak y O'Donnell (1995), es decir, necesidades y demandas de la sociedad "socialmente problematizadas". El hecho de haber sido problematizadas implica que

"ciertas clases, fracciones de clase, organizaciones, grupos o incluso individuos estratégicamente situados creen que puede y debe hacerse algo a su respecto y están en condiciones de promover su incorporación a la agenda de problemas socialmente vigentes."<sup>10</sup>

De esta manera, la definición de impacto utilizada está relacionada íntimamente con las políticas, públicas y privadas. La identificación de la acción

---

<sup>9</sup> Al respecto, puede consultarse Mansell, R. y Wehn, U. (eds.); *Knowledge societies: information technology for sustainable development*; United Nations, Oxford University Press, 1998; National Science Foundation; *Science and Engineering Indicators 2000*; NSF, 2000; o bien OECD *Information Technology Outlook. ICTs, E-Commerce and the Information Economy*; OECD, 2000.

<sup>10</sup> Oszlak y O'Donnell (1995), pág. 110.

de la ciencia y tecnología en la resolución<sup>11</sup> de los “problemas socialmente vigentes”, es decir, su participación en el abordaje de esta “agenda”, constituyen los ejes a partir de los cuales la conceptualización y medición del impacto social de la ciencia y tecnología se constituye en una herramienta útil a las políticas, y no solamente en un ejercicio intelectual.

Debe resaltarse, por otra parte, el hecho de que en la definición de impacto social de la ciencia y tecnología se toman en cuenta distintos tipos de cuestiones sociales. Esto se debe a dos factores diferenciados. Por un lado, la denominación de las cuestiones depende de las diferencias políticas y conceptuales existentes entre los tres primeros conceptos, que se basan en las perspectivas de distintas instituciones, muchas de ellas del propio sistema de Naciones Unidas.<sup>12</sup>

Por otro lado, las cuestiones a abordar dependen de las diferentes urgencias de las distintas sociedades. En este último sentido, algunas aspirarán a la resolución de las necesidades básicas y la pobreza, otros al desarrollo humano o social y otras a la mejora de la calidad de vida, de acuerdo al nivel de demandas satisfechas anteriormente.

De esta manera, las formas de medición que se adopten en cada caso, deberán estar íntimamente relacionadas con las demandas sociales que sean priorizadas por el estado o la sociedad civil. Esta idea, si bien dificulta la búsqueda de indicadores únicos para la medición del impacto social de la ciencia y tecnología, abre un camino para que estos reflejen, efectivamente, impactos reales y necesarios. A partir de esta premisa, el presente trabajo se orienta al establecimiento de pautas adaptables a las distintas realidades, ya sea dentro de América Latina, como fuera de ella.

---

<sup>11</sup> El término “resolución” se utiliza aquí en el sentido de solución sustantiva de la cuestión, dejando de lado la posibilidad considerada por Oszlak y O’Donnell, de considerar como tal una solución que implique otros caminos, como por ejemplo, reprimir el sector social correspondiente o tapar el problema con otro más visible.

<sup>12</sup> Las diferencias entre estos conceptos son explicadas en forma sintética, aunque desde el punto de vista del PNUD, en PNUD (1995), capítulo “El Desarrollo Humano y la Constitución Nacional”, bajo el título “Otras Concepciones del Desarrollo: Diferencias y Semejanzas Conceptuales”.



## 2.2. Consideraciones acerca de la idea de “impacto social”

Si bien existe consenso entre los estudiosos de las distintas corrientes teóricas acerca de que la ciencia es, en sí misma, una actividad social,<sup>13</sup> previo a continuar con el estudio de los distintos aspectos del impacto social de la ciencia y tecnología y en la búsqueda de propuestas para su medición, es necesario analizar la visión de ciertas perspectivas posmodernas de lo que se conoce como “nueva sociología del conocimiento” que niegan -a partir de su visión de la ciencia- la posibilidad de existencia de un impacto social de ésta.

En tal sentido puede leerse a Bruno Latour, quien llama la atención acerca de la existencia de un *nudo gordiano* que implica a la ciencia y la sociedad:

“Un mismo hilo liga las ciencias más esotéricas con la más sórdida de las políticas, el cielo más lejano con una cierta fábrica en la periferia de Lyon, peligros de carácter global con las próximas elecciones locales o con el próximo consejo de administración. Los horizontes, lo que está en el tablero, las coordenadas temporales, los actores son todos ellos inconmensurables y, sin embargo, ahí están envueltos en la misma historia.” (...) “De nuevo los jefes de estado, los químicos, los biólogos, los desesperados pacientes y los industriales se encuentran agrupados en una misma oscura historia, en la que se mezclan biología y sociedad.” (Latour, 1991, págs. 11 y 12)

Como se mencionó, la idea del “nudo gordiano” puede cuestionar directamente la de “impacto social”, ya que bien podría entenderse que negaría la posibilidad de impacto entre dos cosas que aparecerían entremezcladas y no podrían ser separadas.

Sin embargo, el propio Latour reconoce la existencia de “biología” y “sociedad”, por separado, aunque mezcladas. De esta manera, aceptando –como ya se ha dicho- que la ciencia es una actividad social, no puede dejarse de señalar que tiene características particulares, actores específicos y resultados diferentes a otras actividades de la sociedad. John D. Bernal caracterizó a la ciencia como

“una gran institución humana distinta de las demás aunque estrechamente emparentada con ellas”.<sup>14</sup> El espíritu de esta descripción sigue vigente y guiará el resto del presente trabajo.

Desde este punto de vista, se puede pensar al impacto social de la ciencia y tecnología como el impacto de estas actividades llamadas ciencia y tecnología sobre otros aspectos de la sociedad, sin olvidar el carácter social de la ciencia, pero también, sin confundirla con los restantes componentes de la sociedad. A estos efectos, adquiere más sentido la visión de autores como Moravcsik (1988) que -orientado hacia la construcción de indicadores- sostiene que “el impacto denota la efectiva influencia que un logro científico tiene en la ciencia o fuera de ella.”<sup>15</sup>

Este trabajo se basa, por lo tanto, en la idea de que en primer lugar, la ciencia tiene impacto social porque se orienta, desde el vamos, a dominar la naturaleza. Los actores de la ciencia pueden ser identificados por separado del resto de la sociedad, si bien actúan en constante interacción con esta. El estudio de los grupos de I+D, que son precisamente los actores principales, puede ser abordado específicamente, con metodologías propias, conducentes en esta propuesta a la obtención de datos cuantitativos que posibilitan la construcción de indicadores de ciencia y tecnología y, en particular, de indicadores de impacto social.

### **2.3. La nueva producción del conocimiento**

La visión teórica de otra corriente, inscripta en la sociología de la tecnología y conocida como “social shaping of technology”, coincide con la perspectiva de este trabajo al reconocer la existencia de un impacto social de la ciencia y tecnología. Esta corriente analiza los impactos de la ciencia y tecnología en

---

<sup>13</sup> Tal como lo sostienen tanto Bernal (1964), Merton (1973), Ziman (1986), Woolgar (1991) o Edge (1995), por tomar solamente algunos autores.

<sup>14</sup> Bernal, 1964, pág. 54.

<sup>15</sup> Moravcsik, 1988, págs. 17 y 18.

todas las etapas del proceso de diseño e implementación de una tecnología, y no solamente como posteriores a este proceso.<sup>16</sup>

Esta perspectiva considera el impacto como continuo, pero también bidireccional, es decir, existiendo un impacto de la tecnología sobre la sociedad y de la sociedad sobre la tecnología. Esta dualidad es la que más interesa a esta visión y sobre ella articula sus ideas centrales.

A partir de consideraciones como éstas, Gibbons et al. (1997) señalan que, en el nuevo “modo 2” de producción de conocimiento -que definen- éste es producido con la vista puesta en aplicaciones y, más específicamente, en la resolución de problemas.

En el “modo 1” los investigadores trabajan principalmente sobre problemas que les resultan intelectualmente desafiantes, que a su vez sean lo bastante interesantes como para captar la atención de sus pares, así como de las instituciones de financiación.

El creciente peso de los intereses específicos de las instituciones de financiación derivó en la generación por parte del colectivo de investigadores de una conciencia y una capacidad de detección de problemas existentes más allá de las preocupaciones inmediatas de las especialidades concretas. La resolución de este tipo de problemas implica trabajar en un “contexto problemático”, caracterizado por la transdisciplinaridad, en el cual la diferencia entre ciencia pura y aplicada se diluye. Este contexto problemático exige cooperación con otros científicos y otros actores sociales. Son precisamente éstas algunas de las características propias del modo 2.

El conocimiento se genera en este nuevo modo en el contexto de aplicación, y la producción de conocimiento se ve configurada por las necesidades e intereses de algunos de sus consumidores potenciales. En este sentido, la producción y distribución de conocimiento se hallan mucho más estrechamente relacionadas.

---

<sup>16</sup> Cronberg, T. y Sorensen, K. H. , “Similar concerns, different styles? A note on European approaches to the social shaping of technology”, 1995, citados por Caracostas y Muldur, 1998, pág. 146.

La caracterización del modo 2 implica, por lo tanto, una manera de ver el impacto social de la ciencia y tecnología, determinado de cierta forma ex ante por la elección de los problemas que los grupos buscan resolver. Si bien una de las hipótesis a demostrar en futuros trabajos sería si el advenimiento del modo 2 ha elevado el “impacto social” de la ciencia, para lo cual se requerirán, obviamente, indicadores adecuados, no puede dejarse de lado la sospecha–fundada– de que la ciencia ha venido transformando la sociedad (como diría Bernal) desde mucho antes de la emergencia de este nuevo modo de producción de conocimiento.

La difusión social del conocimiento, así como su impacto, estará directamente atada a los problemas que este conocimiento debía resolver. Aquí el diseño de políticas de ciencia y tecnología adquiere un nuevo sentido, ya que si el impacto de la investigación depende de los problemas planteados y los problemas elegidos dependen no solamente de los intereses cognitivos de los investigadores, sino también de los intereses de las fuentes de financiamiento y, por lo tanto, de las prioridades establecidas por organismos financiadores, es válido concluir desde este punto de vista que el impacto social de la ciencia y la tecnología es fuertemente influido, efectivamente y por transitividad, por la política científica y tecnológica, uno de cuyos instrumentos centrales es precisamente la fijación de prioridades para la I+D.

#### **2.4. Consideraciones analíticas del impacto de la ciencia y tecnología**

Una vez aceptada la posibilidad de aplicación del concepto de impacto social, debe señalarse que los impactos de la ciencia y tecnología en la sociedad se expresan en múltiples dimensiones. John D. Bernal planteaba desde los inicios mismos de los estudios sociales de la ciencia y tecnología esta multidimensionalidad, considerando como central el impacto de la ciencia sobre la propia estructura de pensamiento de la sociedad.

“(…) mi propósito es destacar una vez más en qué medida el progreso de la ciencia natural puede ayudar a determinar el de la sociedad misma, y esto no sólo en los cambios económicos suscitados por la aplicación de los descubrimientos científicos, sino también a consecuencia del

efecto que produce en la estructura general del pensamiento el impacto de nuevas teorías científicas.”<sup>17</sup>

Abandonando ese nivel de generalidad, y buscando una perspectiva que conduzca a posibles estrategias de medición, la multidimensionalidad del impacto es tomada en cuenta por Ronald Kostoff, quien señala que

“El impacto de programas de investigación involucra la identificación de una variedad de expresiones de conocimiento producidas, así como los cambios que estas expresiones realizaron en una multitud de diferentes blancos potenciales de investigación (otras áreas de investigación, tecnología, sistemas, operaciones, otras misiones organizacionales, educación, estructuras sociales, etc.). Mientras algunos impactos pueden ser tangibles, muchos otros pueden ser intangibles y difíciles de identificar, mucho menos cuantificar.”<sup>18</sup>

Esta multidimensionalidad del impacto conlleva importantes dificultades para emprender su medición. En tal sentido,

“Medir el impacto de la investigación requiere la medición del conocimiento. Sin embargo, el conocimiento no puede ser medido directamente. Lo que puede ser observado y medido son las expresiones del conocimiento, como papers, patentes y estudiantes formados. Medidas de expresiones del conocimiento resultantes de la investigación deben, por necesidad, proveer una imagen incompleta del producto de la investigación.”<sup>19</sup>

Esta posición nos indica algunos caminos que se seguirán a través de este trabajo. Por un lado, la necesidad de contar con una batería de indicadores que puedan dar cuenta de las diferentes dimensiones del impacto de la ciencia y tecnología. Por otro, la consideración de que todos los indicadores serán, de hecho, *proxys* del impacto, y nos darán herramientas para su comprensión y explicación, más que para la demostración de una relación de causalidad.

---

<sup>17</sup> Bernal, 1964, pág. 7.

<sup>18</sup> Kostoff, 1997, pág. 39.

<sup>19</sup> Ídem, págs. 38 y 39.

Teniendo en cuenta las dificultades planteadas y con el fin de recortar el objeto de estudio específico de este trabajo, nos proponemos realizar una clasificación de las distintas dimensiones del impacto de la ciencia y tecnología, en función de su objeto:

- impacto en el conocimiento,
- impacto económico e
- impacto social.

Esta clasificación, cuyos componentes serán analizados a través de lo que resta del presente capítulo, permite desprender el impacto social de la ciencia y tecnología de otros aspectos íntimamente relacionados. Así, se señalan los usos del concepto de impacto en las investigaciones bibliométricas y se destacan las experiencias de medición de la innovación tecnológica -actualmente en auge- caracterizadas como formas de abordaje del impacto económico de la ciencia y tecnología. Los impactos de la ciencia que no pueden ser incluidos en ninguno de estos dos campos, son considerados como aspectos del impacto social. Esta clasificación, pensada casi por defecto, tiene como consecuencia lógica el hecho de que como resultado del presente trabajo se proponga un complejo conjunto de indicadores y no una medida única. De acuerdo a las prioridades en la medición, en cada caso se podrá hacer mayor énfasis en distintos subconjuntos del *set* propuesto.

#### ***2.4.1. Impacto en el conocimiento***

El ***impacto en el conocimiento*** se refiere a la trascendencia que el conocimiento científico y tecnológico generado en el marco de una investigación tiene sobre el conjunto de investigaciones en proceso y sobre la dirección que asume la ciencia. En este sentido, podría señalarse, como ejemplo, que una investigación de rutina o “ciencia normal”, a decir de Kuhn, tendría idealmente un impacto menor, mientras aquella que produzca un

resultado que pueda conducir a un cambio de paradigma o hasta una revolución científica debería tener el máximo impacto.<sup>20</sup>

Para la medición del impacto en el conocimiento se utilizan habitualmente técnicas bibliométricas. Las mediciones se basan, específicamente, en el número de citas recibidas por el documento (publicación científica o patente) en otros documentos. Según el período de tiempo considerado en el recuento de citas, puede hablarse de impacto a corto plazo (por ejemplo, tomando solamente los primeros tres años de “vida” del documento) o de impacto a largo plazo. Este período es denominado habitualmente “ventana de citación” o *citation window*.

Para analizar el “nivel de impacto” de un documento, un grupo o una institución se utiliza, o bien una comparación con un documento, grupo o institución de nivel similar (lo cual resulta sumamente difícil y requiere definir muy claramente los parámetros de comparación) o bien se utiliza lo que se conoce como “factor de impacto” de la revista en que el documento ha sido publicado.

El factor de impacto de una revista es el equivalente a la esperanza de impacto de cada uno de los documentos publicados en ella, es decir, la media del número de citas recibidas en una ventana de citación determinada por cada uno de los documentos publicados en la revista en un cierto tiempo. Los factores de impacto son calculados habitualmente por el Institute for Scientific Information (ISI) y su utilización para la evaluación se discute en numerosos trabajos.

La utilización del concepto de impacto bibliométrico -tal como se lo describe en este apartado- ha sido ampliamente criticada, especialmente con relación a su aplicación a la ciencia de los países periféricos. La medición de factores de impacto genera un conjunto de revistas que integran el denominado “*mainstream*” o “corriente principal de la ciencia”, núcleo básico utilizado para la práctica bibliométrica. La consolidación del *mainstream* como referencia para la

---

<sup>20</sup> Debe tenerse en cuenta que muchas investigaciones de gran impacto pueden ser puramente metodológicas, ya que el artículo que propone una nueva técnica recibe numerosas citas por parte de quienes la utilizan, siendo este un impacto no ya directo en el conocimiento, sino indirecto a través de los métodos o técnicas utilizadas para obtener este conocimiento.

publicación de artículos genera a su vez dificultades para revistas de disciplinas de menor difusión o, especialmente, para aquellas editadas en la periferia. Este proceso genera un círculo, virtuoso para algunos y vicioso para otros, que a su vez le imprime al proceso de producción de conocimiento científico un sesgo conservador.

Como se ha dicho anteriormente, este tema no será tratado con detalle en este trabajo y existe una amplia bibliografía a este respecto. Como ejemplo de su utilización en evaluación y medición de impactos, puede consultarse Moed y van Raan (1988) o Kostoff (1997 y 1998).

#### **2.4.2. Impacto económico**

Los **impactos económicos** también están definidos con cierta precisión. Se dispone de indicadores normalizados para considerar la balanza de pagos de tecnología (OCDE, 1990), el comercio de bienes de alta tecnología y, principalmente, la innovación tecnológica (OCDE, 1996b).

La innovación tecnológica es definida por la OCDE como la aplicación de ciencia y tecnología en una forma nueva, con éxito comercial (OCDE, 1996a). De esta manera, la idea de impacto se ve reflejada en el éxito comercial, es decir, la introducción de un (nuevo) producto en un mercado o la utilización de un (nuevo) proceso en la producción de un producto.

Esta visión de la innovación como proceso, permite el establecimiento de un importante corpus de indicadores, denominados genéricamente “indicadores de innovación”. Para la normalización de estos indicadores la OCDE ha publicado el Manual de Oslo (OCDE, 1996b), mientras que en América Latina la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) ha editado el Manual de Bogotá (Jaramillo, Lugones y Salazar, 2000), una propuesta normativa y metodológica latinoamericana que complementa el Manual de Oslo y permite dar mayor significación a los indicadores de innovación en el contexto de los países de la región.



El actor central del proceso de innovación tecnológica es la empresa.<sup>21</sup> Existen ciertos casos de evidente impacto social de la ciencia y tecnología, en los cuales la introducción de un producto innovador al mercado ha traído como consecuencia cambios sociales y culturales, como podría ser el caso de las transformaciones sociales vinculadas a las tecnologías de la información y la comunicación, que condujo incluso a la introducción de la idea de “sociedad de la información”. Para analizar este tipo de fenómenos, en el marco del presente trabajo se ha utilizado la idea de “mediación por el mercado”, tal como se verá en el apartado 3.3.1.

Debido a su amplio tratamiento en la bibliografía, este trabajo no hará hincapié en el impacto económico, más que en su rol de mediador, tal como se mencionó.

