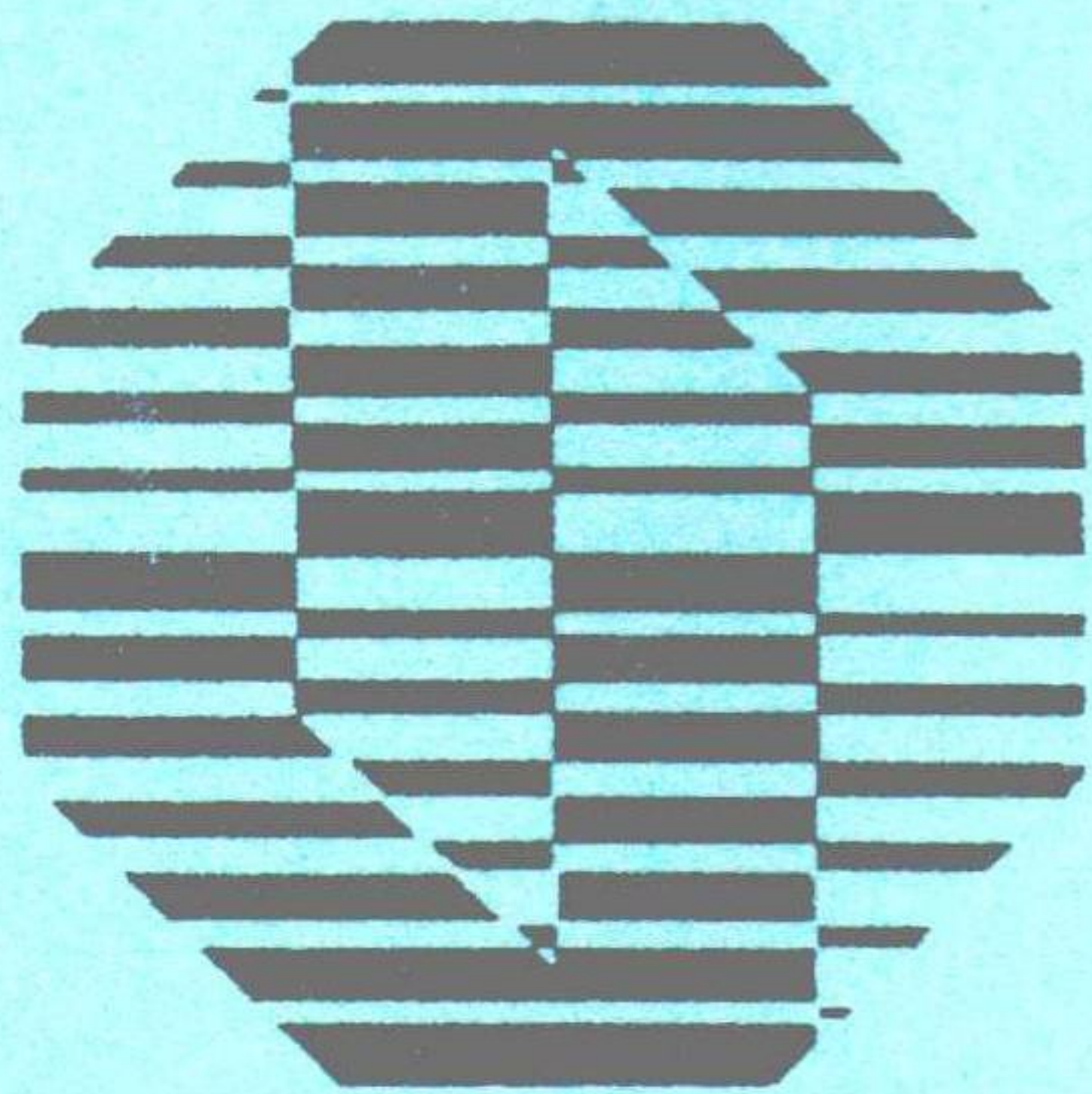




**CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CONCYTEC**

**"III SEMINARIO TALLER DE INDICADORES
DE CIENCIA Y TECNOLOGIA"**

Dirección de Indicadores de Ciencia y Tecnología

LIMA - PERÚ

LIB
INORESO N° 5866
MFN
REPIDI 4074
3° g

CONTENIDO

EXPOSICIÓN 1:

“La medición del impacto social de la ciencia y tecnología”

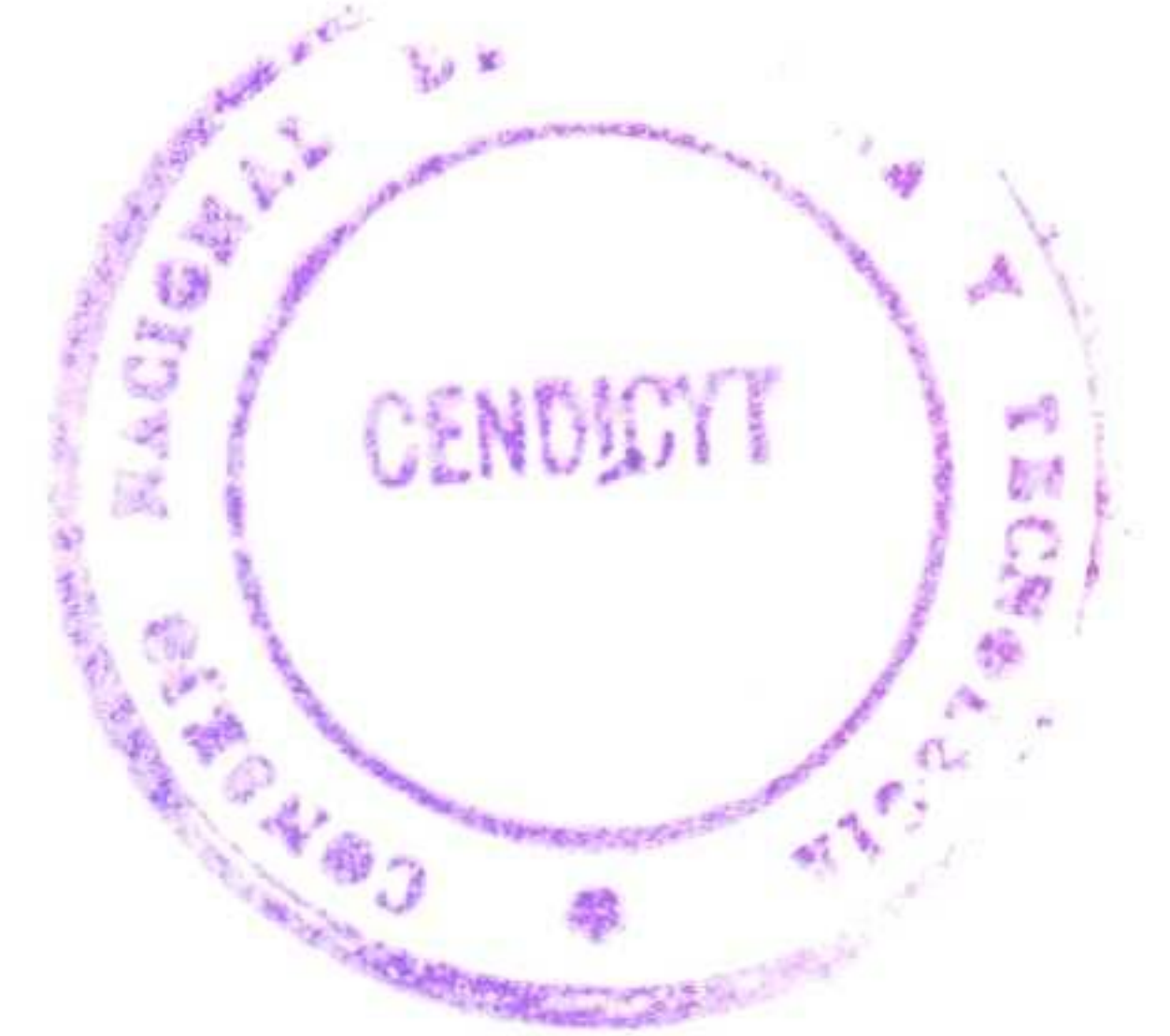
Expositor: Ernesto Fernández Polcuch

Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT)

Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología -

Universidad Nacional de Quilmes

ARGENTINA



EXPOSICIÓN 2:

“Indicadores en C y T: Reencuentro de la Política con la Gestión”

Expositor: Ernesto Fernández Polcuch,

Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología

Universidad Nacional de Quilmes

Grupo REDES

ARGENTINA

EXPOSICIÓN 3:

“Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica”

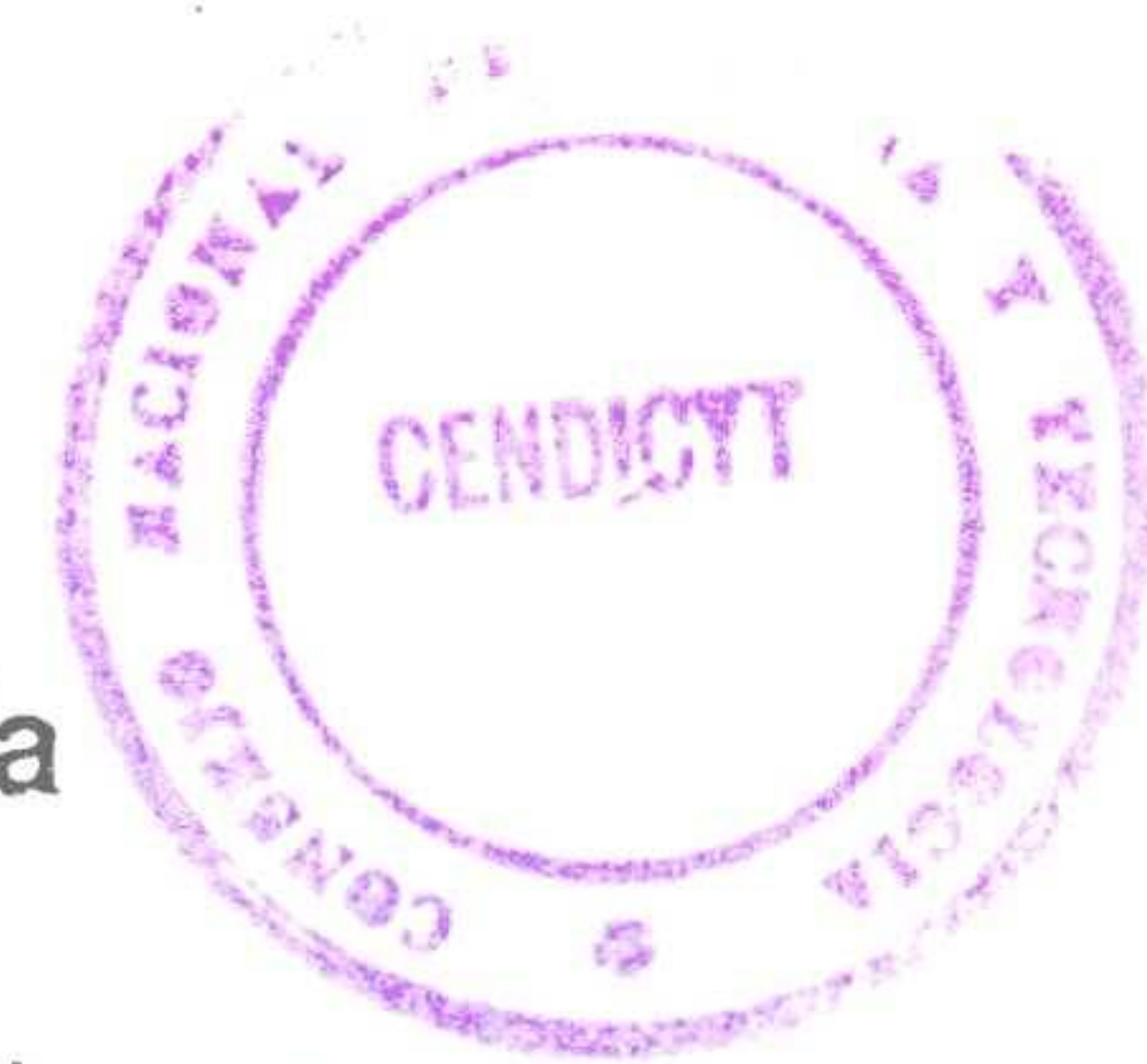
Expositor: Mariano Cucho Espinoza,

Dirección de Indicadores de Ciencia y Tecnología

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

PERU

La medición del impacto social de la ciencia y tecnología



Ernesto Fernández Polcuch y Mario Albornoz

Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT)

Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología

Universidad Nacional de Quilmes

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.¹

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 dirigidas 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.

Poco se ha avanzado, sin embargo, en el diseño de instrumentos para la medición del impacto social de la ciencia y tecnología. Esto 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.²

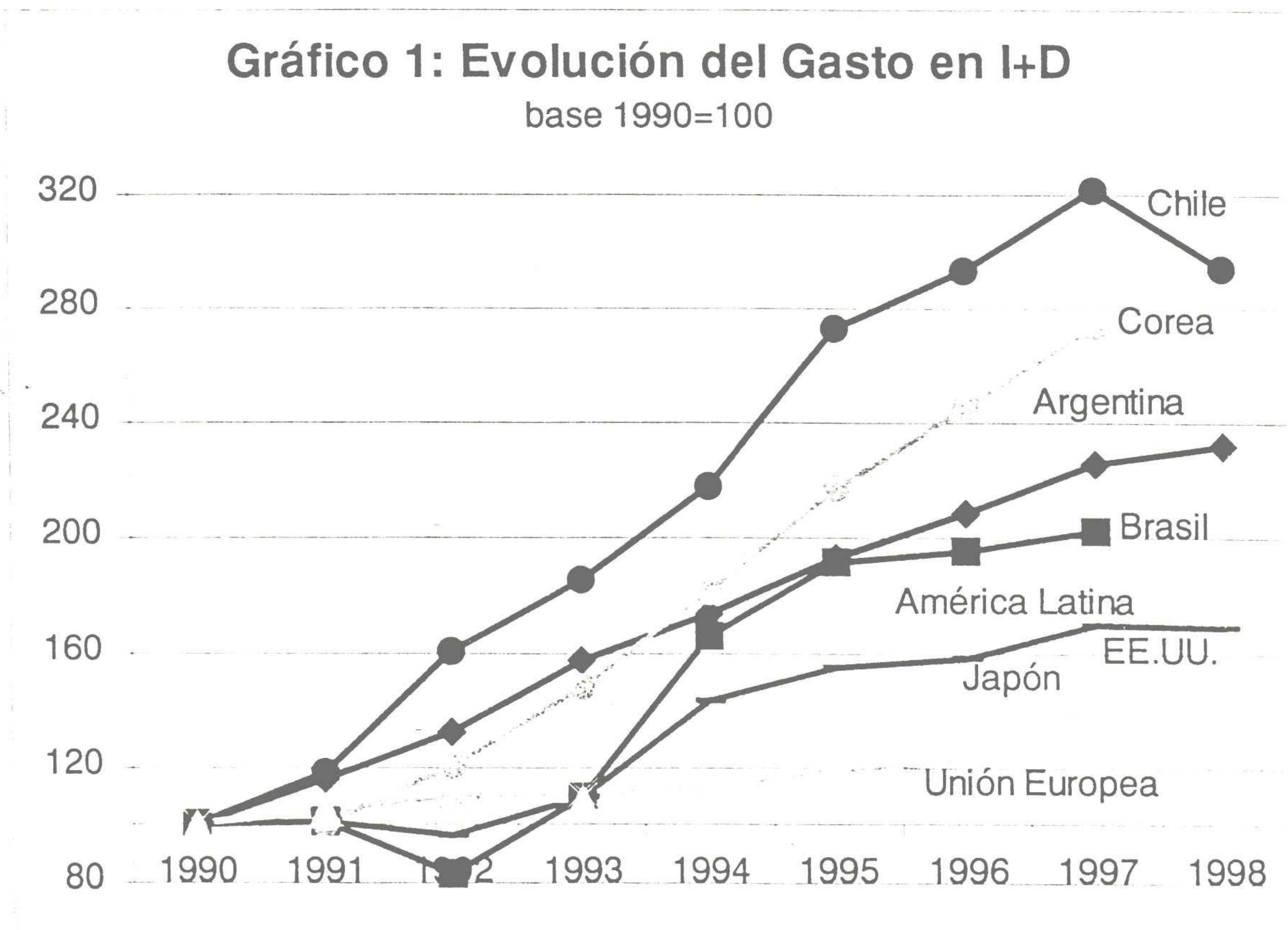
En el caso de los países de América Latina, que viven una profunda crisis, debe señalarse que la situación social se caracteriza, además de por las consabidas dificultades macroeconómicas, por la pobreza y la exclusión de importantes sectores de la población. Revertir esta realidad, consecuencia de largos 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 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.