### **2.4.3. Impacto social**

El **impacto social** de la ciencia y tecnología, tal como se lo conceptualiza en este trabajo, asume dimensiones muy diversas y complejas, y se expresa como las consecuencias de un proceso de mediación de actores específicos entre los productores del conocimiento y su utilización por parte de estos actores.

En la búsqueda de una definición adecuada, encontramos la propuesta de Kostoff, quien señala que “el impacto de la investigación es el cambio efectuado sobre la sociedad debido al producto de la investigación”, mientras que “la efectividad de la investigación es una medida del grado de focalización del impacto sobre las metas deseadas.”<sup>22</sup>

Si bien esta definición incluye la consideración de la intensidad del impacto, a partir de la utilización del concepto de *efectividad*, no toma en cuenta una cuestión fundamental: de qué modo se produce este cambio. Esta perspectiva, por lo tanto, aparece demasiado unilateral, ya que descuida el hecho de que el conocimiento debe ser incorporado por la sociedad para que el impacto exista

---

<sup>21</sup> Mientras que en la primera versión (1992) el Manual de Oslo solamente tomaba en cuenta la empresa manufacturera para la medición de las innovaciones, en su segunda edición se incorpora a las empresas del sector de servicios.

<sup>22</sup> Kostoff, 1997, pág. 38.

efectivamente. Este parámetro –el modo por el cual el conocimiento es incorporado en la solución de cuestiones sociales- ha sido dejado de lado en la mayoría de las experiencias de análisis del impacto.

El hecho de que la definición de Kostoff no resulta completamente satisfactoria, al igual que la mayoría de las definiciones propuestas en la bibliografía que se discutirán a lo largo del presente trabajo, justifica el hecho de que los impactos sociales de la ciencia y tecnología sean el tema central de esta tesis.

Desde un punto de vista distinto, el impacto social de la ciencia y tecnología podría ser analizado desde la percepción de la sociedad de este impacto. El problema de la percepción social de la ciencia y la tecnología o comprensión pública de la ciencia (*public understanding of science*) ha sido tratado ampliamente en la bibliografía.<sup>23</sup> La National Science Foundation incorpora indicadores de este tipo en su publicación bianual pionera “Science and Engineering Indicators” (National Science Board, 1998), al igual que instituciones europeas, japonesas o canadienses, entre otras (Miller, Pardo y Niwa, 1998). Este tipo de aproximación de aquí en más será tenido en cuenta solamente en forma secundaria, ya que su visión podría ser analizada como relativa a la medición de la percepción del impacto social de la ciencia y tecnología y quedar, por lo tanto, fuera del ámbito del presente trabajo.<sup>24</sup>

A los efectos de este trabajo se ha definido en forma operativa al impacto social de la ciencia y tecnología como el resultado de la aplicación del conocimiento científico y tecnológico en la resolución de cuestiones sociales. Esta definición incorpora tácitamente la existencia de un agente aplicador del conocimiento. Asimismo, la definición adoptada no circunscribe este impacto a una sola actividad, por lo que su modelación y posterior medición asumen un carácter complejo.

---

<sup>23</sup> Ver, a modo de ejemplo, Bodmer, Walter (1986) *The Public Understanding of Science*, London, Royal Society, o Gregory, Jane, y Miller, Steve (1998) *Science in Public. Communication, culture and credibility*, New York, Plenum Press.

<sup>24</sup> Otra forma de considerar esta idea es pensar el problema de la comprensión pública de la ciencia como un impacto mediado por los medios de comunicación, en forma complementaria a la clasificación de mediaciones que se presenta en el ítem 3.3. Esta idea fue sugerido en el marco del Tercer Taller sobre Indicadores de Impacto Social de la Ciencia y la Tecnología, organizado por la RICYT, Buenos Aires, 2000.

Debido a que no ha habido hasta el presente ningún intento de normalización de los indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología en sus distintas dimensiones -más allá de los que se están llevando a cabo actualmente en el marco de la RICYT, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (Estebanez, 1998, Itzcovitz y otros, 1998, Fernández Polcuch, 1999) de las cuales se ha nutrido este trabajo- se requiere, como se ha dicho, una tarea de definición conceptual y metodológica de los distintos aspectos vinculados a estos indicadores.

### **3. Modelos de análisis del impacto social de la ciencia y tecnología**

Con el objeto de aproximarse a la construcción de un modelo del proceso por el cual la ciencia y tecnología impacta en la sociedad que luego pueda servir como base para el diseño de indicadores apropiados, debe tomarse en cuenta, como hecho fundamental, que el proceso mediante el cual el conocimiento científico y tecnológico es incorporado al tejido social, apropiado por éste y utilizado en la resolución de los problemas mencionados es de naturaleza compleja.

El conocimiento científico y tecnológico *permea* la sociedad utilizando redes de diversos actores, que provienen de los sectores público y privado y tienen distintos roles en el proceso. Estos actores pueden ser, entre otros, decisores políticos, organizaciones no gubernamentales, educadores, periodistas, gestores, investigadores y hasta las propias empresas. Puede preverse que, cuanto más actores estén involucrados en estas redes y mayor sea su complejidad, la utilización de conocimiento científico en la resolución de cuestiones sociales será mayor y, consecuentemente, pueda identificarse un impacto social de la ciencia y tecnología más fuerte.

Si bien estas redes procesan conocimiento proveniente de distintas fuentes y de manera diversa, como se mencionó anteriormente, la capacidad de utilizar el conocimiento generado localmente debe ser objeto de especial atención, ya que se trata de aprovechar y maximizar los recursos propios de la sociedad.

El impacto social de la ciencia y tecnología se manifiesta por los efectos de la acción de estas redes, conjuntamente con la disponibilidad de I+D local, socialmente relevante y adecuada a la demanda social. La medición de este impacto, por lo tanto, es una herramienta útil para los análisis de las capacidades de una sociedad para resolver los problemas y afrontar las demandas sociales.

Si bien, como se ha dicho, la sociedad moderna requiere de la ciencia y tecnología para la resolución de problemas sociales, no debe suponerse que la investigación científica y tecnológica pueda responder a todas las necesidades

de una sociedad. Al respecto, hay y ha habido diferentes visiones teóricas acerca de la relación entre ciencia y tecnología y cuestiones sociales y, por lo tanto, del impacto social de la ciencia y tecnología.

Las conclusiones de un seminario sobre el rol de la ciencia y tecnología en el desarrollo social (Atal, 1996, págs. 167 a 171) organizado por UNESCO y realizado en Nueva Delhi en 1994 pueden ser consideradas un interesante precursor de este trabajo. En ellas, si bien no se diferencian explícitamente los modelos de análisis subyacentes<sup>25</sup> se compilan opiniones y visiones que incluyen:

- La “llamada a los científicos y tecnólogos a rehacer su agenda e incluir consideraciones sociales en su búsqueda científica”, combinada con la idea de que “los científicos deben desarrollar empatía con la gente”, y la premisa de que los científicos deberían “reorientarse a sí mismos” e “incorporar las nociones de sostenibilidad (*sustainability*)”. Este punto de vista es un ejemplo de lo que llamaremos **relación “simple”** y representa una implícita visión ofertista que, si bien parece ser algo extemporánea para la fecha, subyace a numerosos planteamientos en la materia.
- La necesidad de “estructurar las prioridades de la I+D de acuerdo con las necesidades y demandas de la sociedad”, posición semejante a la sostenida por Caracostas y Muldur (1998), de la que se desprende el papel protagónico de la PCT.
- La incorporación tácita de otros actores sociales (¿mediadores?) en el proceso de análisis del impacto social de la ciencia y tecnología, al preguntarse cuestiones del tipo de “¿cómo puede ponerse en uso a la biotecnología (...) para llevar gente por sobre la línea de pobreza?”.
- La necesidad de integración de “paquetes consistentes de políticas que deberían incluir, entre otras, educación básica para crear una cultura científica y el estímulo a nuevas formas de asociación entre hogares, comunidades, movimientos sociales, autoridades públicas y empresas

---

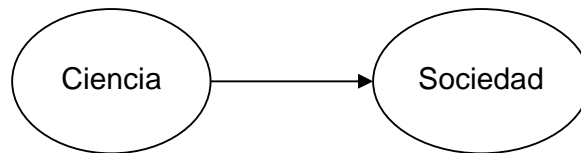
<sup>25</sup> Lo cual los autores de todas maneras no parecen haberse propuesto.

privadas”. Esto supone, por su parte, destinarle una importancia central a la utilización del conocimiento, más que a la creación, y por lo tanto un rol central a los encargados de la gestión científica y tecnológica.

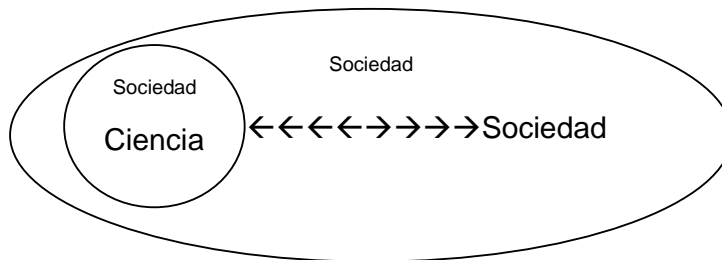
Las diferencias entre los distintos puntos de vista respecto al rol que cumple la ciencia y tecnología en la resolución de cuestiones sociales surgen de la forma en que en cada caso se modela – implícita o explícitamente – este proceso, tal como se presenta en el Gráfico 3.

### Gráfico 3: Modelos básicos de relación Ciencia – Sociedad

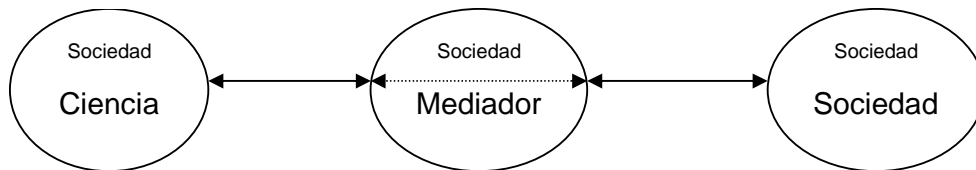
#### 1. Relación “simple”



#### 2. Modelo de “nudo gordiano”



#### 3. Modelo de mediadores



Cada uno de los modelos detectados tiene consecuencias diferentes sobre el diseño de indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología, e incorporan, a su vez, distintas variantes.

### 3.1. Relación “simple”

Aquellas conceptualizaciones que hemos denominado de relación simple entre la ciencia y tecnología y la sociedad parten de la base de cierto determinismo en la relación entre ambos, que va más allá de cualquier mediación. Este proceso asume para algunos características positivas (denominaremos esta postura “visión optimista”) y para otros, consecuencias netamente negativas.

#### 3.1.1. La visión “optimista”

Como se mencionó anteriormente, aquellas voces que apelan directamente a los científicos y tecnólogos, requiriéndoles que incluyan “consideraciones sociales en su búsqueda científica” refieren una visión un tanto simplista acerca del impacto de esta búsqueda.

Por otro lado, ciertas posiciones expresadas por la UNESCO son otro exponente de lo que denominaremos “visión optimista”. Ya en el título de su clásico manual de política científica “El desarrollo por la ciencia”, esta organización relacionaba directamente ciencia y desarrollo, al considerar que si se aplica una adecuada política científica, la ciencia puede encontrar un lugar en los planes de acción para vencer “los obstáculos naturales que se oponen a la prosperidad y desarrollo” de la sociedad.<sup>26</sup>

A su vez, el documento final de la última Conferencia Mundial de la Ciencia de UNESCO sostiene la misma tesis:

“Hoy, más que nunca, no puede haber desarrollo sin ciencia y sus aplicaciones.”<sup>27</sup>

Quienes asumen esta posición, se manifiestan a favor de la necesidad de los países de contar con capacidades endógenas de investigación, como **condición** para la existencia de una posibilidad de desarrollo.

---

<sup>26</sup> UNESCO, 1970, pág. 18.

<sup>27</sup> UNESCO; 1999, párrafo 30. Cabe notar que bajo el acápite “Ciencia en la Sociedad y Ciencia para la Sociedad” esta declaración solamente aborda los problemas éticos relacionados con la práctica científica, dejando de lado toda consideración acerca del impacto social de la ciencia y tecnología.

La visión optimista suele estar enmarcada en paradigmas ofertistas de PCT, en los cuales se apoya a los científicos en su acción con el supuesto de que disponer de investigaciones y nuevos conocimientos en áreas clave permitirá suplir eventuales demandas, las cuales aparecerían cuasi naturalmente.

### **3.1.2. La visión negativa**

Existe otra perspectiva de análisis de la relación entre la ciencia y tecnología y la sociedad, en la cual se plantean los efectos del conocimiento desde una visión negativa. En estos casos, se suele utilizar un criterio nuevamente de relación directa entre la ciencia y su impacto social, en el cual los efectos de la ciencia y tecnología no son positivos, sino tienen consecuencias negativas sobre la sociedad. Entre estas, cabe resaltar el impacto potencialmente negativo de muchas de las “nuevas tecnologías” sobre el empleo, el ambiente y la salud.<sup>28</sup>

Cabe resaltar, sin embargo, a una de las voces más lúcidas en la denuncia de los impactos negativos de la ciencia y tecnología, Riccardo Petrella, quien sostiene que

“Desde mediados de los setenta, la innovación tecnológica ha contribuido cada vez menos al bienestar social de la gente más necesitada a través de todo el mundo (...) ni a las ciudades, regiones o países más pobres y vulnerables. La innovación tecnológica sirvió más bien a los intereses y metas de la gente más poderosa y rica y a las necesidades de ciudades, regiones y países desarrollados”.<sup>29</sup>

Petrella ubica las causas de este hecho no solamente en la naturaleza y las formas de la innovación tecnológica, sino principalmente en los principios ideológicos, políticos y socioeconómicos que gobernaron la innovación tecnológica y científica en los últimos treinta años, en un mundo “conducido cada vez más por el capitalismo de mercado global”.

---

<sup>28</sup> Estos temas, de importancia no menor (así lo reconoce también UNESCO, 1999, párrafo 18), no serán objeto del presente trabajo, y han sido analizado en numerosa bibliografía. En particular, la relación entre tecnología y empleo, puede consultarse a Freeman y Soete (1996).

<sup>29</sup> Petrella, 1998, págs. 283 y 284.



### 3.2. El nudo gordiano

El modelo que hemos denominado de “nudo gordiano” es utilizado por Latour y otros autores. Este modelo no permite diferenciar la ciencia del resto de la sociedad, por lo que resulta netamente inconveniente para la caracterización del impacto social de la ciencia y tecnología. Este punto de vista fue descrito en el párrafo 2.1., por lo que no volveremos sobre ello.

### 3.3. El modelo de mediadores

El punto de vista asumido en este trabajo tiene como eje la necesaria existencia de actores que cumplen el rol de mediadores entre los productores de conocimiento científico y tecnológico y los usuarios / demandantes de éste para su aplicación a la resolución de cuestiones sociales.

En esta línea, Arie Rip sostiene que la asimilación de nuevas tecnologías por parte de la sociedad es un proceso en el cual todo tipo de actores tratan activa o pasivamente de ejercer influencias.<sup>30</sup>

A su vez, Caracostas y Muldur señalan que para el análisis de la relación entre la ciencia y tecnología y las transformaciones sociales debe incorporarse la figura del mediador o traductor, cuya tarea es relacionar a los distintos actores, científicos, ingenieros y agentes del cambio social, en el marco de una sociedad que ha elegido perseguir objetivos compartidos ampliamente y de interés común. Para ello, reconocen la necesidad de construir un **nuevo modelo** de análisis.<sup>31</sup>

Esta idea nos permite reconocer algunas de las causas por las cuales el impacto de la ciencia y tecnología en América Latina parece ser menor que en otras partes: por un lado, la falta o falla de los agentes mediadores. Por otro, las características de las sociedades periféricas, fuertemente fragmentadas, que adolecen de objetivos comunes. El modelo propuesto en este trabajo permitiría abordar el análisis de los agentes mediadores, procurando caracterizarlos y detectar su nivel de actividad y las dificultades que enfrentan

---

<sup>30</sup> Rip, 1995.

en la tarea de involucrar a las actividades científicas y tecnológicas en el cambio social.

El modelo de mediaciones permite incluir nuevos actores en el análisis de la relación entre ciencia y sociedad. Dependiendo del tipo de actor implicado, diferente será el camino por el cual el impacto social de la ciencia y tecnología se llevará a cabo. Con el objeto de poder caracterizar los diferentes caminos posibles, se propone aquí una posible clasificación de actores o procesos de mediación.<sup>32</sup>

1. Mediación del mercado
2. Mediación de la gestión del conocimiento disponible
3. Mediación de la política científica y tecnológica
4. Mediación de la política social.

### **3.3.1. Mediación del mercado: el modelo lineal y sus ampliaciones**

La teoría acerca de la relación entre ciencia, tecnología y desarrollo predominante en la década de 1960 se conoce como “**modelo lineal**”. Como documento liminar de este modelo puede ser considerado el propio Science - The Endless Frontier, de Vannevar Bush, informe datado en 1945 que también es considerado uno de los documentos fundamentales de la política científica y tecnológica. Vannevar Bush sostiene que

“Para alcanzar esa meta (el pleno empleo), deben liberarse todas las energías creativas y productivas del pueblo norteamericano. Para crear más puestos de trabajo debemos hacer nuevos productos, mejores y más baratos. Queremos que haya una multitud de nuevas y vigorosas empresas. Pero los nuevos productos y procesos no nacen plenamente desarrollados. Se fundan en nuevos principios y nuevas concepciones, que a su vez resultan de la investigación científica básica. (...) sin progreso científico, no hay logro en otras direcciones, cualquiera sea su

---

<sup>31</sup> Caracostas y Muldur, 1998.

<sup>32</sup> Como se mencionó anteriormente, podría incluirse también la mediación por los medios de comunicación.

magnitud, que pueda garantizar nuestra salud, prosperidad y seguridad como nación en el mundo moderno.”<sup>33</sup>

El modelo lineal ha sido utilizado para explicar el vínculo entre conocimiento y desempeño económico. En este modelo, el conocimiento es descubierto en universidades, traspasado a las empresas a través de publicaciones, patentes, y otras formas de correspondencia científica, y al consumidor final en forma de producto o servicio. Este modelo representa la innovación como un proceso lineal en el cual el cambio tecnológico depende de, y es generado por, investigaciones científicas previas.<sup>34</sup>

La característica principal del modelo lineal es que el desarrollo, la producción y la comercialización de nuevas tecnologías seguía un curso bien definido en el tiempo, que comenzaba con las actividades de investigación, seguía con una etapa de desarrollo y finalizaba con la producción y la eventual comercialización.<sup>35</sup> Se trataba de un modelo guiado por la oferta científica (*science push*) y en cuya última etapa, después de la fase de comercialización, se encontraba el desarrollo económico y social.

Es interesante resaltar la idea de que la teoría neoclásica de las “fallas de mercado” es un aliado objetivo del modelo lineal, condicionando la acción pública en materia de ciencia y tecnología.<sup>36</sup> Efectivamente, la acción pública inspirada en el modelo lineal solamente está dirigida a paliar las “fallas de mercado”, las cuales se producirían fundamentalmente a partir de la constatación de que la renta privada de la inversión en I+D es menor que la rentabilidad social resultante. La teoría neoclásica, por lo tanto, piensa la política científica y tecnológica fundamentalmente como el apoyo a la investigación básica.

En abierta discusión con la teoría neoclásica, Kline y Rosenberg propusieron en 1986 el modelo interactivo de relación en cadena del proceso de innovación como superador del modelo lineal. El modelo fue adoptado por la OCDE en el

---

<sup>33</sup> Bush, 1999, pág. 98 a 103.

<sup>34</sup> Mahdjoubi, 1997.

<sup>35</sup> OCDE, 1996a, pág. 134.

<sup>36</sup> Caracostas y Muldur, 1998, pág. 135.

informe del Programa de Tecnología / Economía (TEP, OCDE, 1996a) y utilizado como marco conceptual en el Manual de Oslo (OCDE, 1992, OCDE, 1996b) para la medición de la innovación tecnológica.

El informe del TEP señala que:

“Hoy se admite finalmente que el proceso de innovación se caracteriza por interacciones y efectos de ida y vuelta. Los modelos interactivos (...) ponen el acento sobre el rol central de la concepción, sobre los efectos de ida y vuelta entre las fases *hacia delante* y *hacia atrás* del modelo lineal anterior y sobre las numerosas interacciones que ligan la ciencia, la tecnología y la innovación en cada etapa del proceso.”<sup>37</sup>

Efectivamente, este modelo tiende a romper la linealidad en la comprensión del proceso interno de innovación. A partir de su consideración de distintos actores, relacionados íntimamente, elimina la necesidad de focalizar la política de ciencia y tecnología –ahora de innovación- en la investigación básica, dando lugar a acciones e instrumentos que involucran a las empresas “innovadoras”, así como a los vínculos que estas desarrollan con el sistema de producción de conocimiento. El modelo es coherente con el concepto de “Sistema Nacional de Innovación” surgido paralelamente.

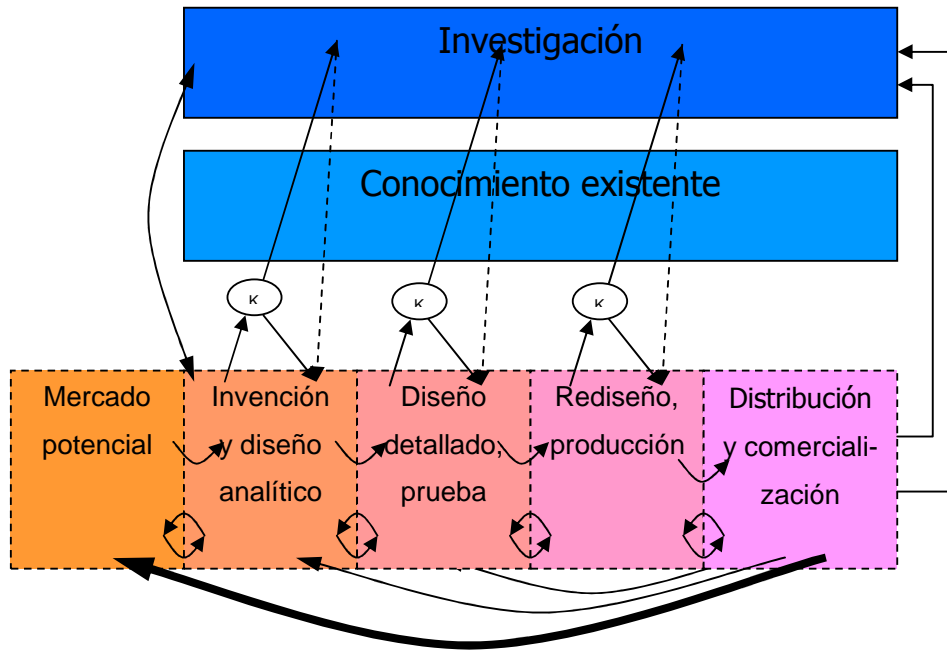
El modelo de Kline y Rosenberg (Gráfico 4) representa las etapas del proceso de innovación dentro de la firma y su relación con el sistema de innovación dentro del cual ésta funciona.

La “cadena de innovación”, cuyo actor central es la firma, comienza con la percepción, dentro de ésta, de una posibilidad o de una invención, basadas en la ciencia y tecnología, seguidas necesariamente por la concepción analítica de un nuevo producto o proceso y su posterior desarrollo, producción y comercialización. En este proceso existen permanentes relaciones de ida y vuelta entre cada una de las fases subsiguientes, pero también entre la fase de relación con el mercado y las distintas etapas de concepción y desarrollo del producto o proceso.

---

<sup>37</sup> OCDE, 1996a, pág. 135.

**Gráfico 4:**



Si bien existe una fuerte relación de la etapa de “inversión y diseño analítico” de un producto o proceso -que se encuentra prácticamente al principio de la cadena- con la I+D, en todas las etapas del proceso de innovación se presentan dificultades técnicas que deben ser resueltas con el aporte de conocimiento científico-tecnológico. Para la solución de estas dificultades en las diferentes etapas, la firma procura, en primera instancia, encontrar respuestas en el conocimiento disponible, a través de agentes mediadores a los que se denomina “nodos K”. Solamente si no encuentra la respuesta de este modo, la firma apela a la investigación, sea ésta básica o aplicada, ya que esta clasificación empieza a perder sentido en el modelo. Una vez encontrada una respuesta y solucionada la dificultad, se pasa a la próxima fase del proceso.<sup>38</sup>

Si bien el nodo K es un agente mediador entre el proceso de producción de conocimiento y su aplicación en la empresa, a nivel macro este modelo identifica como mediador del impacto de la innovación sobre la sociedad al mercado. El impacto social es producido a partir del impacto económico

<sup>38</sup> Para una explicación más detallada de este modelo, consúltese OCDE, 1996a.

(innovación), como se señaló en el apartado 2.3.2. Esta visión puede ser interpretada como una prolongación del modelo lineal, en la cual la innovación tecnológica -punto final del modelo de Rosenberg y Kline- nuevamente produce crecimiento económico y este conduce, automáticamente, a la resolución de ciertas cuestiones sociales.

Si bien en algunos aspectos de lo que se conoce como “calidad de vida” esta conceptualización puede ser válida (aparecen productos nuevos o más baratos que la mejoran), resulta un contrasentido que esta prolongación del modelo lineal siga siendo considerada como válida, aún después de la adopción mayoritaria del modelo en cadena de la innovación. Este último modelo cambió la comprensión del proceso interno de la innovación. Sin embargo, no parece haber cambiado la perspectiva del análisis de las consecuencias de la innovación misma.

Este contrasentido parece surgir del hecho de que, si bien se parte de una idea sistémica de la innovación desarrollada por Freeman o Johnson y Lundvall entre otros, en los procesos de análisis –especialmente cuantitativo- se pierde de vista la necesidad de considerar la existencia de aquellos otros actores que deben contribuir a que la ciencia y tecnología sean incorporadas a la sociedad, los cuales son de hecho los mediadores que hacen posible el impacto social.

### ***3.3.2. Mediación de la gestión del conocimiento disponible***

Los defensores de lo que llamamos la mediación de la gestión del conocimiento, si bien provienen de distintas vertientes teóricas e ideológicas, confluyen en la posición de que las cuestiones sociales pueden resolverse simplemente aplicando conocimiento “disponible”. En este sentido, la construcción de una adecuada estructura de gestión del conocimiento daría mucho más frutos que el esfuerzo de I+D local.

Esta posición es bien conocida en relación con el tercer mundo, pero también Harry G. Johnson, refiriéndose a la resolución de demandas sociales en un

informe de la Academia de Ciencias de EE.UU. a la cámara de representantes en 1965<sup>39</sup> advierte que

“(...) es la naturaleza de nuestras actitudes y de nuestras instituciones políticas y sociales, no el retraso de nuestros conocimientos científicos en la esfera de lo social, lo que es responsable, más que nada, de la existencia de estos problemas.”

Efectivamente, a esto se refiere también Jean-Jacques Salomon, cuando denuncia la existencia de una “ilusión científicista” que promueve la idea de que los problemas sociales pudieran resolverse simplemente incrementando el gasto en I+D de los países:

“... hay una suerte de ingenuidad y de mistificación –llamemos a esto ‘ilusión científicista’- que consiste en creer que los problemas de la salud y, en particular, los del ambiente, podrían resolverse en proporción a las inversiones de investigación científica consagradas a su solución. Los éxitos mismos alcanzados por la tecnología desde hace un cuarto de siglo (...) llevan a pensar (o a hacer creer) que aplicando el mismo esfuerzo a los objetivos de orden social podría obtenerse un rendimiento análogo al de la tecnología nuclear o espacial. De ahí, todos los temas de la ciencia aplicada a los problemas del subdesarrollo o a la curación de los traumatismos provocados, precisamente, por la aceleración de la civilización urbana y del cambio tecnológico.”<sup>40</sup>

Salomon reconoce, sin embargo, que aún así es necesario invertir en estas actividades, privilegiando los objetivos sociales, frecuentemente desatendidos, brindando especial énfasis a las áreas vinculadas con la salud, donde los resultados están más directamente relacionados con la inversión.<sup>41</sup> Sin embargo, sostiene que “aunque los objetivos de carácter social pasasen a ocupar el primer lugar en la jerarquía de las prioridades del poder público, sería

---

<sup>39</sup> Johnson, Harry G., Federal Support of Basic Research: Some Economic Issues, en Basic Research and National Goals: a Report to the Committee on Science and Aeronautics, U.S. House of Representatives by the National Academy of Sciences, Washington D.C., marzo de 1965, citado en Salomon, 1970, pág.79.

<sup>40</sup> Salomon, 1970, págs. 72 y 73.

<sup>41</sup> Ídem, pág. 72.

sorprendente que la ciencia y la técnica resolviesen este tipo de problemas”, tales como la miseria, criminalidad o los conflictos raciales.<sup>42</sup>

Esta posición, basada en la situación política mundial de fines de los años sesenta, es retomada por el mismo autor en 1994, al referirse específicamente a los países “en desarrollo”. En este marco, Salomon defiende la tesis de que no son las nuevas tecnologías “lo que la mayoría de los países en desarrollo necesitan como alta prioridad para satisfacer sus desafíos reales de manera tan rápida y eficiente como sea posible.”<sup>43</sup>

En su reciente Informe sobre el desarrollo mundial 1998/1999, el Banco Mundial afirma en esta misma línea que:

“Desde hace siglos se conoce el tratamiento de enfermedades sencillas como la diarrea, y a pesar de ello millones de niños siguen muriendo a consecuencia de ella porque sus padres no saben cómo evitarlo. (...) El planteamiento del desarrollo desde la perspectiva del conocimiento (...) puede mejorar las condiciones de vida de formas muy diversas, además de elevar los ingresos. (...) El conocimiento nos permite controlar mejor nuestros destinos.”<sup>44</sup>

La palabra clave aquí es *conocimiento*, a diferencia de *investigación*. Desde la perspectiva del Banco Mundial, “en vez de volver a descubrir lo que ya se sabe, los países más pobres tienen la posibilidad de adquirir y adaptar gran parte de los conocimientos ya disponibles en los países más ricos”.<sup>45</sup>

En resumen, esta visión se caracteriza por el hecho de suponer que los problemas sociales pueden ser resueltos a partir de la utilización de conocimiento existente. Para que esta premisa pueda ser tomada como válida, el conocimiento necesario debería poder ser adquirido en el mercado, y su aplicación depender únicamente de su disponibilidad, y no de la propia capacidad de la sociedad para incorporarlo y utilizarlo. Por último, esta visión deja también de lado el hecho de que muchos males sociales, incluyendo

---

<sup>42</sup> ídem, pág. 74.

<sup>43</sup> Salomon, 1994, pág. 11.

<sup>44</sup> Banco Mundial, 1999, págs. 1 y 2.



ciertas enfermedades endémicas, tienen características locales específicas, que impiden su resolución sin la búsqueda de nuevos conocimientos, para lo cual, por otra parte, debe contarse con la estructura y los recursos humanos adecuados.

### **3.3.3. Mediación de la política científica y tecnológica**

En los documentos recientes de política científica y tecnológica de la Comisión Europea, tales como los del Quinto Programa Marco (PM5) y Society, the endless frontier (Caracostas y Muldur, 1998), se ve reflejada una interesante perspectiva en la conceptualización del impacto social de la ciencia y tecnología.

La visión europea, según Caracostas y Muldur, se sustenta en las teorías sistémicas de la innovación, que permiten la “reconciliación” entre la I+D, por un lado, y el crecimiento, el empleo y la calidad de vida, por el otro. Para ello, estas teorías han absorbido el modelo lineal, relativizándolo y llevando más lejos las teorías neoclásicas de las fallas de mercado.

#### **3.3.3.1. Conocimiento y ciencia**

Como se ha visto hasta el momento, en los distintos modelos de impacto social de la ciencia y tecnología conviven también formas diferentes de presentar las prioridades respecto a la utilización del conocimiento o a la creación de éste, es decir, la actividad científica.

Mientras la UNESCO presenta una perspectiva centrada en la **ciencia**, la OCDE se concentró inicialmente primero en la **I+D** y luego en la **innovación**. El Banco Mundial y otros autores citados hacen hincapié en el **conocimiento** y, a su vez, los documentos de la Unión Europea acercan estas perspectivas, separando los tipos de conocimiento necesarios y procurando priorizar la I+D y la innovación para obtener conocimiento útil a la resolución de problemas sociales. Caracostas y Muldur en su clasificación distinguen cuatro tipos de conocimiento:

---

<sup>45</sup> ídem, pág. 2.

- “knowing what” (conocer qué, usualmente llamado información),
- “knowing why” (conocer porqué, usualmente llamado ciencia),
- “knowing how” (conocer cómo, que designa al conocimiento técnico),
- “knowing who” (conocer quién, información para identificar quién cuenta con los otros tipos de conocimiento).

Esta clasificación permite comprender mejor el punto de vista de las distintas corrientes. También permite visualizar que el punto de vista del Banco Mundial se refiere en realidad a los tres tipos de conocimiento que no son ciencia, sino conocimientos de tipo instrumental. La UNESCO, por su parte, basa sus principios fundamentalmente en el tema de la ciencia (“El desarrollo por la ciencia”, UNESCO, 1970). La perspectiva de la Unión Europea pretende ser superadora, incluyendo y diferenciando los distintos tipos de conocimiento científico y tecnológico.

#### 3.3.3.2. *PCT y cuestiones sociales*

A diferencia de aquellos que identifican la solución a los principales problemas sociales únicamente en el campo de la gestión, Caracostas y Muldur sostienen que no se trata solamente de soluciones económicas y políticas, sino también científicas y tecnológicas. Esta posición se basa en el reconocimiento de que el progreso científico y tecnológico aumenta la efectividad y disminuye los costos en actividades tales como la salud, la educación, la construcción de viviendas sociales y aumenta el empleo y la calidad de éste.

En este sentido, señalan que el progreso tecnológico genera nueva riqueza a través de nuevos productos y nuevos procesos, esto es, a través de la innovación tecnológica. El impacto de las innovaciones sobre el crecimiento y el empleo depende de la capacidad de la sociedad para adaptarse a estas innovaciones y a una serie de factores socio económicos e institucionales tales como:

- la estructura del mercado de bienes y servicios;
- la estructura del mercado de trabajo;
- el modelo industrial y su financiamiento;
- el ambiente legal y regulatorio;

- la protección de la propiedad intelectual;
- la competitividad de las firmas;
- el nivel de obstáculos para la diseminación de las innovaciones; y
- las actitudes socio-económicas de las firmas y los consumidores.

A pesar de que los estudios econométricos<sup>46</sup> indican que los beneficios sociales (*social return*) de las inversiones en I+D son muy altos –cercaos al 50%- estos autores sostienen que no es posible contar con un cuerpo de conocimiento teórico y empírico con el cual demostrar, precisa e incontrovertiblemente, los efectos positivos del progreso tecnológico a mediano y largo plazo. Esto se debe, fundamentalmente, a la complejidad de las relaciones entre progreso técnico, crecimiento y empleo, las cuales están estructuradas de formas variadas en el tiempo y de acuerdo a áreas geo-económicas y socio-culturales.

Esta visión está enfrentada a las premisas del modelo lineal. A su vez, aparece como consistente con la idea de que el impacto social de la ciencia y tecnología no es un efecto automático de la I+D, sino el resultado de una compleja mediación de un conjunto -o red- de actores sociales. La innovación tiene, desde esta perspectiva, dos dimensiones distintas, una técnica y otra socioeconómica, las cuales están apuntaladas por una red heterogénea de actores con intereses convergentes.

En esta línea, el rol de las políticas públicas no es solamente corregir las “fallas de mercado”, sino fundamentalmente favorecer la acumulación de factores que den un mayor rendimiento a la sociedad que a los individuos o a las compañías. Esto implica llevar a cabo una política que subsidie la educación, invierta en infraestructura y apoye la investigación y la innovación.

De esta manera, no se plantea que el mercado sea dirigido por el estado, sino que las autoridades públicas deben procurar instrumentar los mecanismos que

---

<sup>46</sup> Caracostas y Muldur citan a Nadiri (1993) “Innovations and Technological Spillovers”, NBER working paper No. 4423, Cambridge. El informe del TEP (OCDE, 1996a) cita un trabajo clásico de Mansfield et al. (1977), “Social and Private Rates of Return from Industrial Innovations”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 77, No. 2.

permitan a los jugadores emerger y tomar forma en una manera en la cual sirva al interés colectivo.<sup>47</sup>

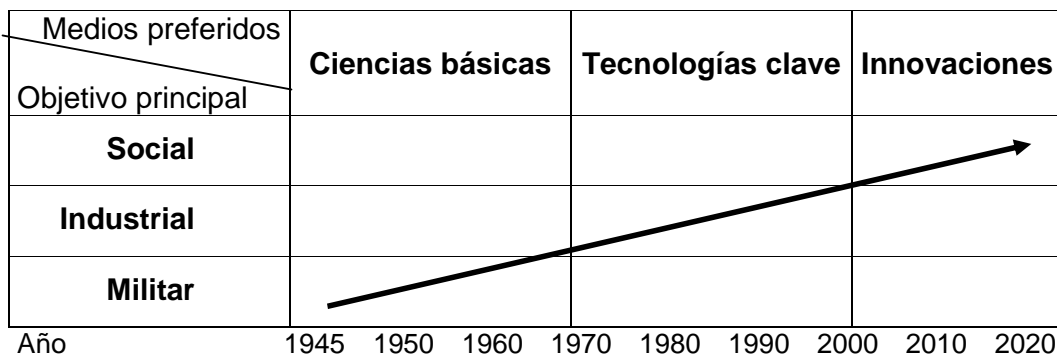
Puede leerse aquí otra forma de analizar el impacto social de la ciencia y tecnología, en la cual, si bien el actor central es la empresa que se desenvuelve en el mercado, el estado cumple un rol fundamental, el de crear las condiciones para que el accionar de las empresas –estimuladas por la innovación- impacte positivamente sobre el resto de la sociedad.