¹ 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).

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

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.



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. 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.

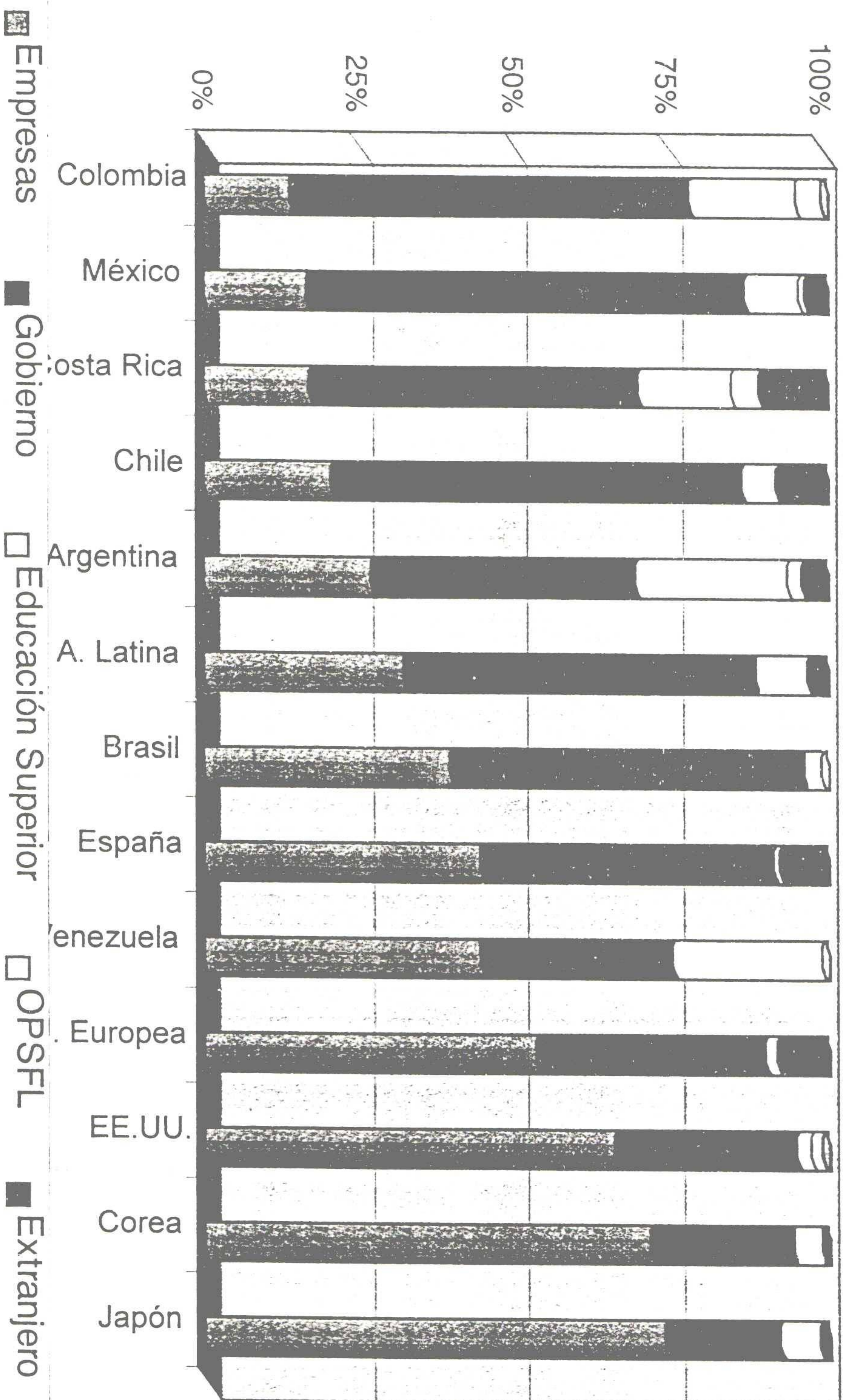
Este proceso involucra a distintos actores públicos y privados, que van desde los propios grupos de I+D, hasta los organismos públicos y las organizaciones no gubernamentales, incluyendo un tipo actor vital al proceso que debe cumplir el rol de mediador y que asume distintas formas. Este mediador puede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

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. 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).

⁵ 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).

Gráfico 2: Gasto en I+D por sector de financiamiento, 1998



Este entorno de ajuste y “*accountability*”⁵ presenta un desafío para los responsables del diseño de indicadores que reflejen adecuadamente el impacto social de la ciencia y tecnología. A los efectos de este trabajo, el impacto social de la ciencia y tecnología se define como:

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 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.”

El hecho de que en la definición de impacto social de la ciencia y tecnología se toman en cuenta distintos tipos de cuestiones sociales 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.⁶

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

⁶ 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”.

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.

Por su parte, contar con indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología, de acuerdo con esta definición, permitirá a los tomadores de decisiones en el área 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.⁷

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 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 contruidos 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.

⁷ 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.

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.

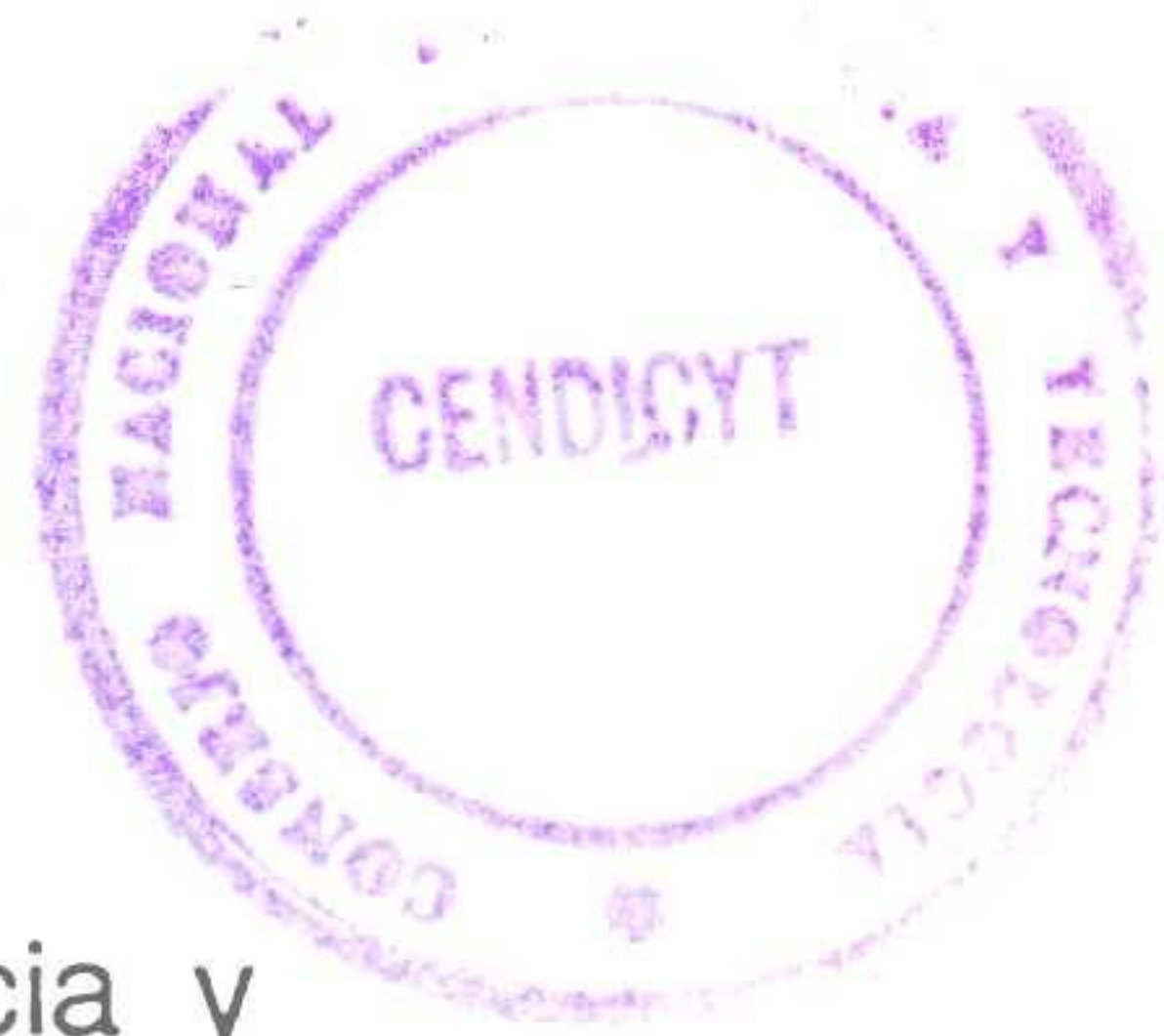
Con el objeto de aproximarse a la construcción de un modelo del proceso por el cual la ciencia y tecnología impacta en la sociedad que luego pueda servir como base para el diseño de indicadores apropiados, debe tomarse en cuenta, como hecho fundamental, que el proceso mediante el cual el conocimiento 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.



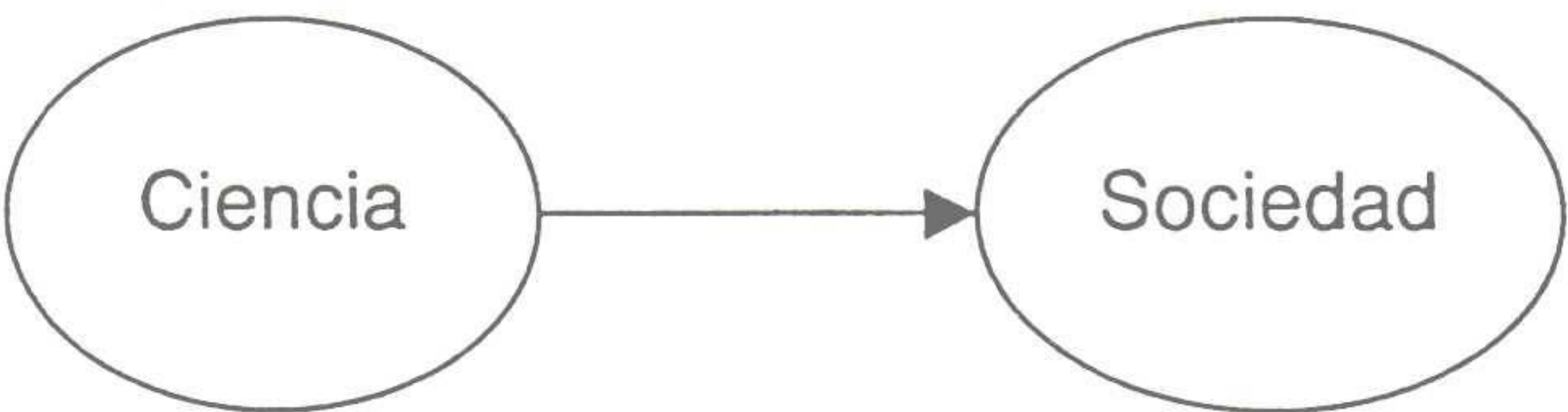
2. Modelos de análisis del impacto social de la ciencia y tecnología

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.

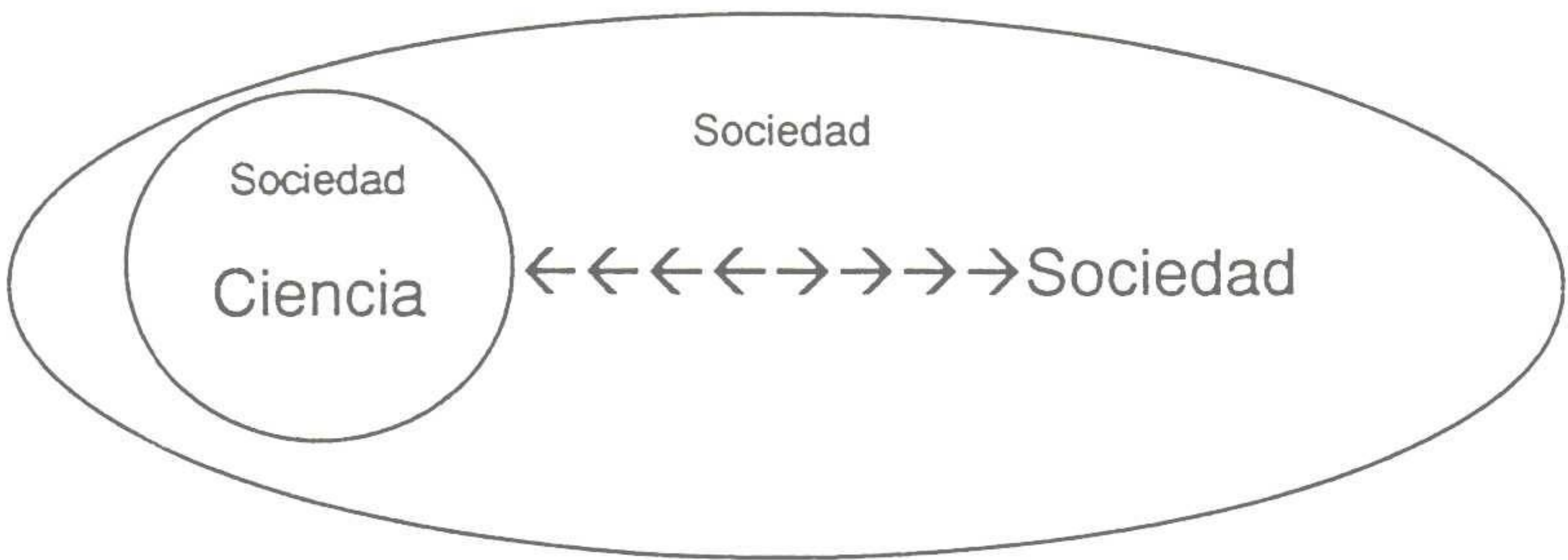
Las diferencias entre los distintos puntos de vista respecto al rol que cumple la ciencia y tecnología en la resolución de cuestiones sociales surgen de la forma en que en cada caso se modela – implícita o explícitamente – este proceso, tal como se presenta en el Gráfico 3.