Este punto de vista se centra en la política de ciencia y tecnología. Una correcta orientación de ésta y una adecuada fijación de prioridades, conducirían a investigaciones y acciones de ciencia y tecnología con impacto social.

### 3.3.3.3. Fases y características de la PCT

Caracostas y Muldur señalan que la aparición de la problemática social en la PCT de los países de la OCDE corresponde a una “tercera fase” de ésta. En esta tercera fase la innovación y la sociedad se pondrían “a la par”. Un esquema con la evolución y las tendencias de la PCT en los países desarrollados, según los principales objetivos y medios de cada etapa, se presenta en el Gráfico 5:

**Gráfico 5: Políticas de ciencia, tecnología e innovación en los países de la OCDE.**



Fuente: Caracostas y Muldur, 1998, pág. 17.

<sup>47</sup> Caracostas y Muldur, 1998, pág. 49.

Según este esquema, las PCT de la primera fase estaban basadas en la relación entre defensa y ciencia. Los lineamientos básicos de esta política se correspondían con el modelo lineal y surgieron del manifiesto “Science, the endless frontier” (Bush, 1999). Esta política fue concebida y ejecutada bajo el liderazgo de los Estados Unidos, y adoptada por sus aliados europeos.

La primera fase de la PCT se correspondió con el surgimiento de la “*big science*” y dejó, como una de sus principales herencias, el actual marco institucional para la ciencia y tecnología en la mayoría de los países del entonces “primer mundo”.

La evaluación de impacto en esta fase estuvo prácticamente ausente, y se limitó, en todo caso, a la consideración del propio impacto científico, dando lugar al inicio de los estudios bibliométricos en este sentido.

La segunda fase, en la que la PCT centra su atención en la relación entre industria y tecnología, comienza en los países desarrollados a fines de la década de 1970. Los detonantes del cambio fueron la crisis del petróleo y la constatación del espectacular crecimiento industrial de Alemania y Japón. Estos países no habían establecido como prioritaria la defensa nacional en los años de posguerra y, por lo tanto, habían enfrentado su recuperación industrial con políticas de ciencia y tecnología de características propias y claramente diferenciadas, especialmente en el caso de Japón.

La PCT de segunda fase dirigió sus prioridades hacia el desarrollo de la competitividad y de las *industrias estratégicas*, herederas de las políticas de defensa en la responsabilidad de garantizar la independencia económica y política de los estados nación. El modelo lineal no fue abandonado en lo esencial, y se sumó a la creación de conocimiento la importancia de la diseminación de éste.

En esta fase, como es natural, los aspectos del impacto tenidos en cuenta en los procesos de evaluación fueron el impacto sobre la industria y la contribución a la competitividad.

La tercera fase de la PCT tendría como característica principal el “casamiento” entre la sociedad y la innovación. Los hilos conductores de la PCT serían la preocupación por la calidad de vida y el desarrollo sustentable.

El comienzo de esta tercera fase, ubicado para los países de la OCDE por los autores a mediados de la década de 1990, estuvo íntimamente relacionado con factores tales como la desaparición del bloque comunista y, en consecuencia, de la necesidad política de sobreinvertir en I+D militar; la aparición de una tendencia a la baja del gasto en I+D en los países industrializados; la creciente globalización de la economía y la tecnología; el crecimiento del desempleo estructural y el nacimiento de nuevos valores y preocupaciones sociales; y el creciente descrédito social por las consecuencias de la ciencia.

Caracostas y Muldur señalan que la opinión pública “occidental” reclama ahora a las políticas públicas de I+D e innovación respuestas para sus problemas más urgentes, tales como desempleo, salud y calidad de vida. Sin embargo, los autores sostienen que “inevitablemente, por supuesto, una política de este tipo estará centrada en la innovación, el instrumento preferente del cambio económico y social.”<sup>48</sup>

De esta manera, las políticas públicas en la materia pueden ser “revitalizadas” sin abandonar sus objetivos anteriores. La competitividad industrial deja de ser un objetivo de la ciencia y tecnología para pasar a ser un medio para contribuir al crecimiento, el empleo y la diseminación de innovaciones.

La pregunta central para la PCT pasa a ser “¿Cómo reformar el funcionamiento del sistema nacional de innovación para ayudarle a que se desempeñe mejor?” El rol de los gobiernos será ayudar a la industria a llevar al mercado aquellas innovaciones más beneficiosas para la sociedad. Esto implica la necesidad de desarrollar nuevos mecanismos de evaluación, especialmente *ex ante*, que incluyan técnicas prospectivas para predecir los probables efectos sobre el empleo, el ambiente y la calidad de vida de las decisiones de inversión pública

---

<sup>48</sup> Caracostas y Muldur, 1998, pág. 21. Esta visión acerca este modelo al de “mediación por el mercado”, si bien se diferencia en el énfasis en dirigir o favorecer los resultados de esta mediación, en contra de la postura neoclásica que los deja librados a las propias fuerzas del mercado.

en diferentes áreas científicas y tecnológicas. En dicho proceso, se ampliará también la evaluación de riesgo tecnológico y financiero de estas inversiones.

Surge, en este caso, la necesidad de desarrollar nuevos indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología. Si bien los autores no lo mencionan explícitamente, esta necesidad está incluida en el llamado a nuevos métodos de evaluación, y a la ampliación del ámbito de ésta.

Una visión comparativa de las características de las tres fases de la PCT se presenta en el Cuadro 2:

Cabe señalar que estas tres fases no necesariamente se reconocen en las políticas de ciencia y tecnología de los países de América Latina. La condición periférica de los países y aún más de la PCT con relación a las restantes políticas públicas, generó un escenario en el que el tipo de PCT aplicada depende de factores no relacionados con los objetivos centrales de los estados.<sup>49</sup>

A nuestro entender, si bien Caracostas y Muldur presentan con gran precisión las primeras dos fases de la PCT, el problema de la visión de la tercera fase es que, a pesar de que es presentada como un proceso iniciado, es difícil discernir entre aquello que configura una tendencia existente y aquello que es aún una visión de futuro deseado.<sup>50</sup> De todas maneras, el advenimiento de esta tercera fase de la PCT subraya la necesidad de contar con indicadores que den cuenta del impacto social de la ciencia y tecnología.

---

<sup>49</sup> La caracterización de estas etapas y su comparación con las propuestas por Caracostas y Muldur escapa de los objetivos de este trabajo y quedará para una próxima oportunidad.

<sup>50</sup> En este sentido, los autores sostienen que la Unión Europea (UE) debe crear condiciones para la implementación de las políticas de tercera fase. Efectivamente, el Quinto Programa Marco (PM5) ha empezado a cambiar el discurso en este sentido. Los lineamientos del PM5 incluyen tres programas temáticos que deberán “ayudar a redireccionar el sistema de investigación e innovación europeo hacia el crecimiento social y ecológicamente sustentable, apuntalado por una economía y una sociedad basadas en la información”. Estos tres programas son: - desentrañando los recursos del mundo viviente y del ecosistema; - creando una sociedad de la información *amigable*; - promoviendo el crecimiento competitivo y duradero. Los tres programas horizontales que complementan a éstos se dirigen hacia la consolidación del sistema europeo de investigación e innovación: - confirmando el papel internacional de la investigación europea; - innovación y participación de las PYMEs; - aumentando el potencial humano.

**Cuadro 2:**

<b>Período</b>	<b>1950-75</b>	<b>1975-95</b>	<b>2000-</b>
<i>Objetivo principal</i>	Político	Económico	Social
<i>Factor determinante</i>	Defensa	Competitividad industrial	Empleo y calidad de vida
<i>Escala geográfica</i>	Nacional	Internacional	Mundial
<i>Modelo del proceso de investigación</i>	Lineal	Lineal (creación y disseminación)	Interactivo y sistémico
<i>Elección de medidas</i>	Lideradas por la ciencia	Lideradas por la tecnología	Lideradas por la demanda
<i>Naturaleza de las medidas</i>	I+D básica centrada en el <i>spill-over</i>	I+D precompetitiva y apoyo indirecto a la innovación	Desde I+D dirigida/orientada (incluyendo aspectos socio-económicos) hasta la comercialización de innovaciones
<i>Prioridades: naturaleza y determinación</i>	Político-científica (top-down)	Tecno-industrial (top-down)	Socio-política (bottom-up)
<i>Liderazgo ministerial</i>	Defensa, educación e investigación	Educación e investigación, industria	Coordinación interministerial
<i>Principales tecnologías fomentadas</i>	Nuclear, aeronáutica, química	Electrónica, computación y telecomunicaciones	Ciencias y tecnologías híbridas, combinadas para enfrentar problemas específicos
<i>Implementación</i>	Instituciones de investigación del sector público	Programas de incentivo y cooperación	<i>Task forces</i> , programas y proyectos interdisciplinarios
<i>Métodos de financiamiento</i>	Administrativos	Tecno-administrativos	Tecno-financieros
<i>Método de evaluación de proyectos</i>	Evaluación científica por pares	Evaluación científica por pares y usuarios	Evaluación de aspectos financieros y de impacto socio-económico
<i>Principales criterios de selección</i>	Excelencia científica	Excelencia científica y contribución a la competitividad	Contribución a las necesidades de la sociedad y la industria
<i>Inspiración intelectual</i>	Vannevar Bush (1945)	OCDE, Programas japoneses de VLSI y computadoras de quinta generación	Gibbons-Nowotny, Kodama, Nelson-Lundvall-Freeman, configuración social de la tecnología
<i>Evaluación de medidas</i>	En algunos casos, evaluación de impacto científico.	Evaluación de impacto científico y técnico	Evaluación de impacto socio-económico y monitoreo estratégico continuo

Fuente: Caracostas y Muldur, 1998, pág. 20.

#### 3.3.3.4. Fijación de prioridades para una PCT dirigida a objetivos sociales

Al referirse a los motivos que llevan a los gobiernos a financiar la ciencia y tecnología, Caracostas y Muldur mencionan que

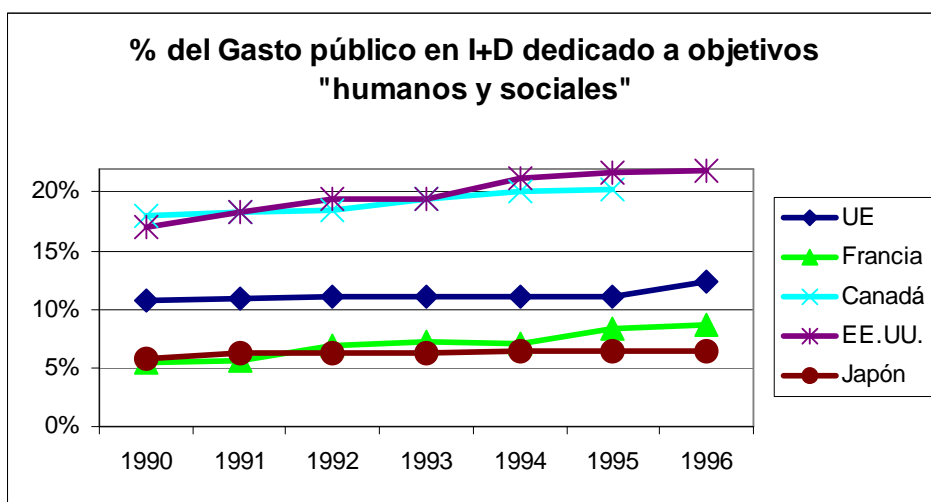


“una aproximación bien conocida pone el acento en objetivos no económicos. Esta aproximación sostiene que la acción pública en esta área no debe ser vista como un simple paliativo para las imperfecciones del mercado. (...) Frente a problemas sociales tales como el número creciente de enfermedades infecciosas o virales, o la contaminación del ambiente, los gobiernos no pueden simplemente mantenerse pasivos y esperar que los mercados decidan si una inversión adicional en esta área es o no provechosa y necesaria.”<sup>51</sup>

El análisis de los indicadores de la OCDE sugiere, según estos autores, que

“una proporción extremadamente grande del gasto en I+D de las naciones industrializadas es dedicada a financiar objetivos sociales y/o políticos”.<sup>52</sup>

**Gráfico 6:**



Fuente: elaboración propia a partir de RICYT (2000), Comisión Europea (1997) y OCDE (2000).

Los autores, que consideran esto como un indicio de que efectivamente se está tendiendo hacia políticas de “tercera fase”, la cual será explicada en el apartado siguiente, dejan de lado el hecho de que en sus cálculos incluyen objetivos tales como “defensa” y “promoción general del conocimiento”, que son característicos de las fases 1 y 2, pero especialmente de la primera. Sin contar estos dos objetivos, el gasto público en I+D de Europa en objetivos

<sup>51</sup> Caracostas y Muldur, 1998, pág. 26.

humanos y sociales ronda el 10%, como se ve en el Gráfico 6. Esta tendencia se condice más con lo expresado por Salomon casi tres décadas antes.<sup>53</sup>

El diseño de una PCT dirigida a objetivos de índole social requiere, en este sentido, un cuidadoso proceso de fijación de prioridades. La OCDE sostiene que

“El establecimiento de prioridades de ciencia y tecnología es esencialmente un proceso político complejo que involucra a muchas personas que interactúan entre sí. No es el caso de “science-pull” o de “demand-pull”, sino de una combinación cambiante de ambos, que es imposible de desagregar con precisión.”<sup>54</sup>

Los procesos de fijación de prioridades relacionadas con lo social deben incluir ejercicios prospectivos, tal como ha ocurrido recientemente en los mayores países de la UE. Los autores utilizan este hecho para afirmar que la existencia de estos ejercicios de prospectiva es prueba de “la aparición de nuevos patrones de políticas nacionales de ciencia y tecnología”.<sup>55</sup>

En resumen, la visión europea considera que es necesario dirigir los esfuerzos de I+D para obtener impacto económico y social. Esto implica que el impacto social de la ciencia y tecnología depende, desde esta óptica, de acciones políticas previas, *ex ante*, que definen la orientación de la I+D.

### **3.3.4. Mediación de la política social**

El enfoque que propone incorporar este trabajo es el de la mediación de la política social. Este modelo se ubica, para medir el impacto social de la ciencia, al final del proceso, es decir, en el momento de aplicación del conocimiento –ya

---

<sup>52</sup> *ídem*.

<sup>53</sup> Salomon, 1970, pág. 72. Cabe señalar que los datos de Estados Unidos y Canadá muestran un valor de alrededor del 20% del gasto público dedicado a estos objetivos.

<sup>54</sup> Citado por Caracostas y Muldur, 1998, pág. 39.

<sup>55</sup> Efectivamente, para la fijación de prioridades en relación con el Quinto Programa Marco (PM5), la Comisión Europea realizó “un proceso sistemático, basado tanto en el análisis y la prospectiva, como en la amplia consulta a los actores y tomadores de decisión.” Para la selección de temas para el PM5 se tomaron en cuenta tres tipos de criterios: - Criterios relacionados con objetivos sociales, tales como mejorar la situación de empleo, promover la calidad de vida y salud, y preservar el ambiente; - Criterios relacionados con el desarrollo

sea generado localmente o importado- a la resolución de las cuestiones sociales. Para ello, se vale del concepto de sistema social de innovación y de la idea de que el proceso mencionado tiene paralelismos claros con la innovación tecnológica, aunque los actores participantes son distintos. Incorpora, asimismo el concepto de innovación en el sector público.

#### 3.3.4.1. *El enfoque de sistemas nacionales / sociales de innovación*

Una definición clásica considera “sistema nacional de innovación” a:

“Todas las partes y aspectos de la estructura económica y del conjunto de instituciones que afectan al aprendizaje, la búsqueda y la exploración”.<sup>56</sup>

Lundvall menciona, además, como subsistemas al sistema productivo, el sistema de mercadeo y al sistema de finanzas. Agrega que la definición del concepto debe ser flexible y quedar abierta con relación a los subsistemas que deben ser incluidos y los procesos que deben ser estudiados en este marco teórico.<sup>57</sup>

Esta definición “flexible” del concepto de sistema nacional de innovación es profundizada por Amable, Barré y Boyer (1997), a partir de la introducción de la idea más amplia de “sistema social de innovación”. Este sistema incorpora otras áreas, tales como el sistema educativo y la propia organización política de la sociedad. Los autores definen inicialmente para su análisis cinco subsistemas principales: ciencia y tecnología, educación, finanzas, relaciones laborales y relaciones entre el estado y la economía.

Haciendo uso de la idea de “innovación social”, es legítimo incorporar un nuevo subsistema, el de “políticas sociales”, cuyo objeto es la resolución de cuestiones sociales. Al analizar este nuevo subsistema, debemos tener en cuenta, como en todo análisis de sistemas de innovación, los actores intervinientes y los flujos de conocimiento y de recursos financieros y humanos.

---

económico y perspectivas científicas y tecnológicas; - Criterios relacionados con el valor agregado de la UE a la actividad.

<sup>56</sup> Lundvall, 1992, pág. 12.

<sup>57</sup> ídem, págs. 12 y 13.

Los actores de este subsistema son tanto públicos como privados, ya que las políticas involucradas también lo son. Los actores de estas políticas serían, entonces:

- Públicos: dependencias estatales encargadas de políticas sociales existentes en los distintos niveles de la administración pública, tanto nacional, como provincial y municipal.
- Privados: generalmente instituciones no lucrativas, como organizaciones no gubernamentales (ONGs) que realizan acciones en el campo de lo social, organizaciones barriales y vecinales, cooperativas, iglesias, organizaciones internacionales, sindicatos, entre otros.

Los flujos involucrados en este subsistema son del mismo tipo que los considerados en todo análisis de la innovación, aunque detentan intensidades y pesos específicos propios.<sup>58</sup>

De esta manera, el análisis del proceso de cambio social llevado a la práctica por actores públicos y privados puede ser entendido como una ampliación al análisis de los sistemas nacionales / sociales de innovación, sin necesidad de violentar los conceptos originales. La incorporación del subsistema de “política social” como sistema de innovación (social) permite delinear estrategias para encontrar indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología desde la perspectiva de la mediación de la política social.