Gráfico 3: Modelos básicos de relación Ciencia – Sociedad:

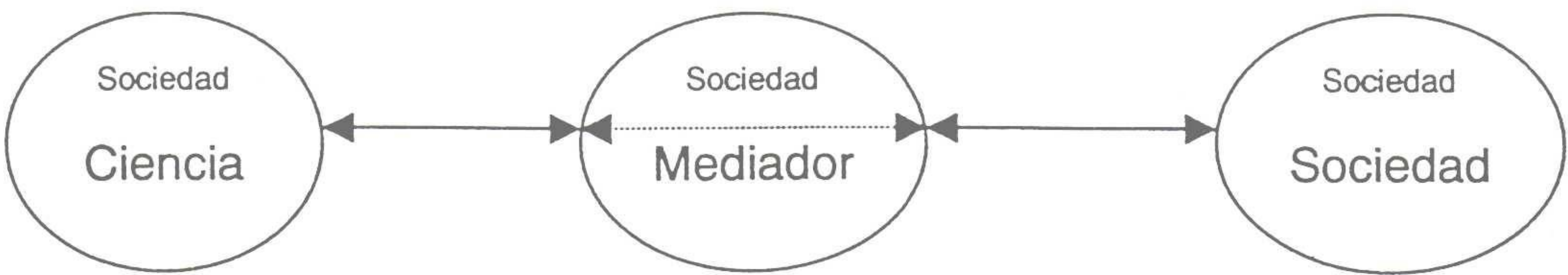
1. Relación “simple”



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.

2.1. 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 para algunos asume características positivas (denominaremos esta postura “visión optimista”) y para otros, negativas.

Las 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” (UNESCO, 1970), se relacionaba directamente ciencia y desarrollo, brindándole un lugar central a la ciencia para vencer “los obstáculos naturales que se oponen a la prosperidad y desarrollo” de la sociedad.

Esta posición se manifiesta 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. 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.

Desde la visión negativa se suele utilizar un criterio 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.

2.2. 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.

2.3. 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.

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.

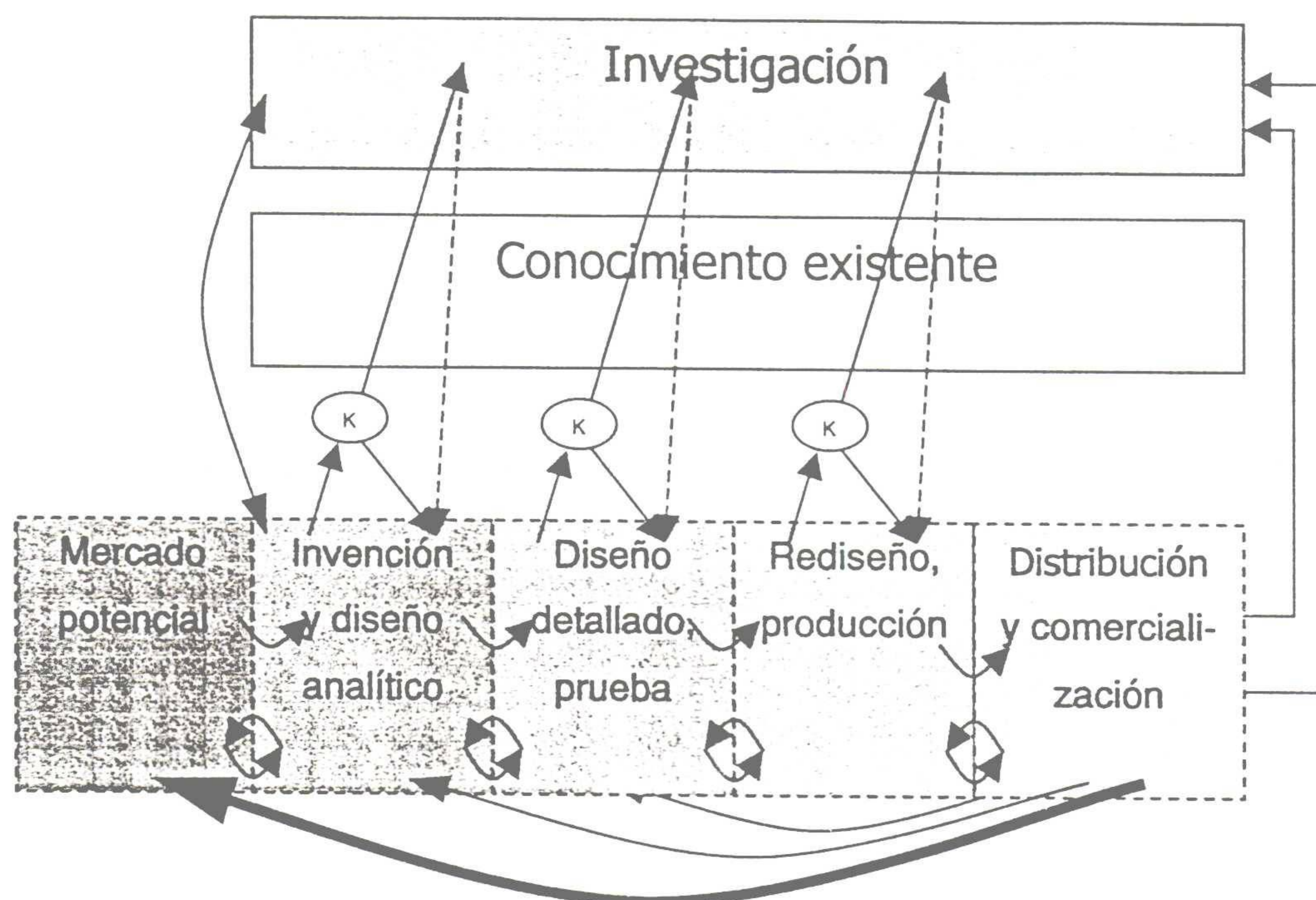
1. Mediación del mercado
2. Mediación de la gestión del conocimiento disponible
3. Mediación de la política científica y tecnológica
4. Mediación de la política social.

2.3.1. 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.

En 1986 Kline y Rosenberg propusieron el modelo interactivo de relación en cadena del proceso de innovación como superador del modelo lineal. Este modelo representa las etapas del proceso de innovación dentro de la firma y su relación con el sistema de innovación dentro del cual ésta funciona.

Gráfico 4:



Si bien el modelo considera la existencia de agentes mediadores entre el proceso de producción de conocimiento y su aplicación en la empresa (“nodos K”), a nivel macro este modelo identifica como mediador al mercado. El impacto social es producido a partir del impacto económico, incluido en la idea de innovación tecnológica. Esta visión puede ser interpretada como una prolongación del modelo lineal, en la cual la innovación tecnológica -punto final del modelo propiamente dicho- produce crecimiento económico y este conduce, automáticamente, a la resolución de ciertas cuestiones sociales.

A pesar de que en algunos aspectos de lo que se conoce como “calidad de vida” esta conceptualización puede ser útil (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.

2.3.2. 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.

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 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.

Puede considerarse como portavoces de esta posición tanto a autores académicos como Jean Jacques Salomon, como a parte de la doctrina reciente del Banco Mundial.

2.3.3. Mediación de la política científica y tecnológica

En los documentos recientes de política científica y tecnológica de la Comisión Europea (Caracostas y Muldur, 1998) el impacto de las innovaciones sobre el crecimiento y el empleo depende de la capacidad de la sociedad para adaptarse a las 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.

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.

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. 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.

2.3.4. Mediación de la política social

El enfoque novedoso que propone este trabajo es el de 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 –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.

La resolución de cuestiones sociales involucra distintos actores para llevar adelante tanto políticas públicas como privadas. Los actores centrales de estas políticas son, según el caso:

- Públicos, es decir, dependencias estatales encargadas de políticas sociales existentes en los distintos niveles de la administración pública, tanto nacional, como provincial y municipal, y
- Privados, generalmente no lucrativos, 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.

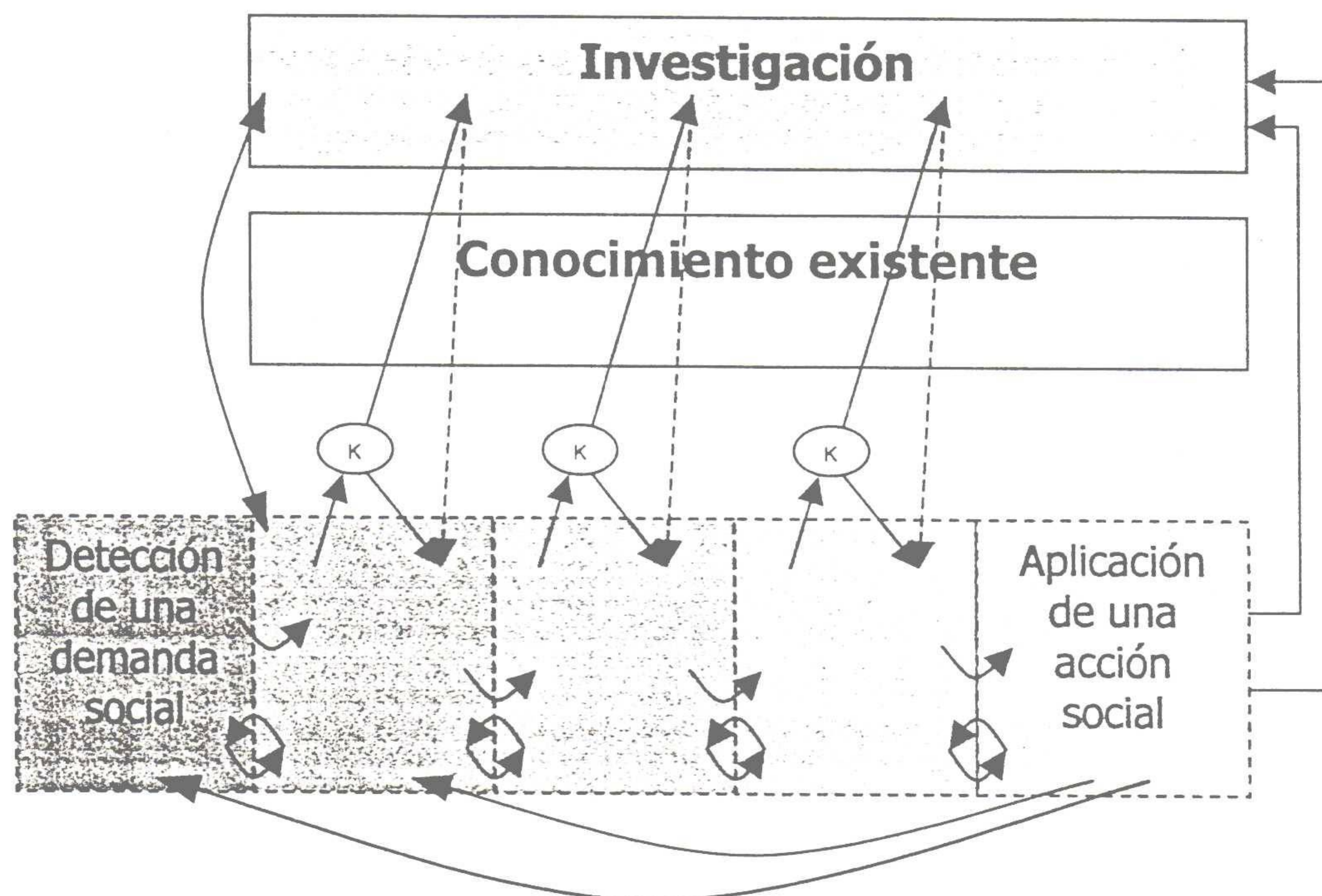
Para representar el proceso por el cual estos actores demandan conocimiento y lo aplican en la esfera de lo social puede adaptarse el modelo “en cadena” de la innovación tecnológica propuesto por Kline y Rosenberg.

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. Esta perspectiva justifica la utilización de metodologías inspiradas en el Manual de Oslo, si bien aplicadas a otro “subsistema”, con otros actores.

Si bien el proceso interno en los actores encargados de la aplicación de conocimiento a la esfera de lo social difiere significativamente del “ciclo de vida de la innovación tecnológica”, representado en el modelo citado, la lógica de encadenamiento, con *idas y vueltas* entre cada etapa, puede ser pensada de manera similar.

En el modelo propuesto (Gráfico 5), este proceso va desde la detección de una demanda social, hasta la aplicación de una acción explícita que pretende responder a ella, pasando por el diseño de esta acción, en sus diferentes fases. Estas etapas se condicen con las identificadas por Oszlak y O'Donnell (1995) para la trayectoria de una “cuestión”: surgimiento, desarrollo y resolución. Las principales *idas y vueltas* se registran precisamente durante el proceso de diseño (desarrollo) y entre la aplicación (resolución) y el diseño.

Complementariamente, también la relación de este proceso con el sistema de innovación puede ser considerada en forma análoga al modelo de Kline y Rosenberg. Esto implica que, en cada fase del proceso, los actores recurren, en primera instancia, al conocimiento existente para la solución de los problemas de distinta naturaleza. Solamente si no encuentran una respuesta en ese *pool de conocimiento existente* recurren a la I+D.



Otra forma de hacer un “zoom” sobre el contenido del proceso de diseño de la acción social es utilizar para ello el concepto de “Investigación y desarrollo de políticas” (*Policy R&D*) propuesto por Mayda (1999). Este autor define la I+D de políticas como la “selección e integración de datos e informaciones relevantes y la traducción de este conocimiento a la perspectiva y el lenguaje de la toma de decisiones”. Si bien la fase de investigación requiere con mayor probabilidad de insumos de conocimiento científico y tecnológico, también la fase de desarrollo de la política hace uso de éste. La existencia de un modelo adicional para el proceso de la política social que puede ser incorporado a la perspectiva adoptada brinda elementos acerca de la robustez de este enfoque.

La utilización de este 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 involucren a actores públicos y privados que tienen como objetivo atender demandas sociales.

3. Problemas de la medición del impacto social de la ciencia y tecnología



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, 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 (1998), 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?”

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.

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 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.

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.

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.

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*.

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.

3.1.1. Evaluación social de la tecnología

En 1970 Salomon plantea, como aproximación a la medición del impacto, el uso de la “evaluación social de la tecnología”. 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 (1998), 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)”.

El propio Salomon advierte acerca de los riesgos de utilización de estas metodologías, ya que “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 neutral, y sabemos que la respuesta varía según los intereses del caso.”

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

3.1.2. Las *task forces* de la Unión Europea

Para la identificación de prioridades de investigación, 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? 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 multidisciplinarios y pluriactorales deberían abocarse a solucionar.

En 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.

3.1.3. 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”, 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.

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”.

3.2. Metodologías ex post

Kostoff (1995) resalta la importancia de la variable *tiempo* en la medición del impacto de la I+D y describe distintas experiencias existentes en EE.UU. en el campo de la evaluación del impacto, efectuadas con métodos retrospectivos. Estas experiencias toman en cuenta los impactos sociales o “impactos indirectos” y pueden ser de dos tipos. Unas como el Proyecto “Hindsight” y el Estudio “TRACES” (“huellas”) comienzan 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 (Estudio

“Accomplishment”) 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 que los datos son más fáciles de obtener y las investigaciones resultan más promisorias.

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.

4. Un sistema de indicadores de impacto social de la ciencia y tecnología

Como se ha dicho, 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.

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 apropiar el 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.

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 XXX.XXX., constituyendo 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, 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

4.1. Ciencia, 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).

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. En el cuadro 1 se presentan algunos ejemplos de estas correlaciones.

Cuadro 1: 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: OCDE, RICYT, PNUD.

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

El hecho de que una correlación identificada en este tipo de ejercicios no debe ser interpretada en clave de causalidad, debilita 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.

4.2. 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 por la OCDE y la UNESCO.

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.

Cuadro 2: Gasto en I+D por objetivo socioeconómico, América Latina

	Argen- tina 1998	Brasil 1996	Ecu- 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%	
Control y protección del medio ambiente	4.8%	2.1%	6.8%	21.6%	11.8%	5.0%	4.8%
Salud (excluida la contaminación)	15.9%	2.8%	0.7%	7.3%	12.4%	22.8%	14.0%
Desarrollo social y servicios sociales	9.1%		2.0%	29.3%	6.1%	9.5%	0.7%
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)

Pocos países de América Latina cuentan con datos globales acerca de la distribución del gasto en ciencia y tecnología por objetivo socioeconómico (Cuadro 2).

4.3. 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 del modo de producción del conocimiento”, es decir, hasta que punto las características del nuevo modo “2” han sido incorporadas en la acción de los grupos de I+D locales.

4.4. 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, tales como:

- actividad innovadora y empleo,
- innovación y contaminación,
- innovaciones de alto impacto social,
- capacitación de mano de obra para la innovación.

4.5. Percepción social de la ciencia y tecnología

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.

4.6. 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 anteriormente.

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, 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. 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.

5. 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.

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.

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.

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,
- 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, RICYT, La Cumbre.
- Kostoff, Ronald (1995), 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).
- 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).
- 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, n°4.
- 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.
- 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.

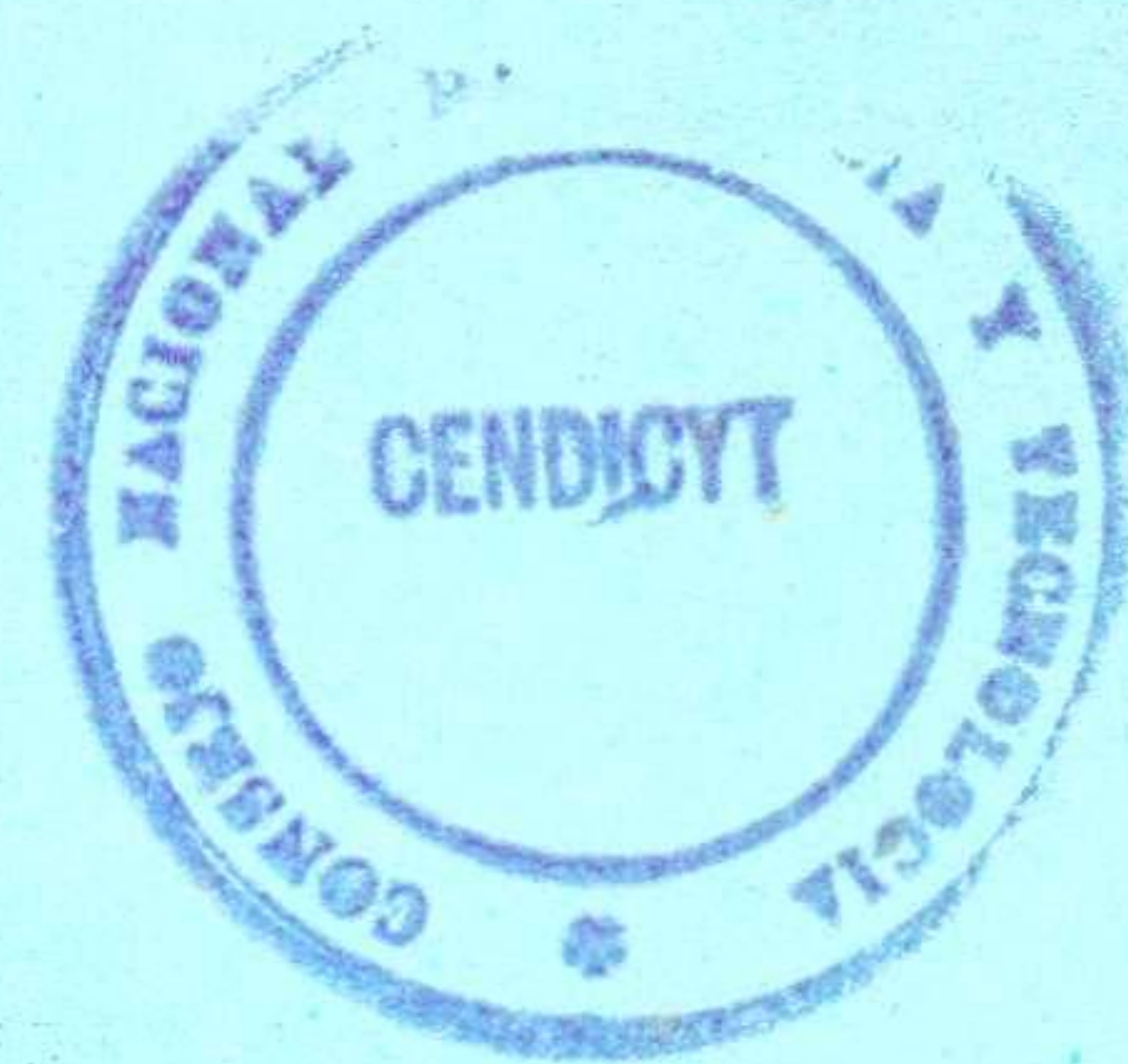
UNESCO (1999), Draft Declaration on Science and the Use of Scientific Knowledge, World Conference on Science, Budapest.

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.



DOCUMENTOS DE TRABAJO

**INSTITUTO DE ESTUDIOS SOCIALES DE LA CIENCIA Y
LA TECNOLOGIA**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES

GRUPO REDES

INDICADORES EN CyT: REENCUENTRO DE LA POLÍTICA CON LA GESTIÓN

Albornoz, Mario; Fernández Polcuch, Ernesto

Documento de trabajo: N°1

**Rivadavia 2358, 6° piso, (1034) Capital Federal, Argentina.
Tel-fax: (54-11) 4951-2431/8221, e-mail: iec@ricyt.edu.ar**

INDICADORES EN CyT: REENCUENTRO DE LA POLÍTICA CON LA GESTIÓN

Mario Albornoz

Ernesto Fernández Polcuch

1. Los indicadores como instrumento para la gestión

La eficiencia en la gestión de organizaciones demanda contar con indicadores que den cuenta de los procesos que deben ser administrados, los resultados que se obtienen y los aspectos que deben ser corregidos en un sentido determinado. Los indicadores son medidas y relaciones entre ellas, que permiten evaluar estados y evolución de ciertas variables. Esta afirmación es válida para cualquier tipo de gestión, en los distintos ámbitos de la actividad humana. En el plano de la economía, por ejemplo, los indicadores son adoptados por los economistas convencionalmente para determinar los grados de desempeño relativo de la actividad económica y están tan divulgados que hasta el propio ciudadano se vale de ellos para administrar correctamente sus recursos y tomar decisiones en esta materia.

La gestión implica la capacidad de operar sobre dimensiones clave de distintos sistemas y procesos modificando sus estados y sus rumbos. Esto equivale a decir que la gestión conlleva direccionalidad, de manera tal que los indicadores son instrumentos que informan acerca de aquellas dimensiones clave y permiten además comparar estados (antes y después de ciertos hechos o decisiones). Hacen posible la conducción, en la medida que permiten proyectar la direccionalidad futura que se pretende imprimir al sistema o proceso de que se trate. Sin indicadores, el gestor es ciego.

El requisito de que los indicadores sean útiles para la gestión implica necesariamente que estén normalizados y que su producción histórica se atenga siempre a la misma norma o forma de medida, a fin de permitir la

comparabilidad. En el caso de la gestión de instituciones, la normalización y la comparabilidad remiten tan sólo a la producción de las series temporales, pero en el caso de sistemas plurinstitucionales, por ejemplo un sistema a nivel nacional, la normalización implica la adopción de un método similar por parte de las distintas instituciones que producen la información. Este requisito de normalización interinstitucional se hace más perentorio -y también más difícil de alcanzar- cuando se trata de comparaciones internacionales, ya que en este caso se constituye un escenario en el que las distintas unidades nacionales deben acordar la adopción de métodos comunes para la elaboración de los indicadores. Debido a esto, en las distintas actividades que se desenvuelven en escenarios internacionales, la adopción de indicadores implica que se hayan alcanzado acuerdos o convenciones explícitas acerca de ellos.

2. Indicadores y caracterización básica de los procesos de CyT

De las consideraciones anteriores se deduce el hecho de que para poder elegir los indicadores se debe tener una concepción precisa de las organizaciones y sistemas que deben ser gestionados. Una representación esquemática de los recursos básicos, los procesos, los actores, los aspectos intervinientes y las modificaciones de las variables en juego es necesaria *a priori*, ya que los indicadores deben dar cuenta de tal conjunto de elementos.

En el caso de las actividades científicas y tecnológicas, y más recientemente las de innovación, la construcción de tal representación ofrece ciertas dificultades debidas a las complejas características de los procesos de producción del conocimiento y su aplicación a las actividades productivas, así como al hecho de que la experiencia en su administración es relativamente reciente.

Las políticas públicas de ciencia y tecnología, como campo formalizado, dotado de un conjunto de instrumentos e instituciones específicos, data de la posguerra. Se suele decir que la política científica nació con el "Proyecto Manhattan". Desde entonces, la comprensión de las relaciones entre ciencia y tecnología ha ido cambiando. Lo mismo ocurrió con las relaciones entre el

sentido y la naturaleza de los procesos de cambio tecnológico y con la caracterización de las instituciones y los vínculos de lo que se llamaba "sistema científico y tecnológico" y ahora se suele llamar "sistema nacional de innovación"¹. En consecuencia, la selección de indicadores de ciencia, tecnología e innovación requiere una reflexión básica de tales procesos. Necesita las aportaciones de una sociología de la ciencia que describa los sistemas sociales de la actividad científica y pueda identificar los elementos y relaciones que pueden ser susceptibles de indicación. Necesita de una economía de la ciencia y de la tecnología para poder estimar el costo y el valor de estas actividades y de productos generalmente intangibles. Requiere una economía de la innovación capaz de caracterizar y sistematizar los procesos de innovación. En resumen, la construcción de indicadores de ciencia y tecnología no es una tarea de estadísticos, por más que su contribución sea necesaria, sino que se requiere una perspectiva interdisciplinaria, habida cuenta de las múltiples dimensiones de estos procesos.

La normalización a escala internacional de los indicadores de ciencia y tecnología se expresa en las convenciones que adoptaran inicialmente la UNESCO y luego la OCDE con su "familia" Frascati de manuales destinada a establecer criterios comunes en materia de estadísticas e indicadores de I+D, innovación y recursos humanos².

3. América Latina y los indicadores en CyT: una relación ciclotímica

La producción rutinaria de información e indicadores de ciencia y tecnología en América Latina ha experimentado diversos ciclos o etapas:

- a) producción temprana de información normalizada,

¹ Más allá de diferenciaciones y de la especificidad que cada tipo de política ha ido adquiriendo en diversos períodos, en este texto se utiliza la expresión "ciencia y tecnología", su versión adjetivada o la forma abreviada "CyT," para referirse en general al conjunto de estas actividades. En ciertos casos, se hace la diferenciación explícita entre ciencia, tecnología e innovación, o entre sus políticas correspondientes.

² La "familia Frascati" está integrada por el Manual Frascati, cuya primera versión data de 1963, el Manual de Oslo (1992 y 1996) y el Manual de Canberra (1996), además de otras normativas más específicas (patentes y balanza de pagos tecnológicos) o subsumidas en los mencionados manuales.

- b) vacío informativo, y
- c) nuevo auge de la problemática de los indicadores.

Hemos denominado a la primera etapa como de "producción temprana" en razón de que desde finales de la década de los sesenta varios países de la región produjeron información científica y tecnológica normalizada, siguiendo las normativas recomendadas por la UNESCO. Aquella metodología estaba basada en una visión derivada de las formas organizativas de la *big science* y, bajo la forma de "inventarios de potencial" consistía fundamentalmente en la determinación de *stocks* de recursos. En su concepción general, la metodología UNESCO estaba más dirigida hacia la fijación de grandes políticas nacionales que a la gestión de sistemas concretos. En realidad, todos los instrumentos que, en el plano institucional y operacional de las políticas en ciencia y tecnología eran recomendadas por UNESCO concurrían en ese mismo sentido. En 1969 Argentina llevó cabo su "inventario del potencial científico y tecnológico". Más de una década tardaría en volver a realizarlo. Aquellos esfuerzos iniciales eran espasmódicos y es válido suponer que, en razón de su costo y limitada utilidad para la gestión de políticas, su realización respondía más a la adopción "llave en mano" de los modelos impulsados por los organismos internacionales, que a la necesidad de contar con instrumentos eficaces.

Hemos denominado a la segunda etapa, transcurrida fundamentalmente durante la década de los ochenta, como de "vacío informativo", en razón de que la mayor parte de los países latinoamericanos descuida en gran medida la producción de información actualizada sobre ciencia y tecnología. El anuario que el BID dedicara en 1989 al panorama de la ciencia y la tecnología en la región contenía datos poco confiables y muy desactualizados. Los de Brasil tenían nada menos que una década de antigüedad³. A modo de hipótesis, esta etapa expresa el desencanto de las políticas de ciencia y tecnología, vinculado

³ Cabe reconocer, durante este período, el esfuerzo de GRADE ya que mantuvo una base de datos con el mayor grado de actualización posible.

a la crisis del modelo de desarrollo endógeno, que acompañó a la que fue llamada la década perdida.