#### *3.3.4.2. La innovación en el sector público*

Desde una perspectiva similar, Adam Holbrook sostiene que el estado, en todo su ámbito, se comporta en muchas ocasiones como un agente innovador, a través de la figura de innovación en el sector público.<sup>59</sup> El propio Manual de Oslo, si bien sostiene que ha sido diseñado para tratar la innovación en el sector privado, admite que “la innovación puede producirse en cualquier sector

---

<sup>58</sup> La caracterización de estos actores y flujos es, como se verá más adelante, objeto de los indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología buscados.

<sup>59</sup> Holbrook, 2000. Este documento es muy reciente y se nutre de las mismas discusiones en el marco de la RICYT que también dieron origen al presente trabajo.

de la economía, incluso en los servicios públicos, tales como la salud o la educación”.<sup>60</sup>

Para Holbrook, el gobierno en todas sus formas puede ser analizado como una industria de servicios altamente regulada. Como cualquier otra industria de servicios, puede mejorar sus niveles de servicio, lo cual implica un beneficio social. Tanto es así que varios gobiernos, entre los que se encuentran los del Reino Unido y Canadá, han declarado que intentan que el gobierno sea más innovador. Por lo tanto, sostiene Holbrook, debe ser posible medir la innovación en el gobierno utilizando encuestas similares a las del Manual de Oslo.

El proyecto de Holbrook está enfocado a ciertos servicios públicos en los que se han detectado a priori innovaciones importantes.<sup>61</sup> Estos serán relevados con encuestas adaptadas del Manual de Oslo enfocadas hacia las cuestiones de las fuentes de la innovación, las barreras a la innovación y los resultados de ésta, con especial énfasis en las mejoras a los procesos.

#### *3.3.4.3. Un modelo para la construcción de indicadores*

En un nivel micro existe un importante consenso en utilizar el modelo “en cadena” propuesto por Kline y Rosenberg<sup>62</sup> para representar los procesos que ocurren dentro de los sistemas nacionales/sociales de innovación y, más específicamente, los procesos de innovación tecnológica en la empresa. Este modelo es utilizado también para identificar las variables a ser medidas al abordar encuestas nacionales, regionales e incluso locales de innovación tecnológica.

---

<sup>60</sup> OCDE, 1996b, pág. 135.

<sup>61</sup> Los sectores seleccionados por el proyecto canadiense son la Secretaría de Pesca, que ha desarrollado un sistema de marcado de Salmones, el Ministerio de Industria, con su sistema de subasta en línea del espectro radiofónico, la Dirección de Impuestos, con su sistema de asesoría telefónica gratuita, el órgano de Desarrollo Económico del Oeste, con sus “Quioscos de servicios en línea para empresas” y el Ministerio de Trabajo, con su bolsa de trabajo en línea. Predominan, como se ve, las tendencias hacia el “*e-government*”.

<sup>62</sup> OCDE, 1996a. Este modelo es reseñado en el apartado 3.3.1. del presente trabajo.



Complementariamente, también la relación de este proceso con las instituciones del conocimiento puede ser considerada en forma análoga al modelo de Kline y Rosenberg. Esto implica que, en cada fase del proceso ante la aparición de *dificultades tecnológicas* en el diseño de la acción, los actores recurren, en primera instancia, al conocimiento existente para la solución de los problemas de distinta naturaleza. En el caso de no encontrar una respuesta en ese *pool de conocimiento existente*, las instituciones deber recurrir a la I+D.

La utilización del término *dificultades tecnológicas* no implica suponer que estas corresponden únicamente a tecnologías llamadas “duras”. En gran medida, es posible que estas dificultades estén más bien relacionadas con requerimientos de conocimiento de índole social para su solución.

En particular, al inicio del proceso de diseño de la acción, aparece una necesidad más importante de conocimiento social, relacionado con la capacidad de la institución responsable de la política para diagnosticar el problema a solucionar, teniendo especial cuidado en detectar con la mayor precisión posible su naturaleza y amplitud.

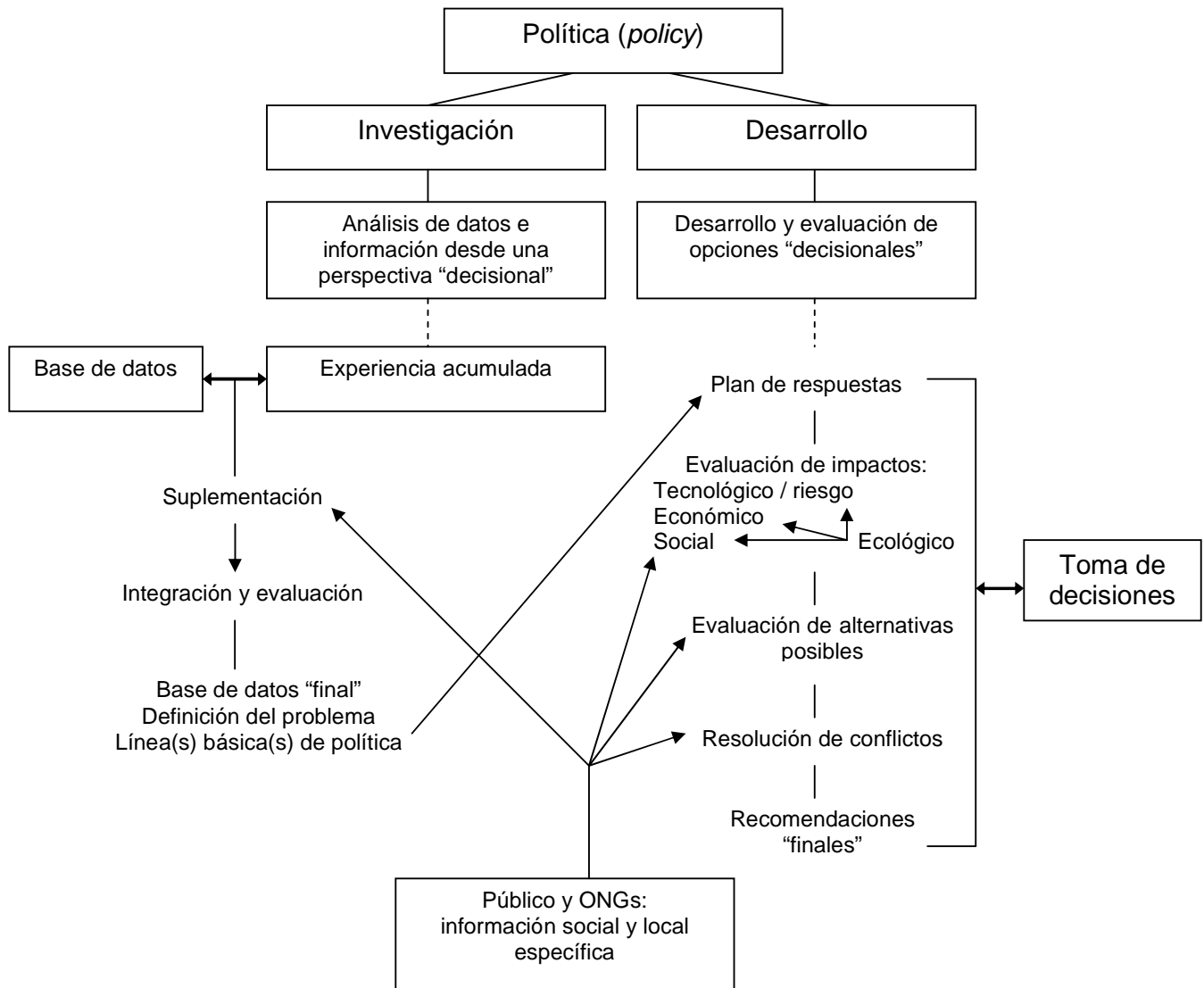
Una forma de analizar la fase de diseño de la acción social es utilizar para ello el modelo de “Investigación y desarrollo de políticas” (*Policy R&D*) propuesto por Jaro Mayda (1999). Este autor define la I+D de políticas como la “selección e integración de datos e información relevantes y la traducción de este conocimiento a la perspectiva y el lenguaje de la toma de decisiones”.<sup>65</sup>

El modelo de Mayda (Gráfico 8) describe la relación entre la política, la investigación y el desarrollo. La investigación y el desarrollo aparecen fuertemente interrelacionadas, si bien el autor propone analizarlas por separado. Este modelo daría una buena visión de lo que ocurre en el momento de vínculo entre los actores de las políticas sociales y el subsistema de conocimiento. Podría ser visto, en particular, como un modo de funcionamiento posible para los nodos “K”.

---

<sup>65</sup> Mayda, 1999, pág. 398.

**Gráfico 8: El modelo de I+D de políticas**



Fuente: Mayda, 1999, pág. 399.

Si bien, como se ha dicho, el proceso interno en los actores encargados de la aplicación de conocimiento a la esfera de lo social difiere del “ciclo de vida de la innovación tecnológica”, representado en el modelo citado, la lógica de encadenamiento, con *idas* y *vuelatas* entre cada etapa, puede ser pensada de manera similar. Las principales *idas* y *vuelatas* se registran durante el proceso de diseño (desarrollo) y entre la aplicación (resolución) y el diseño. En este sentido, la implementación de la acción social naturalmente implica una nueva



capacidad de diagnóstico y de rediseño de la acción, con el objeto de “afinar” su aplicación.

La perspectiva de Holbrook, si bien es aplicada en sectores de gobierno distintos a los propuestos para el caso de los países de América Latina, también da luz acerca de la validez del enfoque utilizado.

La utilización del modelo de “mediación por la política social” permite el desarrollo de metodologías y nuevos indicadores para la medición de estos aspectos del impacto social de la ciencia y tecnología, que involucran a actores públicos y privados que tienen como objetivo atender demandas sociales.

#### **4. Problemas de la medición del impacto social de la ciencia y tecnología**

Como se ha dicho, el marco en el cual se concibe la medición del impacto social de la ciencia y tecnología es netamente *policy oriented*. Contar con indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología, de acuerdo con la definición propuesta en el apartado 2.1., dará a los tomadores de decisiones en el área herramientas para responder a dos preguntas clave:

¿Por qué la sociedad debe invertir en investigación científica y tecnológica? y

¿Qué política científica y tecnológica debe implementarse con el objeto de maximizar el impacto social de esa inversión?

La primera pregunta es aquella con la que el responsable de la política científica y tecnológica de un país se enfrenta para la asignación de recursos para el sector. La respuesta a esta pregunta requiere, habitualmente, argumentos contruidos sobre creencias, razones ideológicas o principios a priori. La posibilidad de contar con indicadores específicos que permitan reemplazar estos argumentos por datos empíricos que habiliten la realización de generalizaciones “objetivas” (con el apoyo de herramientas estadísticas o econométricas) brinda un renovado poder de negociación al área científico-tecnológica. A su vez, el análisis de la ciencia y la tecnología desde el punto de vista de su impacto social permitirá debatir con los abanderados de los puntos de vista cortoplacistas que sostienen la inutilidad del esfuerzo científico, mientras levantan banderas de corte asistencialista.<sup>66</sup>

La segunda pregunta, referida al contenido de las políticas de ciencia y tecnología, podrá ser respondida a partir de un mayor conocimiento de qué tipo de investigaciones producen resultados de mayor impacto social, así como de

---

<sup>66</sup> Se encuentran aquí posturas de distinto grado de radicalización, desde posiciones directamente “anticientíficas”, pasando por aquellas que sostienen la posibilidad de adquirir en el mercado todo el conocimiento necesario, hasta aquellas que sostienen que con la inversión que un país hace en ciencia se podrían financiar numerosos programas de alimentación infantil, por ejemplo.

qué tipo de conocimiento es demandado por los actores dedicados a la resolución de cuestiones sociales.

Los impactos de la ciencia y tecnología sobre distintos aspectos de la sociedad, en sus múltiples dimensiones, han sido tenidos en cuenta, en forma explícita o implícita, en la formulación de estrategias de política científica y tecnológica (PCT), desde la aparición misma de estas políticas. Esto se ha registrado tanto en los Estados Unidos, la Unión Europea y los países desarrollados nucleados en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), como América Latina, con el influjo de la UNESCO y la OEA, organizaciones internacionales que fomentaron la aparición y el desarrollo de las políticas de ciencia y tecnología en estos países.

La presencia de estos impactos en la formulación de PCT se verifica al analizar los distintos modelos teóricos construidos en el marco de los estudios sobre PCT a través del tiempo, que sirvieron de base para las formulaciones de políticas públicas específicas en los distintos países y regiones.

A partir del auge de los procesos de medición de la ciencia y tecnología, cuyo hito inicial es la primera versión del Manual de Frascati presentada por la OCDE en 1963, las metodologías desarrolladas para la construcción de indicadores de ciencia y tecnología fueron coherentes con estos modelos teóricos. Por lo tanto, intentaron incorporar paulatinamente la medición de los impactos en sus diseños metodológicos y en las publicaciones internacionales de indicadores de ciencia y tecnología.

Sin embargo, de todas las dimensiones posibles del impacto, el impacto social de la ciencia y la tecnología no ha sido -hasta el momento- definido de manera consensuada, ni por la comunidad académica dedicada a la PCT o a los estudios cuantitativos de la ciencia y tecnología, ni por los organismos internacionales. Consecuentemente, tampoco se han propuesto estrategias o modelos para su medición. El presente trabajo pretende constituirse como un aporte en este sentido.

#### 4.1. Perspectivas de la medición

Al reflexionar acerca de la medición del impacto social de la ciencia y tecnología, una de las dificultades iniciales que se afronta es la diferente estrategia que se puede adoptar, dependiendo del nivel de análisis utilizado. La idea de que el resultado de los procesos de medición debe ser un conjunto de indicadores que apoye la toma de decisiones, surgida del interés orientado en la política (*policy oriented*) que subyace a este trabajo y nutrida en la tradición de la *cienciometría*<sup>67</sup>, requiere la adopción de una perspectiva macro. Sin embargo, hasta el momento las experiencias de medición en este sentido han optado por enfoques micro, fundamentalmente debido a la dificultad de encontrar indicadores macro.

Desde la perspectiva de Kostoff, en los procesos de evaluación de ciencia y tecnología existen tres preguntas clave, implícitas o explícitas, relacionadas con el impacto de la investigación y su medición:

- “1) ¿Cuál ha sido la amplitud de los impactos a largo plazo de investigaciones realizadas en el pasado?
- 2) ¿Cuáles han sido el éxito y los impactos de investigaciones realizadas recientemente?
- 3) ¿Cuál es el conocimiento que se proyecta ganar de la investigación propuesta, qué tipo de beneficios se podrían obtener y cuál es la probabilidad de que estos resultados a largo plazo puedan ser obtenidos?”<sup>68</sup>

Kostoff se establece claramente en un nivel micro, al hablar de “investigaciones”, es decir, hechos puntuales. Al plantear la tercera pregunta adopta, a su vez, una perspectiva ofertista, nutrida de la doctrina impuesta por el Manual de Frascati.

---

<sup>67</sup> Al respecto, véase de Solla Price (1973).

<sup>68</sup> Kostoff, 1998, pág. 6.

Sin embargo, haciendo una relectura de estas preguntas, pueden proponerse cuestiones útiles para ser planteadas en distintos niveles. En el nivel micro, como se ha dicho, las preguntas pueden ser planteadas en la competencia por recursos entre distintos proyectos de investigación, ya que conocer el impacto –potencial- de un proyecto permitiría reducir el índice de incertidumbre en la aplicación de fondos a la I+D. En este nivel, el análisis coincide con las perspectivas de “evaluación de impactos”, para las cuales existe cierto número de enfoques teóricos y metodológicos, los cuales se ubican fuera de los alcances del presente trabajo.<sup>69</sup>

En el nivel meso, la toma de decisiones acerca de qué área disciplinaria debe ser priorizada para el financiamiento de proyectos requiere también información sobre el impacto, potencial y futuro, o realmente alcanzado a partir de casos exitosos del pasado.

En el nivel macro, la competencia por recursos para la ciencia y tecnología, en relación con otras áreas de atención del estado (tales como la salud, la educación o el empleo) ganaría transparencia si fuera posible conocer los beneficios que la ciencia y tecnología puede derramar sobre las áreas del estado directamente dirigidas a la resolución de problemas sociales.

De esta manera, puede relacionarse el impacto social con las principales cuestiones de la política científica y tecnológica, esto es, la asignación de recursos, el establecimiento de prioridades y la evaluación. En otro plano, este problema se refiere a uno de los núcleos centrales de las políticas públicas en general, el necesario y permanente *trade off* entre las distintas políticas del estado.

---

<sup>69</sup> El propio trabajo de Kostoff (1997) contiene una importante sección dedicada a este tema. Desde el punto de vista de América Latina, puede consultarse la obra de Eduardo Martínez y otros centrada en la utilización de metodologías de evaluación multicriterio, por ejemplo los siguientes capítulos de Martínez, Eduardo (ed., 1993), Estrategias, planificación y gestión de ciencia y tecnología, Ed. Nueva Sociedad, Caracas: Barba-Romero, S. “Evaluación multicriterio de proyectos de ciencia y tecnología”; Flament, M. “Evaluación multicriterio de inversión en ciencia y tecnología” y Mendoza, A. “Evaluación multicriterio de proyectos de ciencia y tecnología”. Una evaluación crítica de la bibliografía al respecto se encuentra en Barba-Romero, Sergio (1994), “Evaluación Multicriterio de Proyectos” en Martínez (1994).

Para intentar encontrar respuestas más “objetivas” a las preguntas mencionadas, se hace necesario contar con indicadores de impacto de la ciencia y tecnología, es decir, indicadores que tomen en cuenta las consecuencias a largo plazo de las investigaciones, los desarrollos y del propio conocimiento científico y tecnológico generado por éstas, abandonando el enfoque micro propuesto por Kostoff.

Las metodologías de uso corriente para la medición del impacto de las políticas públicas no pueden ser trasladadas directamente al campo del impacto social de la ciencia y tecnología, ya que no se puede tomar linealmente la pregunta planteada por Oszlak y O'Donnell:

“Dado X cambio en cierta característica Z, ¿qué proporción de ese cambio podemos atribuirle causalmente a políticas estatales, a políticas privadas y a otros factores ajenos a unas y a otras?”<sup>70</sup>

La pregunta análoga, acerca de cuál es la proporción de un cambio social atribuible a los efectos de la investigación y del conocimiento científico y tecnológico, no puede ser respondida sin considerar las mediaciones existentes entre la producción u obtención de conocimiento científico y tecnológico y su aplicación a la resolución de problemas de índole social.

Son precisamente las dos primeras preguntas de Kostoff las que dan pie a la pregunta que debe plantearse al usuario del conocimiento, es decir, ¿de dónde proviene éste? El modelo de mediación de la política social, presentado en el capítulo anterior, permite darle un nuevo enfoque al problema del impacto social de la ciencia y tecnología, ayudando a caracterizar los senderos recorridos por el conocimiento y poniendo el peso sobre la demanda.