A la tercera etapa la hemos denominado como "nuevo auge de la problemática de los indicadores". En efecto, desde finales de 1994 se registra una intensa actividad en el campo de los indicadores, que se puso de manifiesto en el taller Iberoamericano convocado por la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), en la posterior creación de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), por parte del programa CYTED, en la aprobación del proyecto regional de indicadores por la OEA y en la creación de la Cátedra UNESCO de Indicadores de Ciencia y Tecnología, creada por convenio entre la organización internacional y la UNQ. Ciertos rasgos novedosos caracterizan esta etapa:

- (i) la generalización de la problemática o la extensión del fenómeno: veinte de los veintiún países iberoamericanos participan activamente de la RICYT (excepción hecha de Nicaragua);
- (ii) la preocupación por la normalización, que se expresa en la búsqueda de una norma latinoamericana compatible con el Manual Frascati pero que al mismo tiempo sea capaz de dar cuenta de las peculiaridades locales;
- (iii) la efectiva producción de un volumen de indicadores comparables que reflejan al situación de 16 países;
- (iv) la problemática en esta ocasión es asumida no solamente por los ONCYT responsables de producir información, sino también por investigadores pertenecientes al ámbito de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología que procuran caracterizar los procesos de base que deben ser expresados por los indicadores.

4. Líneas de trabajo actuales sobre indicadores de CyT en América Latina

La prehistoria del Manual Frascati pone en evidencia que los estudiosos de la ciencia y la tecnología en los países pertenecientes a la OCDE llevaron a cabo una reflexión profunda acerca de la naturaleza de los indicadores y de los

procesos a los que ellos remiten, que sirvió como base a los acuerdos establecidos en cada manual. Grupos de trabajo en los que participaron destacadas personalidades y en los que Christopher Freeman fue uno de los más activos allanaron el camino al primer Manual Frascati. Ambiciosos proyectos como el "Technology and Economy Program (TEP)" de la OCDE nutrieron de contenido teórico los acuerdos expresados en el Manual de Oslo.

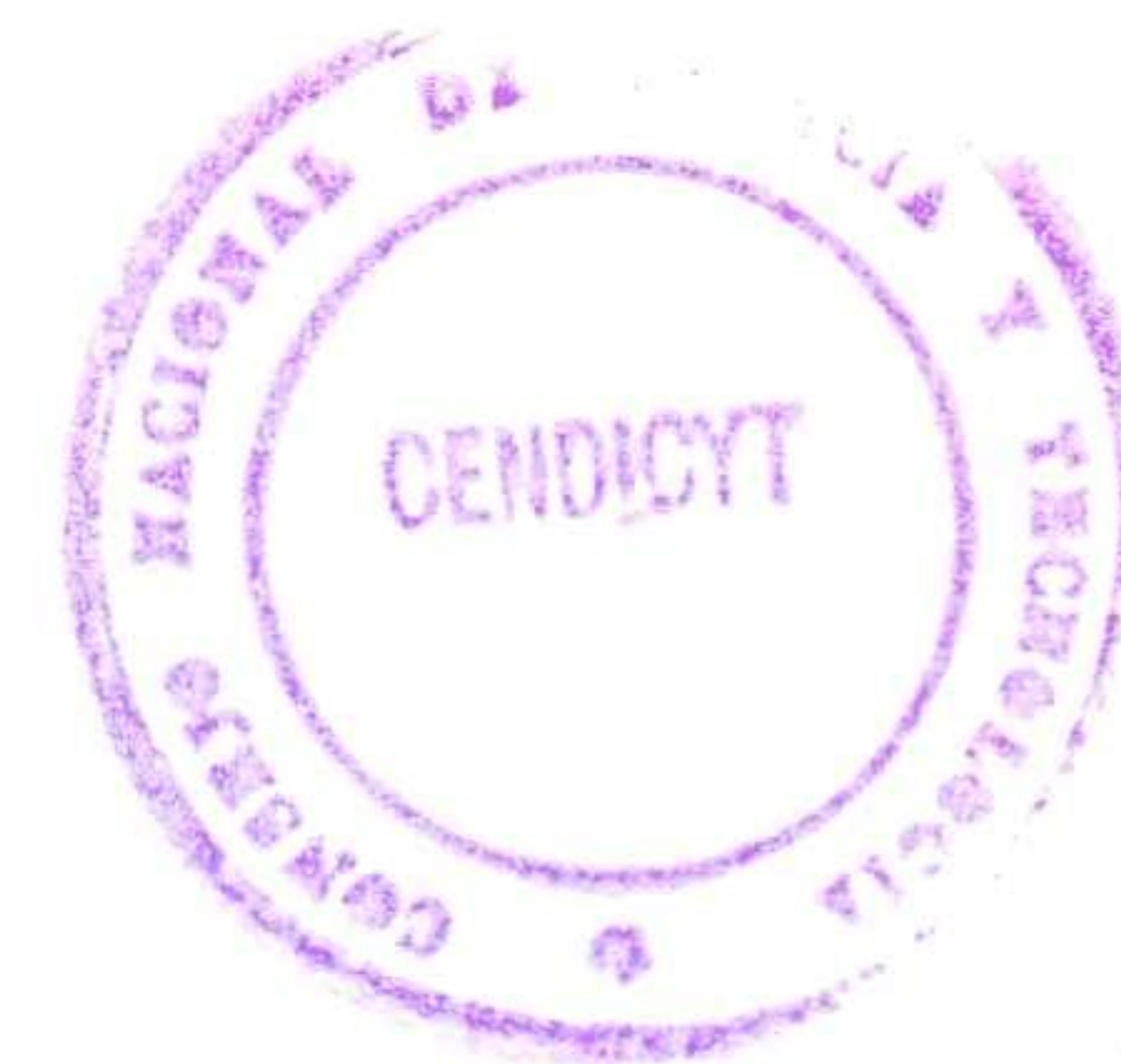
El camino que están recorriendo los países de América Latina en estos últimos años, muestra algunos rasgos similares. En muchos sentidos la experiencia latinoamericana ha conducido a los países de la región a recelar de las compras de paquetes "llave en mano". Esto se aplica al campo de los indicadores, en donde la transposición mimética no resulta factible porque la estructura social y económica de las actividades de generación, transmisión y aplicación del conocimiento es diferente a la de los países de la OCDE.

La paradoja en este campo es similar a otros planos de la realidad social, en los que se juega la dialéctica relación entre lo global y lo local. ¿Cómo construir indicadores de ciencia y tecnología que cumplan el doble requisito de ser comparables internacionalmente y dar cuenta al mismo tiempo de las peculiaridades locales o regionales? Tal es el desafío intelectual en cuya resolución están empeñados los miembros activos en la RICYT.

El método de trabajo adoptado para cumplir con este propósito es el de los "talleres" temáticos, jalonados por grandes talleres periódicos en donde las distintas problemáticas son tratadas en forma conjunta⁴. Los talleres temáticos realizados o agendados hasta la fecha se refieren a

- a) producción de indicadores básicos interamericanos/iberoamericanos,
- b) indicadores de insumo,
- c) indicadores de innovación,
- d) indicadores bibliométricos,

⁴ El Primer Taller Iberoamericano sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología se llevó a cabo en noviembre de 1994 en la Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. El segundo se efectuó en Cartagena de Indias, Colombia, en abril de 1996 y el tercero en Santiago de Chile en octubre de 1997. Está programado un cuarto taller para su realización en México durante 1998.



e) indicadores de impacto social.

a) producción de indicadores básicos interamericanos/iberoamericanos

El punto de partida de esta nueva etapa de producción de indicadores en la región consistió en determinar un número limitado de parámetros básicos que permitiera caracterizar en trazos gruesos la posición de cada país en materia de capacidades científicas y tecnológicas globales y establecer cierto peso relativo de la atención prestada hacia estas políticas frente a las restantes actividades sociales. A este fin apuntan los clásicos indicadores de comparación del gasto en ciencia y tecnología con el producto bruto interno (PBI) y la masa de científicos e ingenieros dedicados a I+D en relación a la población económicamente activa (PEA). En 1995, en el marco de un taller convocado por la OEA en la sede de la National Science Foundation se acordó que el primer relevamiento se llevaría a cabo sobre doce indicadores que dieran cuenta de dimensiones generales, tales como la población y el PBI de cada país, los indicadores de insumo más tradicionales (gasto en I+D y recursos humanos involucrados en tales actividades), así como información sobre patentes como único indicador de resultado. La recolección de la información y su evaluación crítica estuvo a cargo de la RICYT y se llevó a cabo durante el resto de aquel año. A principios de 1996 se editó el primer volumen del libro "Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericanos / Interamericanos", en el que se contenían dichos datos y algunos cruces tradicionales en esta materia, tales como la estimación del gasto como porcentaje del PBI y el número de científicos e ingenieros como porcentaje de la PEA. Este primer volumen fue un suceso en América Latina y resultado directo de él fue una intensificación de las tareas de la RICYT.

A finales de 1996, un segundo taller realizado en Sao Paulo tuvo por objeto revisar la metodología utilizada y los resultados obtenidos en términos de información disponible. El problema metodológico más destacable se refería a la definición de las actividades a relevar, adoptándose la distinción

originariamente perteneciente a UNESCO entre investigación y desarrollo (I+D) y actividades científicas y tecnológicas (ACT). Otros acuerdos metodológicos se refirieron específicamente al modo de contabilizar los recursos humanos, determinando el conjunto de actividades pertinentes.

Producto del taller de Sao Paulo fue una nueva normativa en base a la cual se inició el segundo relevamiento correspondiente a un nuevo año en las series informativas. Algunos países (dependiendo ello de la actualización de sus sistemas de información científica y tecnológica) han proporcionado datos correspondientes a 1995 y otros consiguieron suministrar información muy reciente, relativa a 1996. Los datos obtenidos hasta la redacción de este informe permiten una confirmación preliminar de la hipótesis de que el auge de los indicadores se corresponde con una mayor atención prestada a las políticas de ciencia y tecnología e innovación. En efecto, varios de los países presentan importantes incrementos en sus presupuestos destinados a ciencia y tecnología, como se presenta en las tablas anexas.

b) indicadores de insumo

Los indicadores de insumo constituyen el conjunto básico de informaciones obtenidas en forma comparable por todos los países, en forma ajustada a la norma básica del Manual Frascati. Estos indicadores de nivel macro responden en su diseño al concepto de "sistema", al enfoque productivista de la relación *input-output* y al denominado "modelo lineal" que concibe el proceso de producción y aplicación del conocimiento como una serie de etapas secuenciales y necesarias desde la investigación básica hasta la tecnología, pasando por la investigación aplicada y el desarrollo experimental.

Es notorio que el "modelo lineal" se encuentra seriamente cuestionado por los estudiosos de los procesos de cambio tecnológico y que una consecuencia de ello es la búsqueda de nuevos indicadores (como los de innovación, a los que se refiere el siguiente apartado); no obstante ello, en la gestión de las actividades de I+D sigue siendo utilizado y los indicadores basados en Frascati

se han constituido en la información básica que elabora cada país para identificar su posición relativa en materia de ciencia y tecnología.

En razón de su carácter básico, los indicadores de insumo (particularmente los referidos al gasto y a los recursos humanos) constituyen un dimensionamiento básico de las actividades científicas y tecnológicas en cada sociedad. Sin embargo su poder explicativo es bajo y, a menos que estén convenientemente desagregados, no dan cuenta de las diferenciaciones internas subyacentes.

En su aplicación a América Latina los indicadores de insumo, a pesar de su simplicidad, requieren de algunos estudios de base y convenciones específicas en razón de que las actividades científicas y tecnológicas son más difíciles de caracterizar, y el modelo lineal no reproduce los procesos locales de producción y aplicación de conocimiento sino que, en el peor de los casos, se transforma en un modelo normativo al que los países tratan de adaptar sus políticas y que enmascara las características reales de los procesos. La determinación de los flujos internos del "sistema" cuestiona la vinculación efectiva entre las supuestas etapas, determinando formas de organización que para ser caracterizadas deben ser estudiadas empíricamente. Por otra parte, la estructura del empleo y los perfiles institucionales en la mayor parte de los países de América Latina hace difícil la identificación directa de los actores. Es difícil definir directa precisamente el perfil de un investigador en el contexto de nuestra región.

Para examinar estos problemas la RICYT convocó a un taller que se llevó a cabo en Washington a finales de 1996. De él que surgió un documento normativo que constituye una primera aproximación a una norma latinoamericana en esta materia.

c) indicadores de innovación

A partir de la reestructuración de la economía industrial acontecida desde la segunda mitad de los años setenta, en los países centrales se produjo un auge de enfoques neo-schumpeterianos que ponían el acento en los procesos de innovación industrial como base de la competitividad y el crecimiento

económico. Desde entonces, las políticas de estímulo a la innovación fueron ocupando paulatinamente el espacio de las antiguas políticas en ciencia y tecnología, a la par que los enfoques basados en la demanda fueron reemplazando a los enfoques basados en la oferta de conocimientos. La implementación de estas nuevas políticas dio lugar a una fase de experimentación durante la cual, en el contexto de las sociedades industrializadas se realizó un esfuerzo analítico de tales procesos y sus elementos dinamizadores.

Obviamente, para la gestión de las políticas de innovación y la evaluación de los resultados de sus aplicación fue preciso contar con indicadores *ad hoc*, y en este punto el Manual Frascati mostró sus limitaciones. El largo camino que precedió a la primera edición del Manual de Oslo (1992) estuvo jalonado de numerosas discusiones acerca de los aspectos elementales y los actores del proceso innovador. Del carácter preliminar de los acuerdos expresados en el Manual de Oslo habla a las claras el hecho de que, al cabo de pocos años, debió ser revisado. En 1996 fue concluida su segunda versión.

Si la transposición de las especificaciones del Manual Frascati a América Latina implicaba la necesidad de llevar a cabo una serie de reflexiones auxiliares, en el caso de las normas y recomendaciones contenidas en el Manual de Oslo tal reflexión se hace más necesaria. Esto es así en razón de que (a excepción de los sectores más dinámicos y transnacionalizados) los procesos productivos locales concuerdan en muy escasa medida con las caracterizaciones básicas surgidas de la observación de estos procesos en los países industrializados⁵. Por este motivo la RICYT convocó a un taller sobre indicadores de innovación que se llevó a cabo en Bogotá, en marzo de 1997, en el que se compararon las primeras encuestas nacionales sobre indicadores de innovación correspondientes a Colombia, Venezuela, México y Chile. En este taller se sentaron las bases para un trabajo de normalización y se avanzó en el

⁵ El artículo de Andrés López y Gustavo Lugones publicado en REDES volumen 4 número 9 presenta una reseña muy minuciosa de esta problemática.

diseño de un proyecto de investigación tendiente a identificar especificidades del proceso innovador en América Latina.

d) indicadores bibliométricos

Los indicadores bibliométricos constituyen la herramienta de uso más generalizado para la medición de la producción científica. El *Science Citation Index* y el *Social Science Citation Index*, producidos por el *Institute for Scientific Information (ISI)* de Philadelphia, son las bases de datos de uso más amplio y sobre cuyos registros se construyen indicadores de número de publicaciones, frecuencia de citas e impacto científico. Otras bases bibliométricas, como la francesa *PASCAL*, reúnen un amplio número de publicaciones, en algunos casos complementario de las registradas por el ISI, pero presentan algunas dificultades operativas para ser utilizadas en la producción de indicadores bibliométricos.

A pesar de la existencia de un amplio consenso en la materia, es controvertida la aplicación de indicadores bibliométricos basados en tales fuentes a la producción científica Latinoamericana, debido a que no necesariamente sigue los mismos caminos hacia la publicación en cierto tipo de revistas que en otras partes del mundo. No todas las disciplinas en América Latina (particularmente las ciencias sociales) tienen en sus pautas culturales la publicación de resultados y comunicaciones científicas en las revistas registradas por el ISI. Tampoco la mayor parte de las revistas científicas latinoamericanas tienen las características necesarias para su inclusión en las bases de datos internacionales de mayor alcance ni ajustan sus procedimientos a las pautas editoriales que allí se establecen como condición necesaria.

En cualquier caso, las áreas más consolidadas o "internacionalizadas" de la ciencia latinoamericana aceptan crecientemente la utilización de indicadores bibliométricos. Estos, a pesar de las dificultades señaladas, no son fácilmente reemplazables como indicadores de medición de resultados. Por ello, la RICYT

ha abierto el debate sobre este tema y lo incluyó en la agenda del Tercer Taller Iberoamericano sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología.

e) indicadores de impacto social

El paradigma de las economías competitivas hizo poner la atención en los procesos de innovación y en el intento de caracterizar los distintos modelos de incorporación del conocimiento a la actividad productiva. De tal manera, la rentabilidad social de la ciencia y la tecnología se confunde con su rentabilidad económica. La situación de los países de América Latina, acuciados por problemas sociales de gran intensidad y escasamente dotados de recursos asignables a la ciencia y la tecnología conduce a la necesidad de examinar criterios que permitan evaluar sus resultados en términos de beneficio social.

Los indicadores de impacto social de la ciencia y la tecnología son necesarios para la toma de decisiones en nuestras sociedades, pero su construcción requiere un gran esfuerzo de reflexión. No existen normas internacionales adaptables, al respecto. Esto se debe a que el tema no ha merecido atención prioritaria en los países que fueron capaces de producir los acuerdos metodológicos expresados en la familia Frascati. El terreno está abierto a una contribución original por parte de las sociedades latinoamericanas, y para ello la RICYT tiene agendada a corto plazo la realización de un taller destinado a desbrozar la maleza de esta problemática.

5. Reencuentro de la política con la gestión

Encandilados por los fenómenos derivados de la *big science* y apremiados por la urgencia del desarrollo, los países de América Latina dedicaron algunos esfuerzos a la política científica en los años de la posguerra. El desencanto posterior a la crisis hizo mella en el prestigio de esta política y deterioró la conciencia de su necesidad. La "gestión" tecnológica apareció entonces como una nueva doctrina realista y pragmática que permitía cumplir con todo



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONCYTEC

INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGIA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

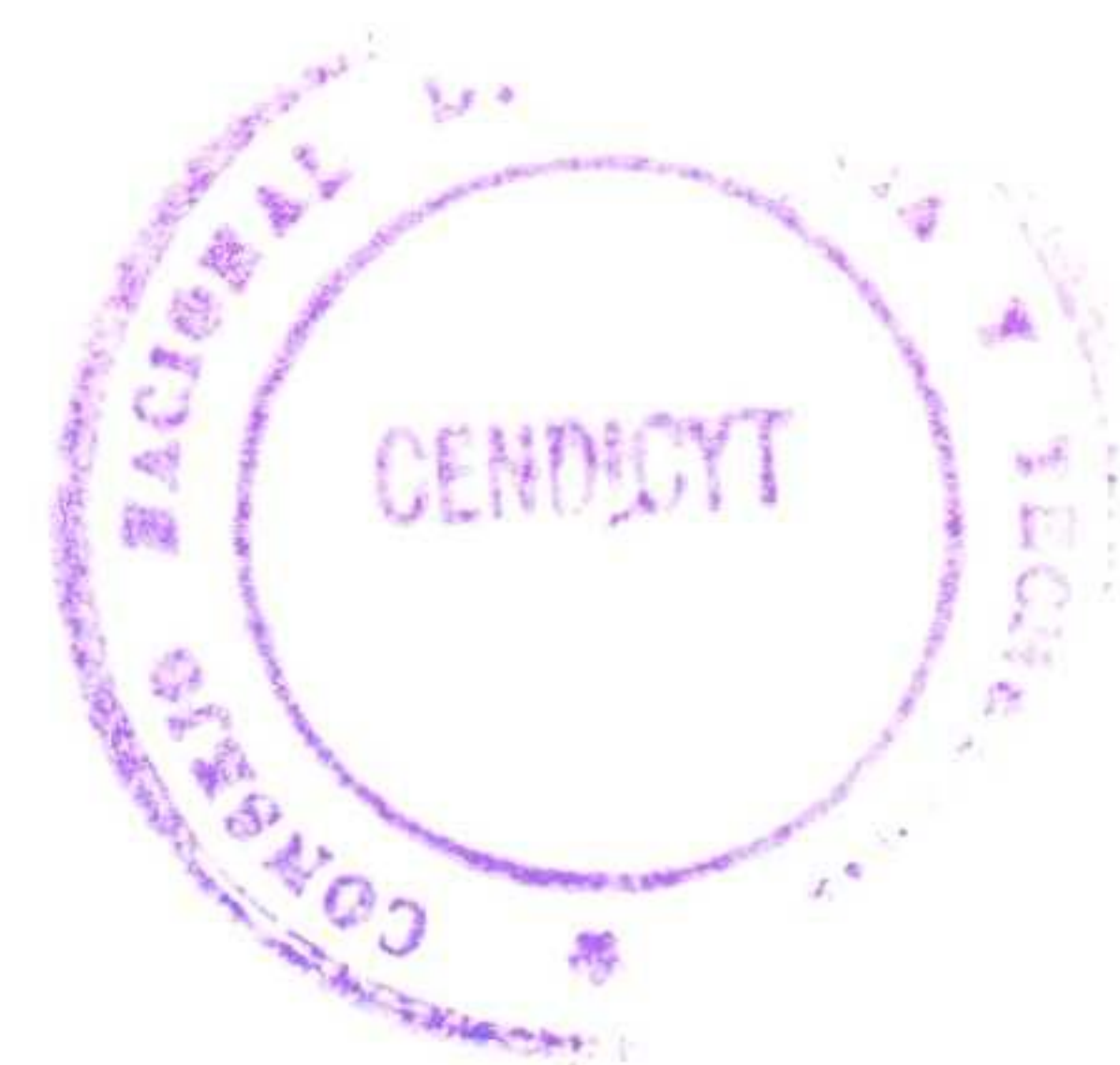
Eco. Mariano Cucho E.
Dirección de Indicadores de Ciencia y Tecnología

MISIÓN

Proporcionar Indicadores de
Ciencia y Tecnología confiables y
oportunos para la toma de
decisiones de los Agentes del
Desarrollo

INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

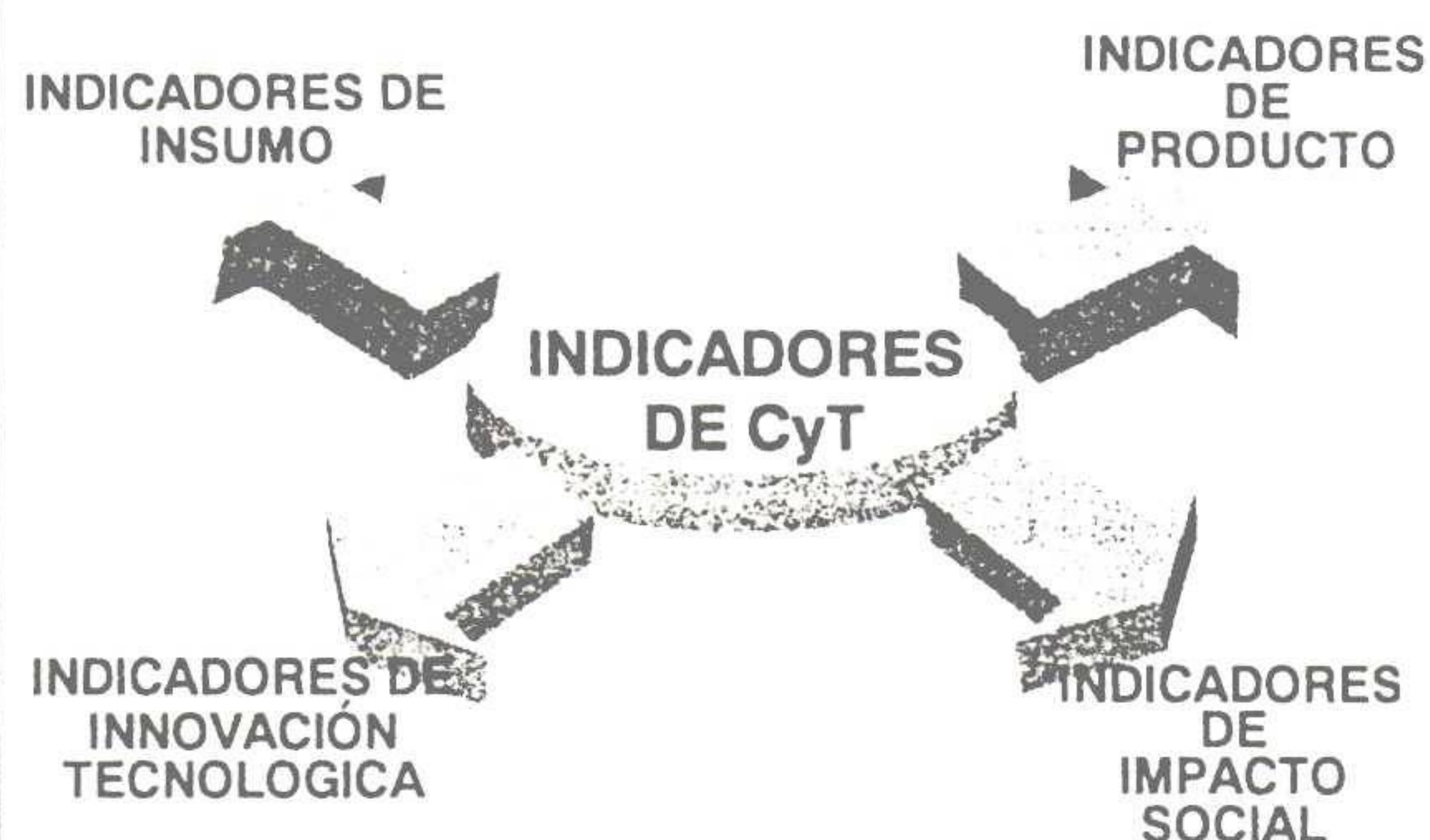
"Los Indicadores de Ciencia y Tecnología, como resultados de las estadísticas de C y T, vienen a ser unidades cuantitativas de medición de los parámetros que definen el Estado y las dinámicas de los sistemas de investigación y tecnología"; estos instrumentos sirven además, para medir el impacto económico y social de las Actividades Científicas y Tecnológicas así como para determinar el nivel de desarrollo de la región.



La construcción de indicadores de Ciencia y Tecnología se realiza a Nivel Mundial, aplicando las metodologías diseñadas por la UNESCO y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE. Estas metodologías que se compilan en lo manuales de la “Familia Frascati”, proponen en términos generales definiciones, estrategias y herramientas para la recolección de la siguiente información:

- * Indicadores de Insumo
- * Indicadores de Producto
- * Indicadores de Innovación Tecnológica
- * Indicadores de Impacto Social
- * Indicadores de Impacto Ambiental

Tipos de Indicadores de C y T



Indicadores de Insumo

Miden los “input” de la Investigación y Desarrollo (I+D) y las Actividades de Ciencia y Tecnología (ACT).

Los indicadores de insumo tradicionales se basan en la medición de:

- Gastos en investigación y desarrollo (porcentaje del presupuesto total).
- Gasto en Actividades Científicas y Tecnológicas.
- Personas dedicadas a actividades científicas y tecnológicas.
- Número de instituciones dedicadas a I+D.
- Capacitación de investigadores, etc.

Indicadores de Producto

Estos indicadores miden los resultados de las Actividades Científicas y Tecnológicas.

Los productos de la ciencia son medidos indirectamente y principalmente mediante los:

- Indicadores bibliométricos
- Patentes

Indicadores de Impacto Social

Estos indicadores sirven para medir el impacto de la Ciencia y la Tecnología en la sociedad.

El análisis del impacto de la Ciencia y la Tecnología conduce a la interrogación sobre las áreas de I+D que contribuyen más directamente al desarrollo social.

Estos parámetros justificarán o fundamentarán las políticas de C y T de una sociedad.