Previo a la presentación de un nuevo conjunto de indicadores de impacto social en el próximo capítulo y con el objeto de definir las posibles estrategias para la medición, analizaremos los marcos conceptuales utilizados para la medición de la ciencia y tecnología en general, y luego las experiencias existentes en el caso específico del impacto social.

---

<sup>70</sup> Oszlak y O'Donnell, 1995, pág. 124.

## 4.2. Marcos conceptuales para la medición de la ciencia y tecnología

La OCDE define a los indicadores de ciencia y tecnología como

“series de datos diseñadas para responder preguntas sobre el sistema de ciencia y tecnología, su estructura interna, su relación con la economía, el medio ambiente y la sociedad, y la medida en que satisface las metas de quienes lo administran, trabajan en él o están afectados de alguna otra manera por sus efectos”<sup>71</sup>.

A partir del surgimiento de los estudios cuantitativos sobre la ciencia y tecnología, de los cuales se considera como pionero a Derek de Solla Price, se desarrollaron en el marco de la OCDE y la UNESCO desde la década de 1960 numerosas normas internacionales en el campo de los indicadores de ciencia y tecnología.<sup>72</sup> A pesar de ello, no existen tales normas para la medición del impacto social de la ciencia y tecnología, ni como parte de la “familia Frascati”, ni en el marco de las actividades de normalización de la UNESCO u otras organizaciones internacionales.

La ausencia de normas internacionales en el área específica del impacto social puede ser explicada a partir de dos hipótesis complementarias, relacionadas con los marcos conceptuales vigentes en materia de indicadores de ciencia y tecnología.

La persistente utilización como marco teórico por la OCDE en sus trabajos de indicadores del “modelo lineal”, hizo durante mucho tiempo innecesaria la medición de parámetros de impacto, ya que el propio modelo daba por descontada la existencia de dicho impacto, de forma determinada. De hecho, la aplicación del modelo lineal determinó que se utilizaran indicadores que miden los *inputs* de la I+D, o bien sus productos, como *proxy* -y sustitutos- de los impactos.

---

<sup>71</sup> OCDE, 1998, pág. 80.

<sup>72</sup> Hay que destacar en este proceso la actuación también pionera de Christopher Freeman.

Esta teoría es precisamente la que enmarca conceptualmente el Manual de Frascati (OCDE, 1993), cuya primera versión fue realizada en 1963. El propio manual sostiene que

“Las administraciones, interesadas en el crecimiento económico y en la productividad, confían en las estadísticas de I+D como una forma posible de indicador del cambio tecnológico.”<sup>73</sup>

Esta relación directa, de alguna manera unidireccional y sustitutiva, en la que la medición de la I+D aproxima y de hecho reemplaza la consideración directa del “cambio tecnológico” es justamente propia del modelo lineal, tal como se señaló más arriba. Para conocer el cambio tecnológico, situado al final de la línea, el Manual de Frascati propone que alcanza con establecer la magnitud de la I+D y, en particular, de sus insumos.

Las directrices de este manual siguen siendo las principales guías para la construcción de indicadores de ciencia y tecnología. Para Hebe Vessuri, el Manual de Frascati es

“el intento normalizador más importante llevado a cabo por un organismo internacional, a fin de conseguir un lenguaje común acerca de las actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología, y proceder a una medición, lo más uniforme posible, de las tareas de Investigación y Desarrollo (I+D)”.<sup>74</sup>

A partir de la década de 1990, el modelo lineal perdió actualidad. Si bien la aplicación del modelo de relación en cadena cambió profundamente las prioridades en la medición de la ciencia y tecnología, cambiando el eje de los *inputs* de la I+D a la innovación tecnológica, no ha tenido consecuencias significativas en la consideración, por parte de los organismos internacionales, del impacto social de la ciencia y tecnología.

En los países desarrollados, y especialmente en aquellos pertenecientes a la OCDE, las cuestiones sociales ya habían abandonado los lugares centrales de

---

<sup>73</sup> OCDE, 1993, pág. 18.

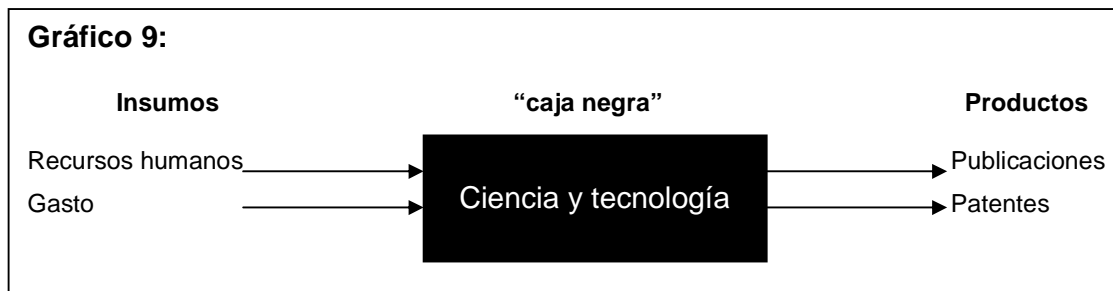
<sup>74</sup> Vessuri, 1991, pág. 66.



la agenda política.<sup>75</sup> Largos años de estado de bienestar generaron un alto nivel de vida en la población -o aunque más no sea en las mayorías- de los países industrializados. No existió, por lo tanto, un interés político en abordar la medición de impacto social de la ciencia y tecnología y el énfasis fue dirigido a la conceptualización y medición de la innovación tecnológica.<sup>76</sup>

Complementariamente, el hecho de que los trabajos teóricos en el área de los indicadores de ciencia y tecnología han analizado habitualmente a ésta como una **caja negra**, que se nutre de insumos *-inputs-* y produce productos *-outputs-* (Gráfico 9), redujo las posibilidades de considerar su impacto, ya que éste se encontraría en un ámbito demasiado alejado de esta *caja*.

“Para los cientometristas, la ciencia puede visualizarse como un proceso de insumos-productos: ciertos recursos (...) alimentando una ‘caja negra’, de donde emergen ciertos productos como resultado de los insumos.”<sup>77</sup>



Esta concepción de la ciencia y tecnología se sustenta en un marco teórico proveniente de distintas disciplinas. Se trata de una concepción *economicista*, íntimamente relacionada con la *sociología de la ciencia de raíz mertoniana*.

En primer lugar, Mario Albornoz resalta la **concepción economicista** de la ciencia que trasciende esta definición:

<sup>75</sup> Una excepción a esta tendencia son algunos documentos de la Unión Europea, tales como el ya citado de Caracostas y Muldur (1998).

<sup>76</sup> Ver OCDE, 1996a y 1996b.

<sup>77</sup> Velho, 1994, pág. 309.

“Los grupos de indicadores más comúnmente desarrollados (...) tienen que ver con el concepto de ‘producción’ y, en el fondo, reflejan la matriz insumo-producto.”<sup>78</sup>

La otra concepción teórica en la que se enmarcan los trabajos en el área de indicadores de ciencia y tecnología es cercana a las posturas que, desde la **sociología de la ciencia**, corresponden a la corriente clásica de esta disciplina, liderada por Robert K. Merton en Estados Unidos.

Varios sociólogos que adhieren a los preceptos de la “nueva sociología de la ciencia” o “sociología del conocimiento científico” relacionan la idea de caja negra con la representación de la ciencia desde una perspectiva “externalista” por parte de la sociología de la ciencia tradicional. En este sentido, son numerosas las voces que señalan que esta caja negra contiene los aspectos cognitivos de la ciencia, vedados a los sociólogos.<sup>79</sup> Esta idea es llevada hasta el extremo de señalar como uno de los objetivos de la nueva sociología de la ciencia precisamente la apertura de esta caja negra.<sup>80</sup>

En esta línea, considerar a la ciencia una *caja negra*, cuya verdadera naturaleza es difícil de abordar, resulta funcional para ciertos análisis y, especialmente, para su medición. Lea Velho resalta que

“la cientimetría es responsable de la conservación del legado mertoniano en los estudios de la ciencia –tanto epistemológica como metodológicamente– aunque muchos cientometristas negarían una influencia directa o cualquier lealtad al paradigma mertoniano.”<sup>81</sup>

No es casual, por otra parte, que Anthony van Raan (1988b) en su introducción al Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology (van Raan, 1988a) señale que, en relación con la producción de indicadores y su relación con la PCT, uno de los trabajos clave (Towards a Metric of Science, the Advent

---

<sup>78</sup> Albornoz, 1994, pág. 135.

<sup>79</sup> Como obra central de la sociología clásica de la ciencia se menciona Merton (1973). Para un panorama acabado de las perspectivas de la sociología de la ciencia, véase Kreimer, 1999.

<sup>80</sup> Véase John Ziman (1986) o particularmente Steve Woolgar (1991).

<sup>81</sup> Velho, 1994, pág. 309.

of Science Indicators – Elkana y otros, 1978) cuenta como coautor precisamente a Robert K. Merton.

Cabe señalar, sin embargo, que esta no es la única interpretación posible de la utilización de la idea de *caja negra* al hacer referencia a la ciencia y tecnología. Desde otra visión, esta propuesta podría ser vista como surgida de un modelo matemático. En el lenguaje de esta disciplina la *caja negra* representa efectivamente una función, que transforma insumos en productos. Esta idea ha sido utilizada también profusamente en la economía, como señalaba Albornoz (1994). Sin embargo, su aplicación a la ciencia y tecnología difícilmente puede haber sido ingenua y no puede desconocer las implicancias sociológicas señaladas.

### **4.3. Experiencias de medición del impacto social de la ciencia y tecnología**

A pesar de la falta de normas internacionales, una serie de propuestas y experiencias puntuales intentaron hacer frente a la necesidad de medición del impacto social de la ciencia y tecnología, desde distintas perspectivas y mediante diferentes conceptualizaciones. Estas experiencias incluyeron, tanto enfoques metodológicos *ex ante*, como *ex post*.

#### **4.3.1. Metodologías *ex ante***

Las metodologías *ex ante* se basan en la consideración del impacto potencial de las tecnologías, la I+D o las políticas de ciencia y tecnología. Como ejemplo, presentaremos en este trabajo:

- la “evaluación social de la tecnología”,
- las “task forces” de la Unión Europea y
- la medición de la oferta de I+D dirigida a la resolución de problemas sociales.

#### *a) Evaluación social de la tecnología*

Por un lado, en 1970 Salomon sostenía que “mostrar que la ‘rentabilidad social de la investigación fundamental en relación con su costo sobrepasa a la

rentabilidad de otros tipos de inversión” es “un cálculo imposible de hacer”.<sup>82</sup> Este planteo no lo exime de la posibilidad de plantear, como aproximación a la medición del impacto, el uso de la “evaluación social de la tecnología”:

“Una forma altamente eficiente de proporcionar a los diseñadores de políticas la información cuantitativa y cualitativa necesarias para una mejor articulación de la ciencia, la tecnología y el desarrollo consiste en alentar la formación de equipos de investigación nacionales y –mejor aún- regionales y desarrollar actividades de evaluación tecnológica en estrecha vinculación con estudios de futuro. (...) el proceso de una evaluación de esta naturaleza (llamémosla evaluación social de la tecnología más que, simplemente, evaluación tecnológica) no depende exclusivamente de los especialistas de cualquier campo determinado. Los que no son expertos tienen algo que decir sobre el tema”.<sup>83</sup>

Esta metodología, dirigida fundamentalmente a la toma de decisión acerca de la transferencia de tecnología, si bien incorpora la idea de apropiación social del conocimiento, limitaría la idea del impacto a la consideración de opciones tecnológicas.

Para Eduardo Martínez, uno de los principales problemas de la evaluación tecnológica es que “ha tendido a traducirse, sin embargo, en análisis de pertinencia general y cálculos de costo-beneficio (de carácter tecnocrático y economicista)”.<sup>84</sup>

El propio Salomon advierte acerca de los riesgos de utilización de estas metodologías:

“Si se hubieran identificado *ex ante* todos los posibles efectos negativos, pocos de los grandes avances técnicos de los últimos tiempos (...) habrían superado la barrera de las reglamentaciones o la resistencia pública. La pregunta de cuál es el nivel de riesgo aceptable no es

---

<sup>82</sup> Salomon, 1970, pág. 77.

<sup>83</sup> Salomon, 1994, pág. 23.

<sup>84</sup> Martínez, 1998, pág. 276.

neutral, y sabemos que la respuesta varía según los intereses del caso.”<sup>85</sup>

En la misma línea que Salomon, Atal resalta la posibilidad de una “elección tecnológica” **ex ante**; para la cual, deja abierta la pregunta de “si debiera haber algún mecanismo de debate acerca de las implicaciones sobre el desarrollo social de una nueva tecnología cuando ésta ingresa a un mercado”.<sup>86</sup>

Las metodologías de este tipo, por otra parte, difícilmente conduzcan a la construcción de indicadores cuantitativos de impacto social de la ciencia y tecnología.

#### *b) Las task forces de la Unión Europea*

Para la identificación de prioridades de investigación en ciertas áreas de importancia clave para la industria y la sociedad europea, la Comisión Europea estableció en 1995 grupos de trabajo (*task forces*) en investigación e industria. Estos grupos analizaron en principio ocho áreas en busca de “proyectos comunes con beneficios para la industria”.

Estos grupos de trabajo buscan respuesta a la pregunta de ¿cómo hacer relevante la investigación financiada con dinero público en términos industriales y sociales? Se trata de un intento de proveer un marco de acción con la participación de los usuarios de la I+D para la asignación de recursos humanos y financieros. El objetivo aparece como generar alternativas tecnológicas y socio-institucionales factibles desde ambos puntos de vista, a partir de las cuales los empresarios europeos puedan conquistar mercados en el ámbito mundial, a través de configuraciones cooperativas y competitivas. En el diseño de las *task forces* se encuentra una inspiración en las propuestas de Gibbons, en el sentido de que serían éstas las encargadas de identificar los problemas que los grupos transdisciplinarios y pluriactorales deberían abocarse a solucionar.

---

<sup>85</sup> Salomon, 1994, pág. 26.

<sup>86</sup> Atal, 1996, pág. 171.

Con relación a estas *task forces*, Caracostas y Muldur señalan que las estrategias *ex ante* solamente permiten evaluar la eficacia de la acción en ciencia y tecnología, entendida como la correcta elección entre distintos objetivos y prioridades. La efectividad, por su parte, entendida como el impacto real de esta elección, requiere del desarrollo de nuevos instrumentos de medición y análisis.

*c) La oferta de I+D dirigida a la solución de problemas sociales*

La consideración de la oferta de I+D dirigida a la solución de los problemas sociales es el camino elegido por la UNESCO y la OCDE para abordar la relación entre ciencia y tecnología y cuestiones sociales.

Tanto el Manual de Frascati, bajo el concepto de “objetivos socioeconómicos” (Cuadro 3), como la UNESCO, bajo el nombre de “campos de aplicación” (UNESCO, 1984), se proponen relevar información acerca del objetivo de la I+D, desde el punto de vista de su potencial utilización.

**Cuadro 3: Objetivos socioeconómicos**

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Desarrollo de la agricultura, silvicultura y pesca</li><li>2. Promoción del desarrollo industrial</li><li>3. Producción y utilización racional de la energía</li><li>4. Desarrollo de las infraestructuras<ol style="list-style-type: none"><li>4.1. Transportes y telecomunicaciones</li><li>4.2. Ordenación urbana y rural</li></ol></li><li>5. Control y protección del medio ambiente<ol style="list-style-type: none"><li>5.1. Prevención de la contaminación</li><li>5.2. Detección y tratamiento de la contaminación</li></ol></li><li>6. Salud (excluida la contaminación)</li><li>7. Desarrollo social y servicios sociales</li><li>8. Exploración y explotación de la tierra y de la atmósfera</li><li>9. Promoción general del conocimiento<ol style="list-style-type: none"><li>9.1. Progreso de la investigación</li></ol></li><li>10. Espacio civil</li><li>11. Defensa</li></ol> |
|--|

Fuente: OCDE, 1993, pág. 102

Entre los objetivos socioeconómicos, o los campos de aplicación, solamente una minoría responde a cuestiones sociales. En el caso de la OCDE, solamente se destacan en esta área los objetivos de “Desarrollo social y servicios sociales” y “Salud”, de entre los once propuestos. El nivel de

agregación de estos objetivos es, como puede verse, demasiado alto, por lo que se hace imposible diferenciar con detalle en qué medida se pretende responder a necesidades sociales concretas.

Las metodologías propuestas por la OCDE y UNESCO en este campo reflejan una perspectiva netamente ofertista. Los actores sociales no cumplirían, desde este punto de vista, un rol dinámico, sino que serían meros receptores de la oferta de investigaciones.

Debe tenerse en cuenta, por último, que la declaración de objetivos socioeconómicos de la investigación solamente habla, en todo caso, de la intención del investigador acerca de un potencial impacto de sus investigaciones, pero no predica, de ninguna manera, acerca del impacto social real.

Una metodología análoga, en este caso basada en los productos de la I+D y no en los insumos, es el análisis bibliométrico que proponen Nederhof y van Wijk (1999), dirigido especialmente a la detección de “relevancia social” en ciencias sociales. El término relevancia podría ser usado, a los efectos de este trabajo, como un sinónimo de “impacto potencial”.

La metodología propuesta por Nederhof y van Wijk intenta detectar “tópicos” de relevancia social, para lo cual deben cumplir con una serie de condiciones, entre las cuales se puede citar el hecho de que respondan a necesidades o problemas sociales y no personales o se refieran a instituciones sociales concretas, categorías sociales, grupos de individuos o la sociedad en general, temas sociales contemporáneos o enfermedades serias con severos impactos negativos sobre la sociedad.

Una vez contruidos los tópicos, estos autores analizan las palabras que componen los títulos de las publicaciones de ciertas instituciones, con el objeto de establecer la frecuencia de aparición de los distintos tópicos y el impacto (bibliométrico) de las distintas publicaciones involucradas. Este proceso permitió, en el trabajo citado, identificar las instituciones universitarias holandesas cuya producción científica tenía mayor relevancia social, y por lo

tanto cuya oferta de conocimientos y de investigación tenía el mayor impacto social potencial.

#### **4.3.2. Metodologías ex post**

Para explicar la importancia de la variable *tiempo* en la medición del impacto de la I+D, Kostoff señala que:

“En organizaciones que fomentan investigaciones básicas, la evaluación de impacto debería ser estructurada para identificar impactos que hayan ocurrido varias décadas después de que la investigación es realizada. Las razones para esto son dobles. En primer lugar, los impactos de la investigación básica sobre las misiones organizacionales, tales como sistemas y operaciones, pueden tomar décadas antes de que se produzcan. En segundo lugar, estos impactos sobre misiones organizacionales proveerán datos para modelos predictivos que relacionan los resultados de la evaluación de la investigación con los impactos sobre las misiones organizacionales.”<sup>87</sup>

Las metodologías *ex post* de apreciación del impacto social de la ciencia y tecnología no pueden ser tomadas directamente de aquellas utilizadas rutinariamente para la medición del impacto de las políticas públicas o aún de los proyectos de inversión. Esto se debe, fundamentalmente, a la distancia que separa el producto de la investigación científica y el cambio social. La relación entre ambos se produce únicamente si existe una compleja red de actores que los vincule y haga posible el impacto.