**INDICADORES DE
INNOVACIÓN
TECNOLÓGICA**

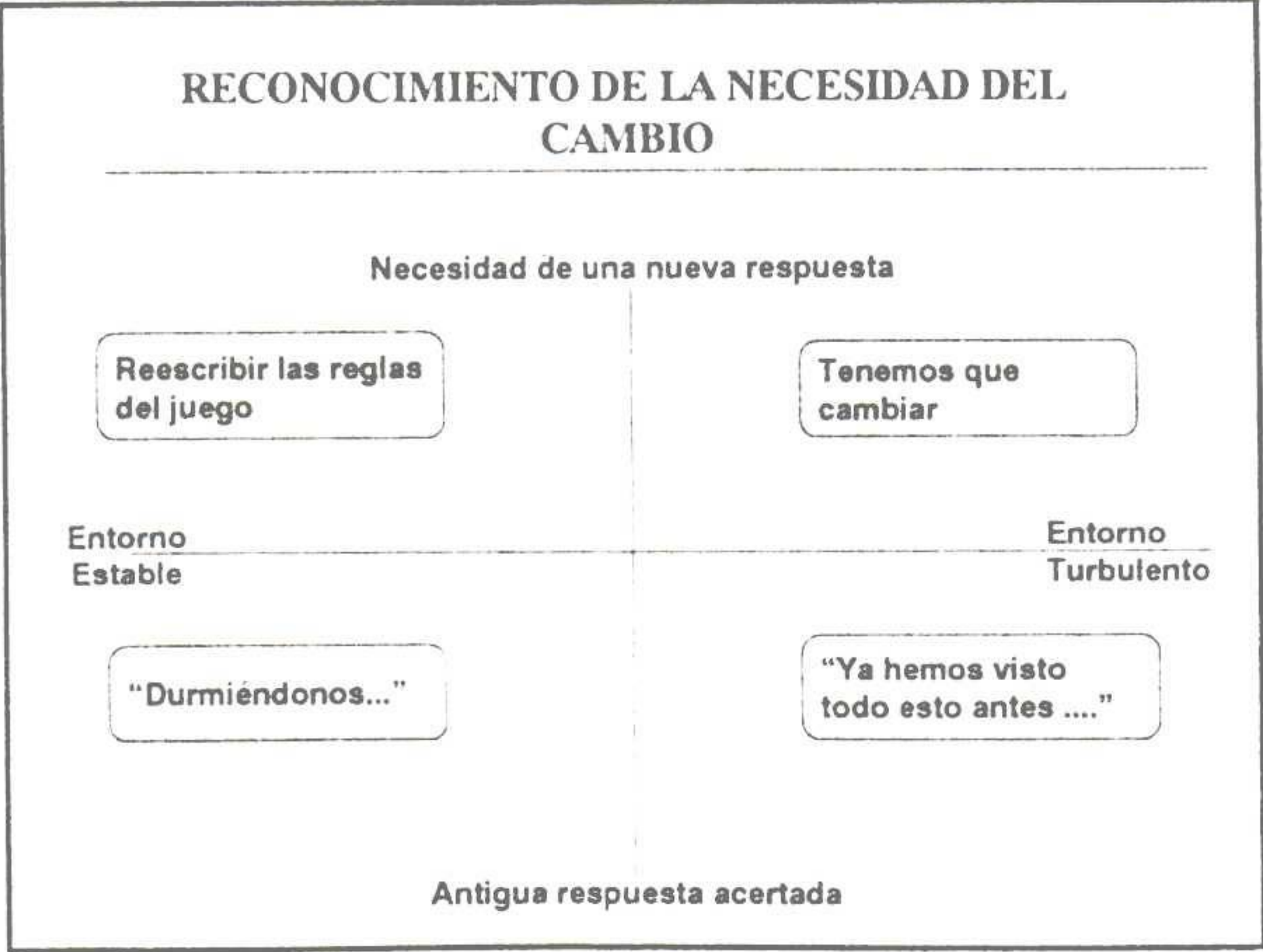
INNOVACIÓN

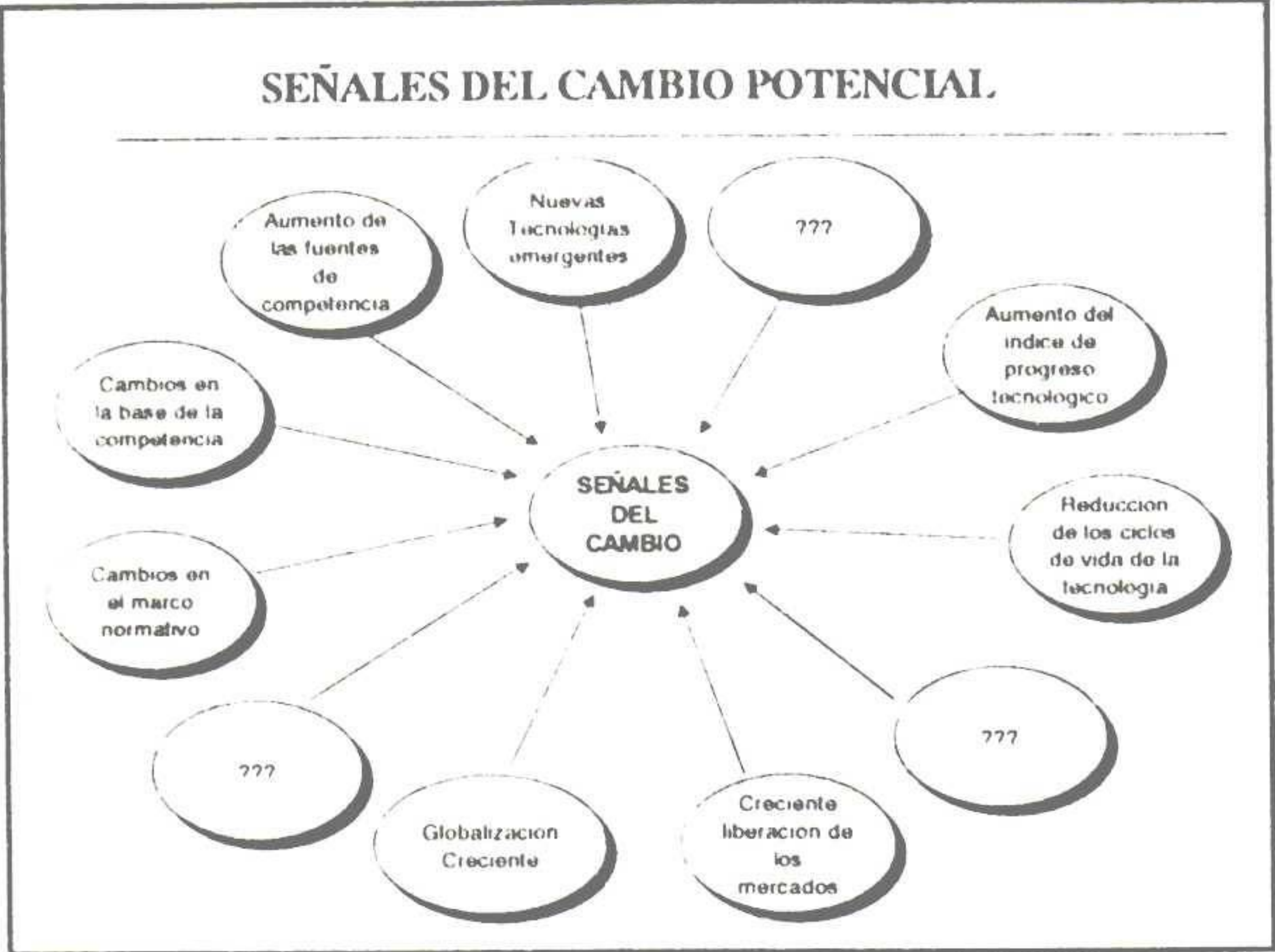
La innovación = invención + explotación

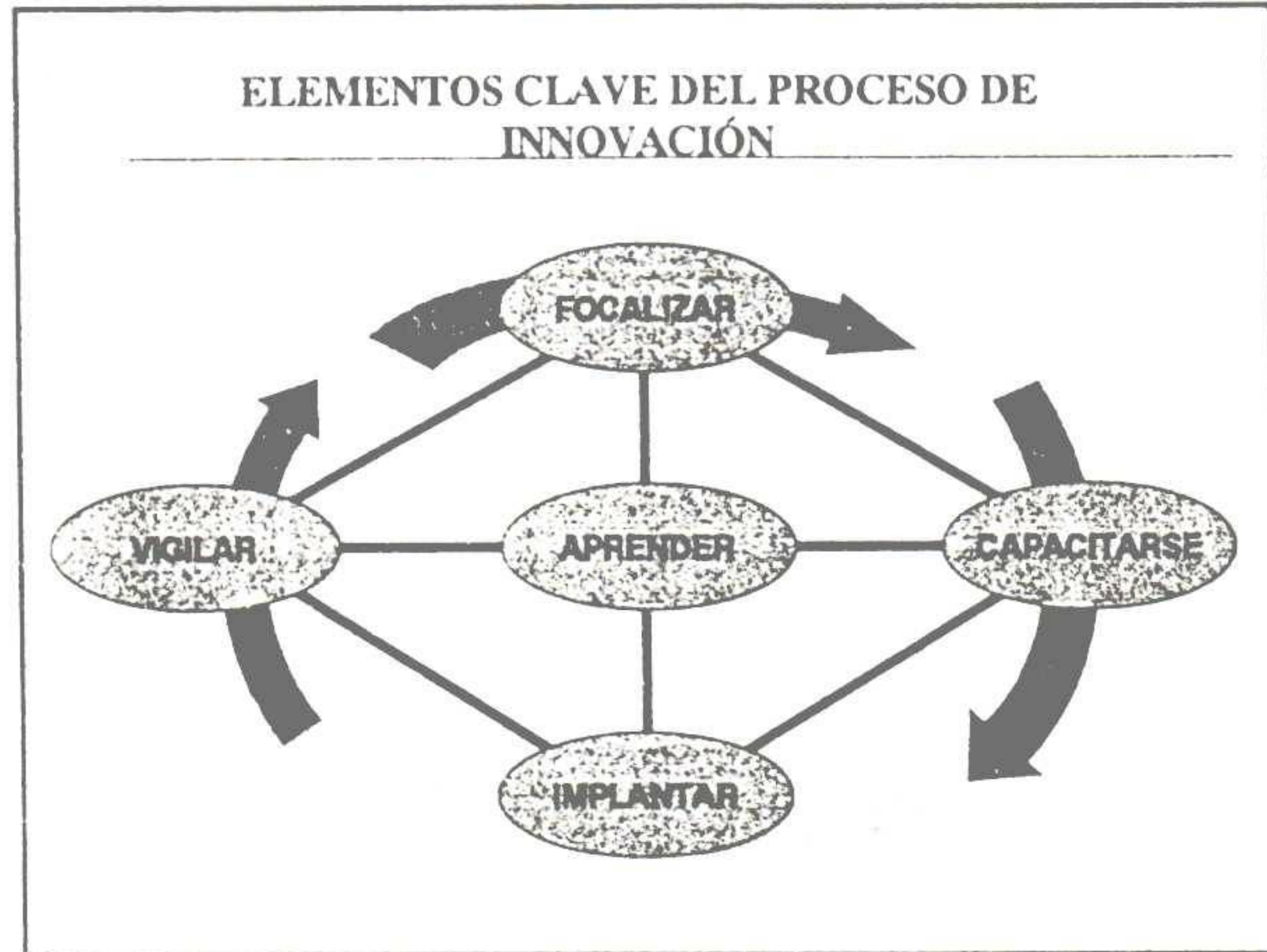
Invención: esfuerzos dirigidos a crear nuevas ideas y ponerlos en funcionamiento.

Explotación: fases de desarrollo comercial, de aplicación y de transferencia.

La innovación esta determinada por la transformación de lo que se ha inventado, tanto en los procesos de fabricación como en el mercado.







ELEMENTOS CLAVE DEL PROCESO DE INNOVACIÓN

VIGILAR: Vigilar las señales: explorar y buscar en el entorno para identificar y procesar las señales o indicios de una innovación potencial.

FOCALIZAR: Desarrollo de una respuesta estratégica: seleccionar estratégicamente aquellos aspectos en los que la organización se decide y compromete a asignar recursos.

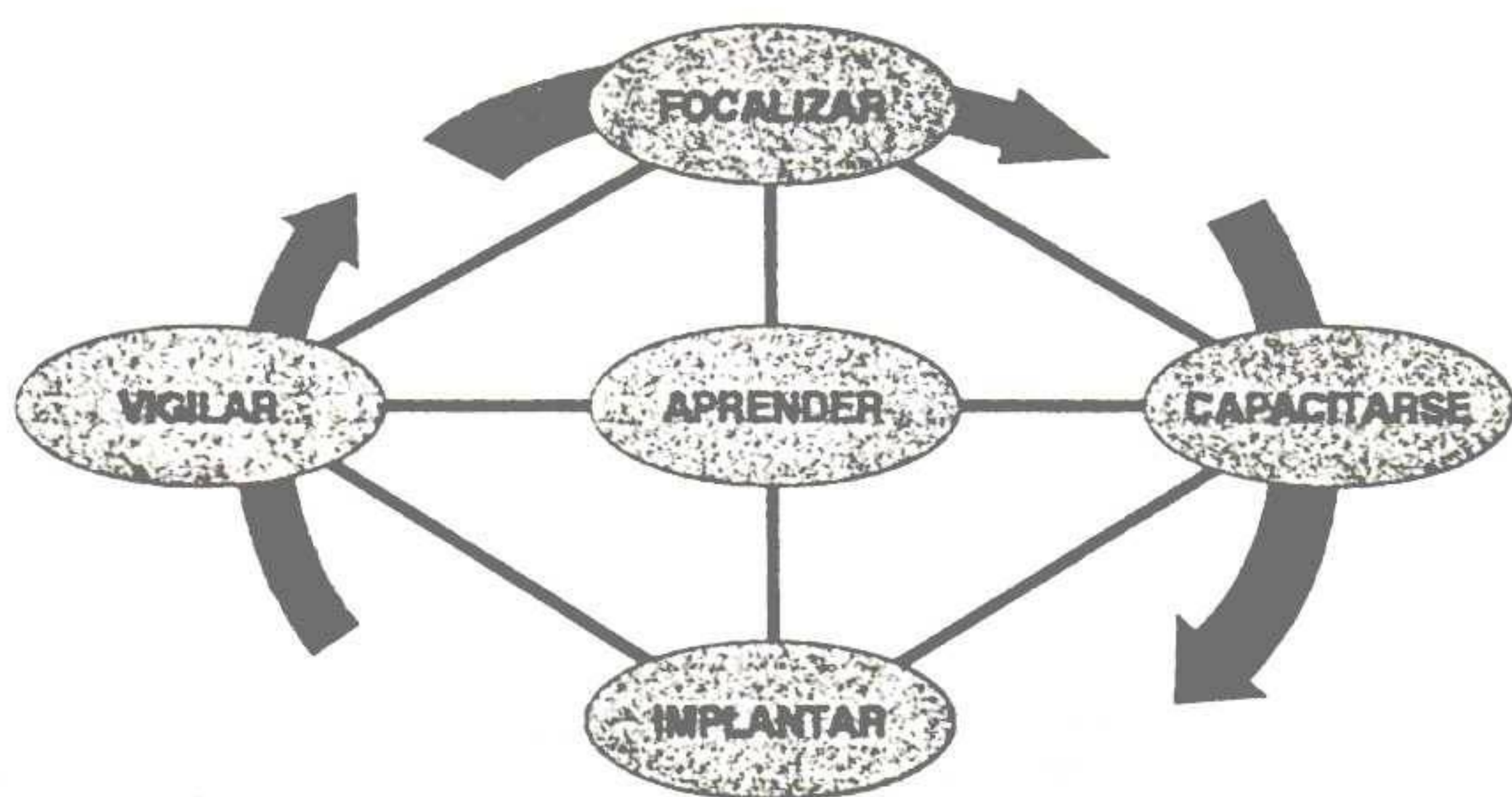
CAPACITARSE: Adquirir el conocimiento necesario: una vez que se ha elegido una opción, las organizaciones tienen que dedicar la capacidad y recursos necesarios para ponerla en práctica.

ELEMENTOS CLAVE DEL PROCESO DE INNOVACIÓN

IMPLANTAR: Implantar la solución: finalmente, las organizaciones tienen que implantar la innovación, partiendo de la idea y siguiendo las distintas fases de desarrollo hasta su lanzamiento final.