Kostoff reconoce las debilidades de las metodologías *ex post* o “retrospectivas” de evaluación del impacto, especialmente a partir del hecho de que

“existe poca literatura que provee de bases para la predicción de qué programas y propuestas de investigación tendrán el impacto deseado. (...) La credibilidad y predictibilidad de estas técnicas de evaluación son tópicos maduros para investigación. Se requeriría un sistema de

---

<sup>87</sup> Kostoff, 1997, pág. 10.



seguimiento a largo plazo de productos de la investigación para recoger los datos necesarios. (...) Mientras un sistema de este tipo no proveería respuestas absolutas, ya que el seguimiento de los modos informales de comunicación del conocimiento sería casi imposible de realizar, proveería una imagen mucho mejor del impacto de la investigación y de su predictibilidad que la que existe actualmente.”<sup>88</sup>

En ese mismo trabajo, Kostoff describe distintas experiencias existentes en EE.UU. en el campo de la evaluación del impacto. Las experiencias efectuadas con métodos retrospectivos y que toman en cuenta los impactos sociales o “impactos indirectos” pueden ser de dos tipos. Uno comienza con una tecnología o un “sistema” exitoso e intenta identificar, “hacia atrás”, los eventos críticos de I+D que condujeron al producto final. El otro tipo de experiencia comienza con un subsidio de investigación otorgado y efectúa el seguimiento “hacia delante”, intentando identificar los impactos. Kostoff considera que el método “hacia atrás” es más útil, por dos razones:

“1) los datos son más fáciles de obtener, ya que el seguimiento hacia delante es esencialmente imposible para investigaciones que evolucionan, y 2) los patrocinadores tienen poco interés de examinar investigaciones que pueden haber ido a ninguna parte.”

Cabe señalar, sin embargo, que una de las dificultades existentes en la utilización de estos estudios es la necesidad de definir los criterios de “éxito” y de “evento crítico”.

Las experiencias reseñadas son las siguientes:

- a) Proyecto “Hindsight”. El Proyecto Hindsight fue un estudio retrospectivo realizado por el Departamento de Defensa en los años sesenta para identificar los factores gerenciales relevantes para garantizar que los programas de I+D sean productivos y que sus resultados sean utilizados. Para ello, se rastrearon los puntos críticos de I+D, a partir del análisis de

---

<sup>88</sup> ídem.

veinte sistemas de armas. Se trataba de un estudio netamente “hacia atrás”.

- b) Estudios “TRACES” (“huellas”). En 1967, la National Science Foundation (NSF) inició un estudio para buscar en forma retrospectiva los eventos clave que llevaron a un cierto número de innovaciones tecnológicas mayores. A este estudio le siguió cierto número de trabajos posteriores, con una metodología similar. Uno de sus objetivos fue proveer información acerca del rol de los distintos mecanismos, instituciones y tipos de I+D necesarios para una innovación tecnológica exitosa. Al igual que en el caso anterior, se trató de un estudio “hacia atrás”.
- c) Estudios “Accomplishment” (“de éxitos”). Fueron realizados a partir de proyectos de alto impacto seleccionados especialmente de aquellos financiados por DARPA y por el Departamento de Energía. Tuvieron como objetivo identificar las causales del éxito y del impacto de estos proyectos. La metodología utilizada fue del tipo “hacia delante”.

Kostoff también propone un método de “modelo de red”, aunque limita los nodos de la red únicamente a áreas del conocimiento, sin tener en cuenta la posibilidad de incluir actores sociales.

Todos estos métodos retrospectivos tienen como defecto central su condición de “anecdóticos”, y el hecho de que resulta prácticamente imposible construir indicadores cuantitativos a partir de ellos. Ya en su momento Salomon criticó fuertemente estos métodos, restándoles toda capacidad explicativa.<sup>89</sup>

---

<sup>89</sup> Salomon, 1970, págs. 100 a 104.

## **5. Un sistema de indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología**

En América Latina el impacto social de la ciencia y tecnología es un problema central, tanto porque restan aún numerosas cuestiones sociales para solucionar, como porque tampoco está aceptado socialmente que la ciencia y tecnología sea vital para la resolución de problemas (económicos y sociales).

En este marco, Isabel Licha llega a sostener que:

“Las ‘estadísticas del desarrollo’ fueron definidas como ‘el cuerpo básico de datos cuantitativos usado para comprender el proceso de desarrollo; el diagnóstico de necesidades; la medida del cambio; la formulación de objetivos y metas; y la evaluación del desempeño’. En tal sentido, las estadísticas en ciencia y tecnología deben ser consideradas como parte integral de las estadísticas del desarrollo. (...) Los indicadores endógenos del desarrollo científico y tecnológico (...), dados los urgentes objetivos de desarrollo económico y social de los países periféricos, deben ser indicadores del impacto de la ciencia y tecnología en la sociedad. (...) La ciencia y tecnología tienen, en los países en desarrollo, misiones estratégicas que cumplir.”<sup>90</sup>

Al considerar propuestas para la medición del impacto social de la ciencia y tecnología en América Latina, no debe dejarse de lado la necesidad de tener en cuenta las características particulares de las sociedades periféricas, en especial las dificultades de diversa índole de los actores sociales para apropiarse del conocimiento, ya sea transferido del exterior, o producido localmente.

Una primera pregunta que podría hacerse en este ámbito es si existe una correlación entre el nivel de desarrollo científico y tecnológico de un país y el grado de avance en la resolución de las demandas sociales básicas.

Una segunda pregunta versa acerca de la existencia y las características de la oferta de investigaciones dirigidas a la resolución de problemas sociales, así como de una PCT destinada a favorecer la existencia de esta oferta.

---

<sup>90</sup> Licha, 1994, pág. 358.

La tercera pregunta está relacionada con la demanda y efectiva utilización de conocimiento científico tecnológico en la resolución de cuestiones sociales.

Las respuestas –cuantificadas- a estas tres preguntas pueden darnos algunos indicadores acerca del impacto social de la ciencia y tecnología. El diseño de estos indicadores deberá tener en cuenta todas las distintas perspectivas señaladas en el apartado 3. Para ello deberá descomponer el problema en sus diferentes partes y abordarlo analíticamente. Posteriormente, se constituirá un completo sistema de indicadores que integre todas las perspectivas y permita echar luz sobre esta compleja situación.

El sistema propuesto contará con indicadores de distinto tipo, algunos de los cuales deben ser aún definidos en detalle, encontrándose en el momento de desarrollo de nuevos indicadores denominado por la OCDE (1998) como “en las nubes”, mientras que otros son indicadores ya reconocidos, que son interpretados desde una nueva perspectiva. Los conjuntos de indicadores a analizar son:

- Ciencia y tecnología e indicadores sociales
- Oferta de I+D
- Política científica y tecnológica (PCT)
- Innovación tecnológica con impacto social
- Percepción social de la ciencia y tecnología
- Demanda y aplicación de ciencia y tecnología en políticas sociales

### **5.1. Ciencia y Tecnología e Indicadores Sociales**

La pregunta acerca de la relación entre el nivel de desarrollo científico y tecnológico y el nivel de desarrollo social puede ser abordada a partir del análisis de los indicadores de ciencia y tecnología disponibles y su comparación con indicadores sociales, entre los cuales sobresale el índice de desarrollo humano (PNUD, 1998).

**Cuadro 4: Relación entre Gasto en I+D como porcentaje del PBI e Índice de Desarrollo Humano**

	GID% (1)	IDH (2)	1-2		GID% (1)	IDH (2)	1-3
Suecia	1	10	9	Italia	22	21	-1
Finlandia	2	6	4	España	23	11	-12
Japón	3	8	5	Cuba	24	38	14
Corea	4	22	18	Polonia	25	33	8
EE.UU.	5	4	-1	Brasil	26	35	9
Suiza	6	16	10	Hungría	27	31	4
Alemania	7	19	12	Portugal	28	24	-4
Francia	8	2	-6	Chile	29	23	-6
Holanda	9	7	-2	Grecia	30	20	-10
Dinamarca	10	18	8	Turquía	31	36	5
Reino Unido	11	14	3	Argentina	32	26	-6
Islandia	12	5	-7	Colombia	33	34	1
Australia	13	15	2	México	34	32	-2
Noruega	14	3	-11	Panamá	35	29	-6
Austria	15	13	-2	Venezuela	36	30	-6
Canadá	16	1	-15	Bolivia	37	41	4
Bélgica	17	12	-5	Uruguay	38	27	-11
Irlanda	18	17	-1	Nicaragua	39	42	3
Rep. Checa	19	28	9	El Salvador	40	40	0
Nueva Zelanda	20	9	-11	Ecuador	41	37	-4
Costa Rica	21	25	4	Perú	42	39	-3

Nota: posiciones relativas dentro de un grupo de 42 países

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OCDE, RICYT y PNUD.

Para llevar adelante algún trabajo en esta área, se debe definir, con cierto cuidado, qué indicadores de ciencia y tecnología y qué indicadores sociales tomar, y cómo ponderarlos. Debe tenerse en cuenta que, dependiendo de los indicadores sociales utilizados, se optará por considerar diferentes dimensiones de lo social, tales como los actores sociales, las necesidades sociales, los problemas sociales, o el desarrollo social, entre otros. Cada una de estas dimensiones requiere una conceptualización diferenciada, y un especial cuidado en los indicadores elegidos. En el cuadro 4 se presentan algunos ejemplos de estas correlaciones.<sup>91</sup>

<sup>91</sup> Un trabajo exploratorio realizado en este sentido (Arboleda, 1999) ha encontrado una fuerte correlación entre el número de científicos y técnicos de un país y el índice de desarrollo humano.

Otra de las posibilidades de trabajo es la de construir un indicador complejo de ciencia y tecnología que tome en cuenta diferentes variables<sup>92</sup> y contraponerlo con un indicador complejo del área social, tal como el propio índice de desarrollo humano propuesto por PNUD (1997).

Las herramientas básicas para este tipo de análisis provienen de la ciencia estadística. Entre las técnicas más usuales para este tipo de trabajo puede citarse el análisis de regresión y el de correlación.

Debe señalarse que cualquier correlación identificada en este tipo de ejercicios no debe ser interpretada en clave de causalidad. Esto es aún más cierto en el caso de indicadores complejos, donde una cierta correlación puede esconder o neutralizar las relaciones existentes entre los distintos componentes de los diferentes índices involucrados.

Los hechos señalados debilitan la utilización de este tipo de análisis para la construcción de indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología, y llama la atención acerca de la necesidad de analizar con mucho cuidado los resultados de estos ejercicios.

## **5.2. Oferta de I+D**

La pregunta acerca de la existencia de una oferta de investigaciones dirigidas a la resolución de problemas sociales puede ser abordada con una metodología similar a la propuesta en el apartado 4.2.1.

Para ello, deben analizarse las definiciones de “campos de aplicación” y de “objetivos socioeconómicos” para identificar aquellos que puedan ser considerados como de *impacto social*. A partir de esto, deberá efectuarse una propuesta de desagregación de estas clasificaciones a niveles de mayor detalle, con el objeto de poder relacionar de manera más precisa la oferta de conocimientos con las demandas de la sociedad.

---

<sup>92</sup> Un intento de construcción de un indicador general de ciencia y tecnología de este tipo es propuesto por Tomizawa (1996).

**Cuadro 5: Gasto en I+D por objetivo socioeconómico, América Latina**

	Argentina 1998	Brasil 1996	Ecua- dor 1995	El Sal- vador 1998	México 1997	Pana- má 1998	Perú 1997
Desarrollo de la agricultura, la silvicultura y la pesca	10.2%	21.2%	43.8%	19.2%	22.0%	43.6%	22.6%
Promoción del desarrollo industrial y de la tecnología	25.0%	5.3%	6.4%	5.4%	20.0%	1.9%	6.6%
Producción y utilización racional de la energía	2.7%	5.2%	1.4%	0.8%	7.4%	0.1%	
Desarrollo de infraestructuras	2.7%	0.3%		2.8%	5.3%	0.1%	
<b>Control y protección del medio ambiente</b>	<b>4.8%</b>	<b>2.1%</b>	<b>6.8%</b>	<b>21.6%</b>	<b>11.8%</b>	<b>5.0%</b>	<b>4.8%</b>
<b>Salud (excluida la contaminación)</b>	<b>15.9%</b>	<b>2.8%</b>	<b>0.7%</b>	<b>7.3%</b>	<b>12.4%</b>	<b>22.8%</b>	<b>14.0%</b>
<b>Desarrollo social y servicios sociales</b>	<b>9.1%</b>		<b>2.0%</b>	<b>29.3%</b>	<b>6.1%</b>	<b>9.5%</b>	<b>0.7%</b>
Exploración y explotación de la tierra y de la atmósfera	4.0%	2.5%	3.4%	2.6%	1.0%	6.2%	4.4%
Promoción general del conocimiento	17.9%	53.9%		11.1%	4.3%	10.7%	33.0%
Espacio civil	0.6%	2.2%					
Defensa	0.8%	4.2%					14.0%
Sin especificar	6.3%		35.5%		9.7%	0.1%	

Fuente: RICYT (2000)

Muy pocos países de América Latina cuentan con datos globales acerca de la distribución del gasto en ciencia y tecnología por objetivo socioeconómico (Cuadro 5). Sin embargo, para analizar el problema de la oferta de investigaciones con potencial impacto social, pueden utilizarse las bases de datos de proyectos de I+D, algo más comunes en los países de la región. En Argentina, en particular, se cuenta para esto con la base de datos del programa de incentivos a los docentes investigadores, que recopila todos los proyectos en ejecución en las universidades nacionales (SPU, 1998).

Existe también la posibilidad de inquirir acerca de la oferta potencial del sector científico tecnológico en un país y en un momento dado, a partir de definir, a priori, ciertas áreas científicas que más probablemente puedan dar respuesta a posibles demandas sociales, y luego constatar su peso relativo en el sistema. Esta estrategia requiere aún una elaboración más compleja, ya que necesita, al menos, la realización de estudios de naturaleza prospectiva.

### 5.3. Indicadores de PCT

Como un complemento del análisis de la oferta de I+D, debe incorporarse al sistema la producción de indicadores de política científica y tecnológica. Estos indicadores incluyen:

- análisis de las prioridades establecidas para la I+D,

- proporción de recursos destinados a los distintos instrumentos (subsidios, becas, servicios de apoyo, entre otros),
- disponibilidad de planes nacionales de I+D,
- importancia dada a objetivos de naturaleza social,
- iniciativas de fomento a la vinculación entre los sectores de ciencia y tecnología y de acción social (públicos y privados).

Estos indicadores deberán ser complementados con datos acerca de los efectos reales de las políticas:

- Relación entre el establecimiento de prioridades temáticas y el número de científicos y proyectos en las áreas respectivas,
- Variación en el número de patentes y publicaciones científicas en las áreas priorizadas,
- Vinculación con instituciones u organizaciones relacionadas con el desarrollo de acciones sociales

Desde una óptica alternativa se pueden plantear, además, algunos “indicadores de modo 2”, es decir, hasta que punto las características del modo 2 han sido incorporadas en la acción de los grupos de I+D locales.

#### **5.4. Innovación tecnológica con impacto social**

El sistema de indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología deberá contar con indicadores que reflejen aquellos procesos en cuya generación tiene un rol significativo la innovación tecnológica.

Estos indicadores pueden estar planteados a nivel micro, como en el caso de:

- indicadores de relación entre la actividad innovadora de la empresa y la incorporación de trabajadores,
- indicadores de innovaciones de proceso destinadas a disminuir la emisión de tóxicos o mejorar los efectos de la producción sobre el medio ambiente,



- indicadores de innovaciones de producto o proceso de alto impacto social (requiere una definición para la determinación del nivel de impacto social – real o potencial- de un producto o proceso),
- indicadores de actividades de capacitación de la mano de obra para la innovación (reconociendo que los recursos humanos constituyen el “vínculo crucial” para transformar el progreso tecnológico en crecimiento económico y bienestar social, como lo sostiene la OCDE, 1998).

Otro tipo de indicadores en este campo puede estar especificado a nivel meso, como por ejemplo:

- número y tipo de innovaciones en sectores industriales de alto impacto social.

Para este último tipo de indicadores, deberá realizarse previamente una clasificación exhaustiva de sectores industriales según su impacto social, tomando como base la clasificación CIIU.

### **5.5. Percepción social de la ciencia y tecnología**

Los indicadores de percepción social de la ciencia y tecnología a ser incluidos en el set de indicadores de impacto social están relacionados con la percepción de este impacto por parte del público.

Estos indicadores versarán acerca de la percepción de:

- Las consecuencias del desarrollo científico sobre la sociedad;
- El rol de la ciencia en el mejoramiento de la calidad de vida; y
- La importancia de que el gobierno invierta en ciencia y tecnología y de contar con desarrollo científico y tecnológico local.

Estas dimensiones están relacionadas con las *actitudes*, uno de los tópicos en los que Miller, Pardo y Niwa (1998) dividen la percepción pública de la ciencia.

## **5.6. Demanda y aplicación de ciencia y tecnología en políticas sociales**

Como componente central del sistema de indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología, la construcción de indicadores que reflejen la demanda y la aplicación de ciencia y tecnología en políticas sociales se hará sobre la base del modelo descrito en el apartado 3.3.4.

Teniendo en cuenta que, como se ha dicho, el modelo presentado se relaciona íntimamente con el de innovación en cadena, para definir el marco de construcción de indicadores y relevamiento de información, se buscará inspiración en el Manual de Oslo (OCDE, 1996b), para adaptarlo a las nuevas necesidades.

Para ello, se requiere definir el conjunto de instituciones públicas y privadas involucradas, potencialmente demandantes de conocimiento para su aplicación en la órbita social. A estas instituciones se les aplicará luego una encuesta, que será la principal herramienta de medición de este subsistema de indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología.

Teniendo en cuenta la separación entre actores públicos y privados propuesta, debe establecerse con claridad los límites de cada grupo y la estrategia de recolección de datos en cada caso.

Existen, a priori, una serie de dificultades que deben ser tenidas en cuenta en la aplicación del modelo. En el caso de las instituciones públicas, por ejemplo, es relativamente complicado establecer el universo, debido a las diferencias existentes entre los distintos niveles de la administración, la dispersión geográfica y el número de instituciones existentes en el ámbito municipal.

Por otra parte, en el caso de Argentina, cabe señalar que, si bien los actores privados pueden identificarse a partir de registros que administran la personería jurídica de las organizaciones de este tipo en los que constan los objetivos de cada organización, la mayoría de las ONG cuentan con recursos muy limitados y bajo nivel de profesionalización en su gestión. Esto podría ser un inconveniente para el éxito de un relevamiento que las involucre. En este

sentido, podría limitarse en un primer momento el relevamiento a las organizaciones de mayor tamaño.

Una vez que se cuenta con una definición precisa de los actores, se requiere detectar los parámetros que deben ser medidos.

En un primer ejercicio, los parámetros a relevar estarán relacionados, entre otros, con:

- la identificación de redes de actores involucrados,
- la relación de los actores de políticas sociales con las universidades y los institutos de I+D,
- las fuentes de conocimiento para la solución de los problemas que aparecen en el proceso de diseño y aplicación de acciones en el campo de lo social,
- la realización de actividades propias de I+D por parte de los actores,
- la utilización de conocimiento generado localmente o proveniente del exterior,
- la contratación de consultores de alto nivel,
- la disponibilidad de bibliotecas, hemerotecas, centros de documentación especializados y su grado de actualización,
- la disponibilidad de bases de datos especializadas propias o el acceso a bases internacionales,
- La utilización de internet como fuente de información científica y tecnológica,
- La disponibilidad de personal con nivel superior en temas específicos de su área problema,
- El tipo de mecanismos utilizados para el diagnóstico de las demandas sociales,
- El porcentaje de programas de la institución que requieren de conocimiento externo,

- La adecuación del conocimiento disponible y los problemas a los que es aplicado,
- La relación entre la efectividad y la eficiencia de los programas y la intensidad de utilización de insumos de conocimiento científico y tecnológico.

Para avanzar en este sentido, en primer lugar se deben desarrollar estudios de caso de aplicación del modelo y de obtención de variables. A partir de estos estudios, se podrá obtener información de nivel micro que permita reconstruir algunos de los senderos que recorre el conocimiento para su aplicación a la resolución de problemas sociales. Las ventajas de este enfoque con respecto a las visiones micro reseñadas anteriormente son que, por un lado, no se agotan en la consideración de la oferta, sino que incorporan el proceso completo. Por otro lado, los estudios micro permitirán, una vez obtenida la experiencia empírica suficiente, poner a punto metodologías para su aplicación en el nivel macro y por lo tanto, para la medición de conductas generales en las instituciones de política social.

A partir de la consideración de estas conductas, se podrá aspirar a la construcción de indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología con aplicación real en el diseño, seguimiento y evaluación de políticas públicas en la materia.

Una aproximación alternativa sería analizar algunas políticas o acciones sociales específicas e identificar el *quantum* correspondiente al conocimiento científico y tecnológico incorporado relacionado con el éxito o fracaso de la acción o política. Este modelo correspondería, aproximadamente, a la aproximación por objeto reseñada en el Manual de Oslo.

Para esta aproximación, puede pensarse en una estrategia de relación entre los resultados de las acciones y el conocimiento incorporado oportunamente, de manera similar a la relación existente entre crecimiento en la facturación de una empresa y su gasto en innovación.

La definición de los parámetros particulares a ser relevados y la metodología a utilizar excede el ámbito del presente trabajo y queda como una asignatura pendiente, ya que requiere del diseño y la ejecución de un proyecto piloto de mayor alcance.

## **6. Conclusiones y perspectivas del enfoque propuesto**

El enfoque adoptado en este trabajo presenta, a nuestro entender, una gran potencialidad. Tomando como referencia los principios esbozados, su aplicación a escala piloto, en primera instancia, y luego progresivamente en distintos escenarios, podrá permitir acumular experiencias que, a partir de su formalización, den lugar a un Manual de Indicadores de Impacto Social de la Ciencia y Tecnología apropiado para su utilización en circunstancias heterogéneas, tanto en los países de América Latina, como de la propia OCDE.

Entre las cuestiones a definir a través de la aplicación de esta metodología, se presentan problemas de naturaleza muy diferente. Por un lado se resalta la necesidad de un análisis en profundidad de las posibilidades reales de los estados latinoamericanos de llevar adelante un sistema de indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología. Por otro, queda aún por verificar la utilidad de los modelos y metodologías propuestas, o bien ajustar los detalles a las características observadas empíricamente y resaltar aquellas de mayor relevancia para las políticas.

Si bien las conclusiones de este trabajo están incluidas en el desarrollo narrativo de cada uno de los capítulos, a modo de resumen, puede señalarse que la medición del impacto social de la ciencia y tecnología no ha sido objeto de demasiada literatura hasta el presente. Sin embargo, se cuenta con algunas experiencias de abordaje metodológico en el área, principalmente en países desarrollados.

El abordaje de esta problemática a través de un sistema de indicadores que cubra las diversas dimensiones del impacto social de la ciencia y tecnología parece una estrategia adecuada para guiar las investigaciones en el área. A partir de una definición flexible del impacto social de la ciencia y tecnología, en la cual se toman en cuenta distintos tipos de cuestiones sociales, las formas de medición que se adopten estarán estar íntimamente relacionadas con las demandas sociales priorizadas.

Este trabajo presenta una modelización novedosa, que retoma ideas utilizadas por diversos autores para representar el proceso de innovación tecnológica y las aplica al proceso de diseño y aplicación de acciones sociales. Este modelo permite finalmente al analista y al tomador de decisiones alejarse de los preceptos del “modelo lineal” y sus ampliaciones teóricas, así como de los principios ofertistas vigentes en el pasado para la política de ciencia y tecnología.

A su vez, disponer de dos modelos coherentes para la medición de los impactos económicos y sociales de la ciencia y tecnología dará herramientas para orientar las políticas científicas y tecnológica en ambos sentidos, abriendo una alternativa a la seducción unificadora de las políticas de innovación.

Este modelo permitirá avanzar en la comprensión del modo en que el conocimiento científico y tecnológico es utilizado para la resolución de problemas sociales y, a la vez, avanzar en la cuantificación del impacto social de la ciencia y tecnología. Para ello, permitirá reconocer nuevos actores involucrados en este proceso, al reconocer que este impacto no es ni puede ser automático, sino que es fruto de la acción de actores sociales específicos, que cumplen el rol de mediadores. Estos actores tienen características propias que deben ser analizadas y tipificadas, para permitir el diseño de herramientas de política científica y tecnológica.

La estrategia recomendada para iniciar los procesos de medición del impacto social de la ciencia y tecnología es la reconstrucción de los senderos del conocimiento, desde una perspectiva doble. Por un lado, debe comenzarse desde la oferta de los grupos de I+D, identificando los senderos ascendentes. Por el otro, debe iniciarse el análisis en la demanda de los actores de la política social, reconstruyendo las formas mediante las cuales obtienen el conocimiento necesario y lo aplican en pos del cumplimiento de sus objetivos. La metodología presentada en este trabajo parece adecuada para esto.

La utilización de estos indicadores puede dar luz sobre otra cuestión pendiente de prueba empírica: ¿en qué medida se ha instaurado el nuevo modo de producción de conocimiento? Una mayor apreciación de este fenómeno

permitirá evaluar, a su vez, si este nuevo modo ha permitido ampliar efectivamente el impacto social de la ciencia. Estas cuestiones permitirán ampliar las investigaciones reseñadas en Gibbons (1999) y verificar a la vez su aplicación a la realidad de los países periféricos. Permitirán, a su vez, dar nuevas pautas para el diseño de políticas científicas y tecnológicas que consideren esta nueva realidad.

El análisis del problema de la medición del impacto social de la ciencia y tecnología refuerza la idea de que precisamente el impacto social debería ser uno de los *leitmotiv* de la política científica y tecnológica en países periféricos.

Por último, los resultados del presente trabajo insinúan una respuesta al dilema del *trade-off* entre la política científica y tecnológica y otras políticas caracterizadas como políticas sociales. Esta respuesta parece indicar que, pudiendo cuantificar mejor la forma y el grado de utilización del conocimiento científico y tecnológico en las distintas políticas públicas, se legitima a la ciencia y tecnología en su naturaleza horizontal y transversal. De esta manera, permitirá también justificar la importancia de incrementar sustancialmente el apoyo a la ciencia y tecnología, basándose en mediciones objetivas de su aporte al desarrollo de social y económico de los países.



## **Bibliografía**

Albornoz, Mario (1994), Indicadores en ciencia y tecnología, REDES Vol. I, No. 1, Buenos Aires.

Amable, B., Barré, R. y Boyer, R. (1997), Les systemes d'innovation a l'ere de la globalisation, Economica, París.

Arboleda, Jaime (1999), Informe final de la pasantía sobre indicadores de ciencia y tecnología, mimeo, RICYT, Buenos Aires.

Atal, Yogesh (1996), Science and Technology for Social Development, Science, Technology & Society, 1:1, New Delhi.

Banco Mundial (1999), Informe sobre el desarrollo mundial. El conocimiento al servicio del desarrollo, Washington D. C.

Benecke, Dieter (1999), Política social en tiempos de globalización, un desafío adicional para América Latina, Contribuciones 4/99, Konrad Adenauer Stiftung, Buenos Aires.

Bernal, John D. (1964), Historia social de la ciencia. Ed. Península, Barcelona.

Bush, Vannevar (1999), Ciencia, La Frontera Infinita, REDES Vol. 6 No. 14, Buenos Aires, original en inglés: Science - The Endless Frontier: A Report to the President on a Program for Postwar Scientific Research, Office of Scientific Research and Development, Washington D. C., 1945.

Caracostas, Paraskevas y Muldur, Ugur (1998), Society, The endless frontier, Comisión Europea, Luxemburgo.

Comisión Europea (1997), Second European Report on S&T Indicators 1997, Luxemburgo.

Committee on Science, Engineering, and Public Policy (1999), Evaluating Federal Research Programs: Research and the Government Performance and Results Act, National Academy Press, Washington, D.C.

de Solla Price, Derek (1973), *Hacia una Ciencia de la Ciencia*, Ariel, Barcelona.

Edge, David (1995), "Reinventing the wheel" en *Handbook of Science and Technology Studies*, Jasanoff, S. et al., Londres.

Edwards, Sebastián (1997), *El Bajo Rendimiento de América Latina*, Archivos del Presente, 8, Buenos Aires.

Elkana, Y., Lederberger, J., Merton, R.K., Thackray, A. y Zuckermann, H. – editores (1978), *Towards a Metric of Science, the Advent of Science Indicators*, John Wiley, New York.

Estebanez, María Elina (1998), *La medición del impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social*, Documento presentado al Segundo Taller de Indicadores de Impacto Social de la Ciencia y la Tecnología, RICYT, La Cumbre.

Fernández Polcuch, Ernesto (1999), "Propuestas para la medición del impacto social de la ciencia y la tecnología", ponencia presentada al Cuarto Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología, publicada en [www.ricyt.edu.ar/taller5.htm](http://www.ricyt.edu.ar/taller5.htm).

Franco, Rolando (1999), *La agenda social de América Latina al comienzo del tercer milenio y el papel de las políticas sociales*, Contribuciones 4/99, Konrad Adenauer Stiftung, Buenos Aires.

Freeman, Christopher (1982), *Recent Developments in Science and Technology Indicators: A Review*, Science Policy Research Unit, Sussex.

Freeman, Chris y Soete, Luc (1996), *Cambio Tecnológico y Empleo*, BT Telecomunicaciones y Fundación Universidad-Empresa, Madrid.

Gibbons, M., Limoges, L., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. y Trow, M. (1997), *La nueva producción del conocimiento*, Pomares-Corredor, Barcelona.

Henderson, Hazel, Lickerman, Jon y Flynn, Patrice (editores, 2000), *Calvert-Henderson Quality of Life Indicators*, Calvert Group.

Holbrook, Adam (2000), *Measuring Innovation in the Public Sector*, Ponencia presentada en el Tercer Taller de Indicadores de Impacto Social de la Ciencia y la Tecnología, [www.ricyt.edu.ar](http://www.ricyt.edu.ar), RICYT, Buenos Aires.

Itzcovitz, Victoria, Fernández Polcuch, Ernesto, Albornoz, Mario (1998), *Propuesta metodológica sobre la medición del impacto de la CyT sobre el desarrollo social*, Documento presentado al Segundo Taller de Indicadores de Impacto Social de la Ciencia y la Tecnología, [www.ricyt.edu.ar](http://www.ricyt.edu.ar), RICYT, La Cumbre.

Jaramillo, Hernán, Lugones, Gustavo y Salazar, Mónica (2000), *Manual de Bogotá, Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe*, OEA, Bogotá, 2000.

Kostoff, Ronald (1997), *The handbook of research impact assessment*, Office of Naval Research, Arlington VA.

Kostoff, Ronald (1998), *Science and Technology Metrics*, Office of Naval Research, Arlington VA.

Kreimer, Pablo (1999), *De probetas, computadoras y ratones. La construcción de una mirada sociológica sobre la ciencia*, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires.

Kuhn, Thomas (1971), *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires.

Latour, Bruno (1991), *Nunca hemos sido modernos*, Ed. Debate, Madrid.

Licha, Isabel (1994), *Indicadores endógenos de desarrollo científico y tecnológico, y de gestión de la investigación*, en Martínez, Eduardo (1994).

Lizcano, Emmanuel (1996), *La construcción retórica de la imagen pública de la tecnociencia: Impactos, invasiones y otras metáforas*, *Política y Sociedad*, 23 (SEP-DIC), Madrid.

Lundvall, B. A. (1992), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter, Londres.

- Mahdjoubi, Darius (1997), Linear Model of Innovation, ICBC, October.
- Martínez, Eduardo (editor, 1994), Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas, Nueva Sociedad, Caracas.
- Martínez, Eduardo y Albornoz, Mario (editores, 1998), Indicadores de ciencia y tecnología: estado del arte y perspectivas, UNESCO, CYTED, IEC, RICYT, Nueva Sociedad, Caracas.
- Martínez, Eduardo (1998), "Glosario. Ciencia, Tecnología y Desarrollo", en Eduardo Martínez y Mario Albornoz (1998).
- Mayda, Jaro (1999), Policy R&D: toward a better bridge between knowledge and decision making, Science and Public Policy, December 1999, Londres.
- Miller, Jon, Pardo, Rafael y Niwa, Fujio (1998), Percepciones del público ante la ciencia y la tecnología, Fundación BBV y Chicago Academy of Sciences, Madrid.
- Merton, Robert K. (1973), La sociología de la ciencia. Alianza Ed., Madrid.
- Moed, H. F. y van Raan, A. F. J. (1988), "Indicators of Research Performance: Applications in University Research Policy" en van Raan (1988a).
- Moneta, Carlos (1999), El Espejismo Económico, Archivos del Presente, 18, Buenos Aires.
- Moravcsik, M. J. (1988), "Some Contextual Problems of Science Indicators" en van Raan (1988a).
- National Science Board (1998), Science & Engineering Indicators – 1998, National Science Foundation, Arlington, VA.
- Nederhof, A. J. y van Wijk, E. (1999), Profiling Institutes: Identifying High Research Performance in the Social and Behavioral Sciences, Scientometrics, 44:3, Budapest.
- OCDE (1990), Método normalizado propuesto para la recogida e interpretación de los datos sobre balanza tecnológica de pagos, París.

OCDE (1992), Principios básicos propuestos para la recogida e interpretación de datos de innovación tecnológica, Manual de Oslo, 1ª Edición, París.

OCDE (1993), Manual de Frascati, Método normalizado propuesto para las encuestas de investigación y desarrollo experimental, 5ª Edición, París.

OCDE (1996a), La innovación tecnológica: definiciones y elementos de base, dossier en REDES, Vol. III, No. 6, Buenos Aires. Originalmente publicado en París, 1992, en el marco de la serie The Technology and the Economy Program (TEP).

OCDE (1996b), Principios básicos propuestos para la recogida e interpretación de datos de innovación tecnológica, Manual de Oslo, 2ª Edición, París.

OCDE (1998), “Consecuencias de Programa de Tecnología / Economía (TEP) para el desarrollo de indicadores”, en Eduardo Martínez y Mario Albornoz (1998).

OCDE (2000), Main Science and Technology Indicators 2000-1, París.

Oszlak, Oscar, O'Donnell, Guillermo (1995), Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia de investigación, REDES, Vol. II, No. 4, Buenos Aires.

Petrella, Riccardo (1998), “Technological Innovation and Welfare”, Concepts and Transformation, 3:3, Amsterdam.

PNUD (1995), Informe Argentino sobre Desarrollo Humano 1995, Buenos Aires.

PNUD (1997), Informe sobre Desarrollo Humano 1997, Mundi-Prensa, Madrid.

van Raan, Anthony F. J. (editor, 1988a), Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology, Elsevier, North-Holland.

van Raan, AFJ (1988b), “Introduction to the Handbook” en van Raan (1988a).

Repetto, Fabián (2000), Gestión pública, actores e institucionalidad. Las políticas frente a la pobreza en los '90, Desarrollo Económico, 39:156, Buenos Aires.

RICYT (2000) "Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología / Iberoamericanos e Interamericanos / 1990-1998", Buenos Aires, en prensa.

Rip, Arie (1995) "Introduction of New Technology: Making Use of Recent Insights from Sociology and Economics of Technology", Technology Analysis & Strategic Management, Vol.7, nº4.

Salomon, Jean-Jacques (1970), Ciencia y Política, Ed. Siglo XXI, México.

Salomon, Jean-Jacques (1994), Tecnología, diseño de políticas, desarrollo, REDES, Vol. I, No. 1, Buenos Aires.

Schulz, Donald (1996), América Latina: los próximos diez años, Archivos del Presente, 4, Otoño, Buenos Aires.

SPU (1998), Programa de Incentivos, Resultados de los proyectos de investigación, Buenos Aires.

Tomizawa, Hiroyuki y Niwa, Fujio (1996), Evaluating overall National Science and Technology activity: General Indicator of Science and Technology (GIST) and its implications for S&T policy, Research Evaluation, Vol. 6, N. 2, Beech Tree Publishing, Surrey.

UNESCO (1970), El desarrollo por la ciencia, Madrid y París.

UNESCO (1984), Guía de las Estadísticas Relativas a la Ciencia y la Tecnología, París.

UNESCO (1999), Draft Declaration on Science and the Use of Scientific Knowledge, World Conference on Science, Budapest.

Velho, Lea (1994), Indicadores científicos: aspectos teóricos y metodológicos, en Martínez, Eduardo (1994).

Vessuri, Hebe (1991), *Perspectivas recientes en el estudio social de la ciencia*, Interciencia, Vol. 16, No. 2.

Woolgar, Steve (1991), *Ciencia: Abriendo la caja negra*, Ed. Anthropos, Barcelona.

Ziman, John (1986), *Introducción al estudio de las ciencias. Los aspectos filosóficos y sociales de la ciencia y la tecnología*, Ed. Ariel, Barcelona.