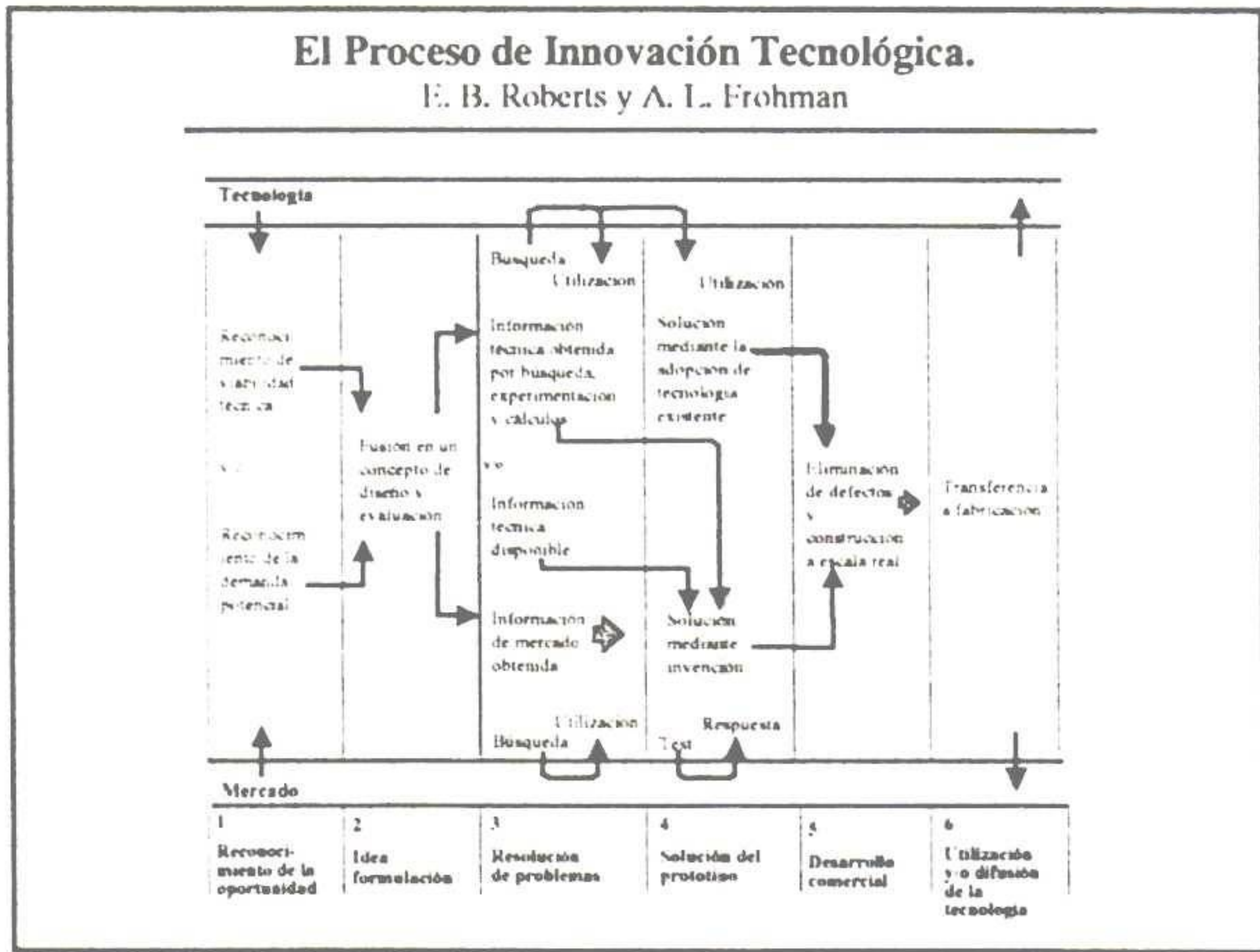
APRENDER: El aprendizaje: este quinto elemento refleja la necesidad de reflexionar sobre los elementos previos y revisar las experiencias de éxitos o fracasos.

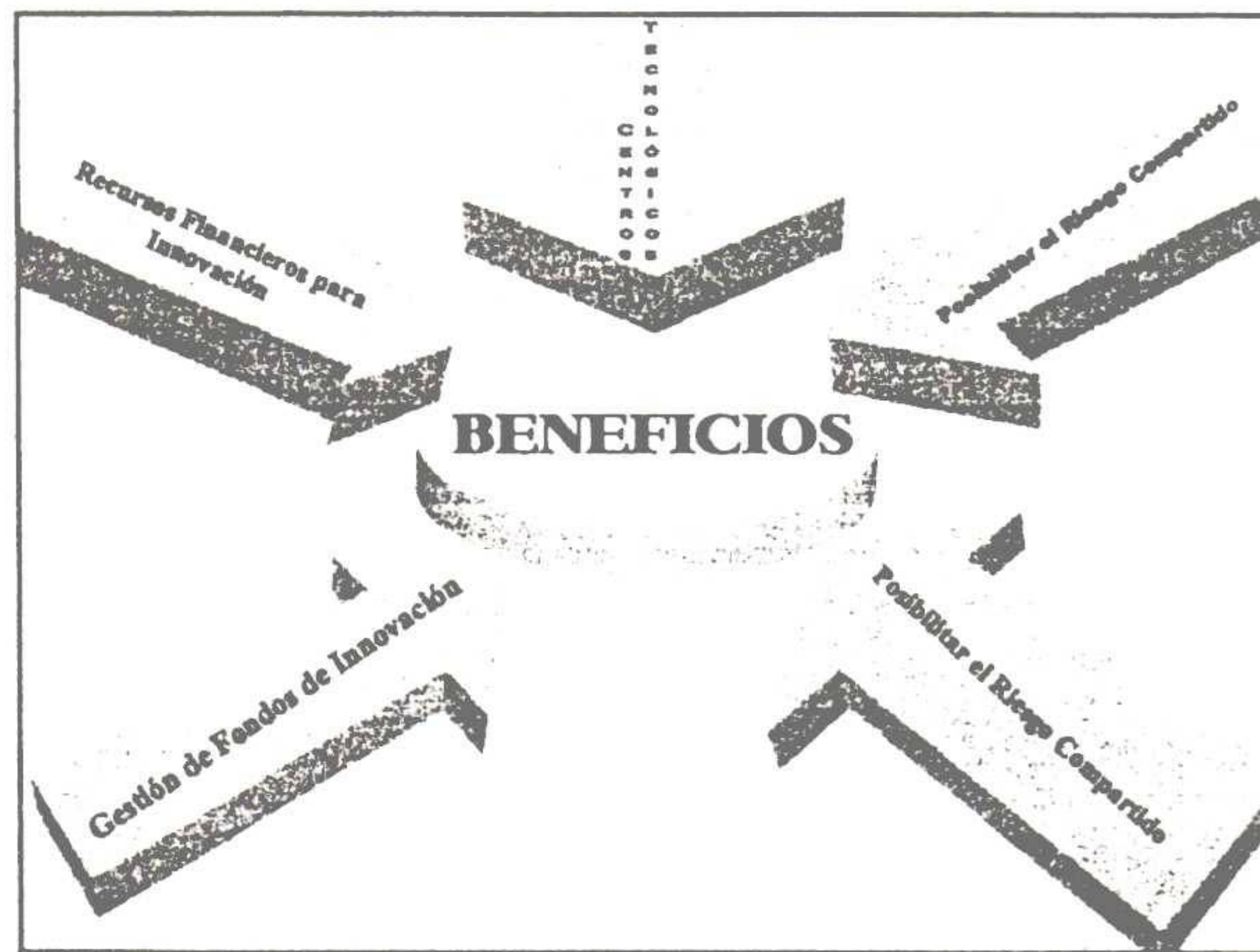
ELEMENTOS CLAVE DEL PROCESO DE INNOVACIÓN



MODELOS DE PROCESOS DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA







Indicadores de Innovación Tecnológica:

La innovación científica y tecnológica puede ser considerada como la transformación de una idea en un producto nuevo o mejorado introducido en el mercado, o en un proceso operativo nuevo o mejorado utilizado en la industria o el comercio o en un nuevo método de servicio social.

INNOVACIÓN DE PRODUCTO

Por *nuevo producto* se entiende un producto que presenta diferencias significativas respecto a los fabricados anteriormente en cuanto a su finalidad, prestaciones, características propiedades teóricas o materias primas y componentes utilizados en su fabricación o bien un producto existente cuyos resultados han sido sensiblemente mejorados.

INNOVACIÓN DE PROCESO

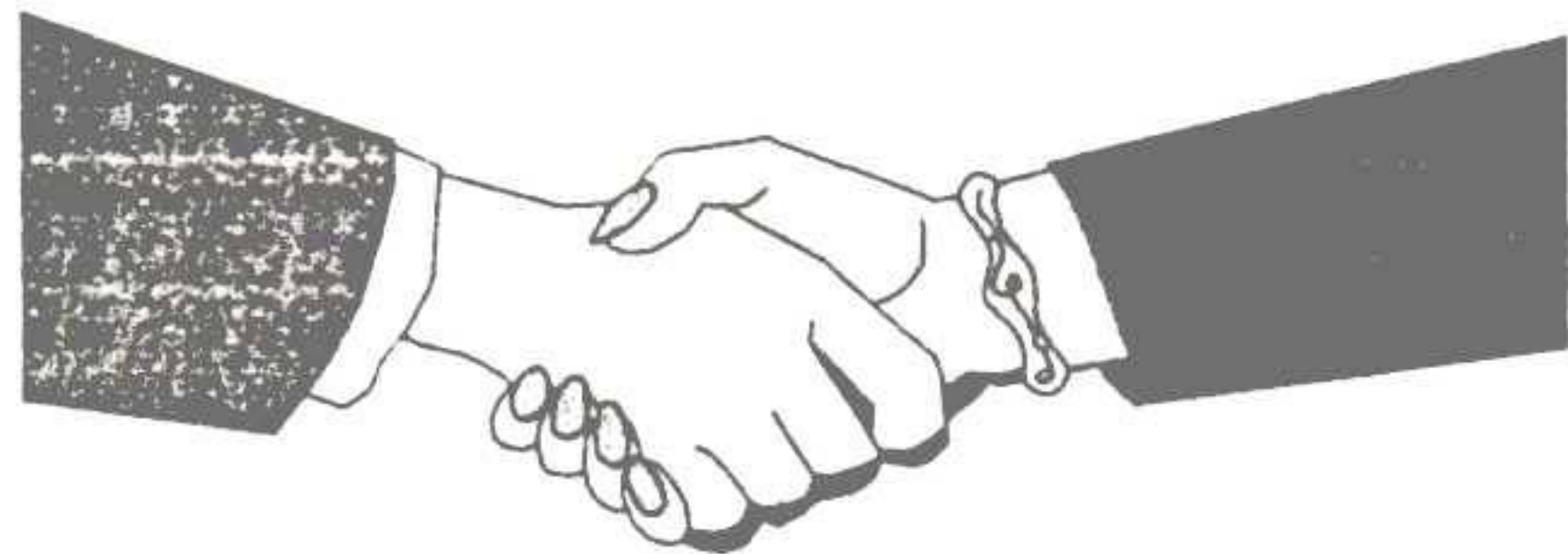
Por *nuevo proceso* se entiende a un método de producción nuevo o sensiblemente mejorado, mediante modificaciones en el equipo o en la organización de la fabricación o mediante estas dos modificaciones asociadas.

Algunos Indicadores de Innovación Tecnológica:

- ❑ Número de Instituciones que realizan actividades Innovadoras.
- ❑ Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología.
- ❑ Proyectos de investigación.
- ❑ Publicaciones.
- ❑ Gasto en Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.
- ❑ Innovación: Tipos, objetivos, fuentes de las ideas, ejecutores, dificultades, impacto.
- ❑ Tecnología de la información, etc.

**ENCUESTA DE CIENCIA,
TECNOLOGÍA E
INNOVACIÓN
TECNOLÓGICA**

**Convenio CONCYTEC - INEI, 2 de junio 2000
Resolución Jefatural Nº 155-2000-INEI, para la
aplicación de la Encuesta de Ciencia, Tecnología e
Innovación Tecnológica - 1999**



RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Indicadores de Innovación Tecnológica:

- ❑ Número de Empresas Innovadoras.
- ❑ Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología.
- ❑ Proyectos de investigación.
- ❑ Publicaciones.
- ❑ Gasto en Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.
- ❑ Innovación: Tipos, objetivos, fuentes de las ideas, ejecutores, dificultades, impacto.
- ❑ Tecnología de la información, etc.

RECURSOS HUMANOS: Se refiere a los recursos humanos que laboran en el sector empresarial de acuerdo a diferentes características.

- **Personal que labora en el sector empresarial:**
 - Por sexo
 - Por área
 - Por nivel de calificación.
- **Personal que labora en el área de Investigación y Desarrollo en el sector empresarial:**
 - Por especialidad (clasificación de los campos científicos y Tecnológicos de la UNESCO)
 - Por sexo
 - Por cargo
 - Por grado de instrucción

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL: Esta sección está referida a la actividad científica y tecnológica en el sector empresarial

Número de proyectos de investigación ejecutados por el sector empresarial en 1999:

- Por tipo de la investigación (Básica, Aplicada, Desarrollo Experimental)
- Por especialidad (clasificación de los campos científicos y Tecnológicos de la UNESCO).

Número de proyectos de investigación en ejecución (no concluidas en 1999):

- Por tipo de la investigación (Básica, Aplicada, Desarrollo Experimental).
- Por especialidad (clasificación de los campos científicos y Tecnológicos de la UNESCO).

Inversión del sector empresarial en proyectos de investigación:



**ODA-PATRIMONIO
CONCYTEC
INVENTARIO
AÑO 2002**

ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍAS NO INCORPORADAS AL CAPITAL: Se refiere a las patentes, modelos de utilidad, marcas registradas, etc. adquiridos por las empresas.

- Número de empresas por tipo de tecnologías no incorporadas al capital.

GASTOS: Se refiere al gasto e inversión realizados por el sector empresarial en el desarrollo de actividades de ciencia y tecnología de acuerdo a lo especificado en el Plan Contable General Revisado (PCGR)

- Número del gasto en Ciencia y Tecnología con relación al gasto total de las empresas.
- Número del Gasto en I+D con relación al gasto total de las empresas.
- Gasto en ACT por fuente de financiamiento.
- Gasto en ACT por sector de ejecución.

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

- Número de empresas innovativas, por tipo de innovación que realizan, Inversión en actividades innovativas.
- Inversión en actividades innovativas por fuente de financiamiento.
- Objetivos que persiguen las empresas al realizar innovación por orden de prioridad. (Por qué y/o para qué realizan innovación la mayoría de las empresas?)
- Fuente de las ideas de innovación. (Dónde se origina la idea de innovar?)
- Ejecución de la innovación. (Quién ejecuta la innovación?). Por tipo de ejecutor.
- Dificultades para el proceso de innovación tecnológica en las empresas. (Cuál es el factor que dificulta a las empresas a realizar innovación tecnológica en el país?).
- Servicios tecnológicos solicitados por el sector empresarial en 1999

**MUCHAS
GRACIAS**

Internet:

www.concytec.gob.pe

Correo Electrónico:

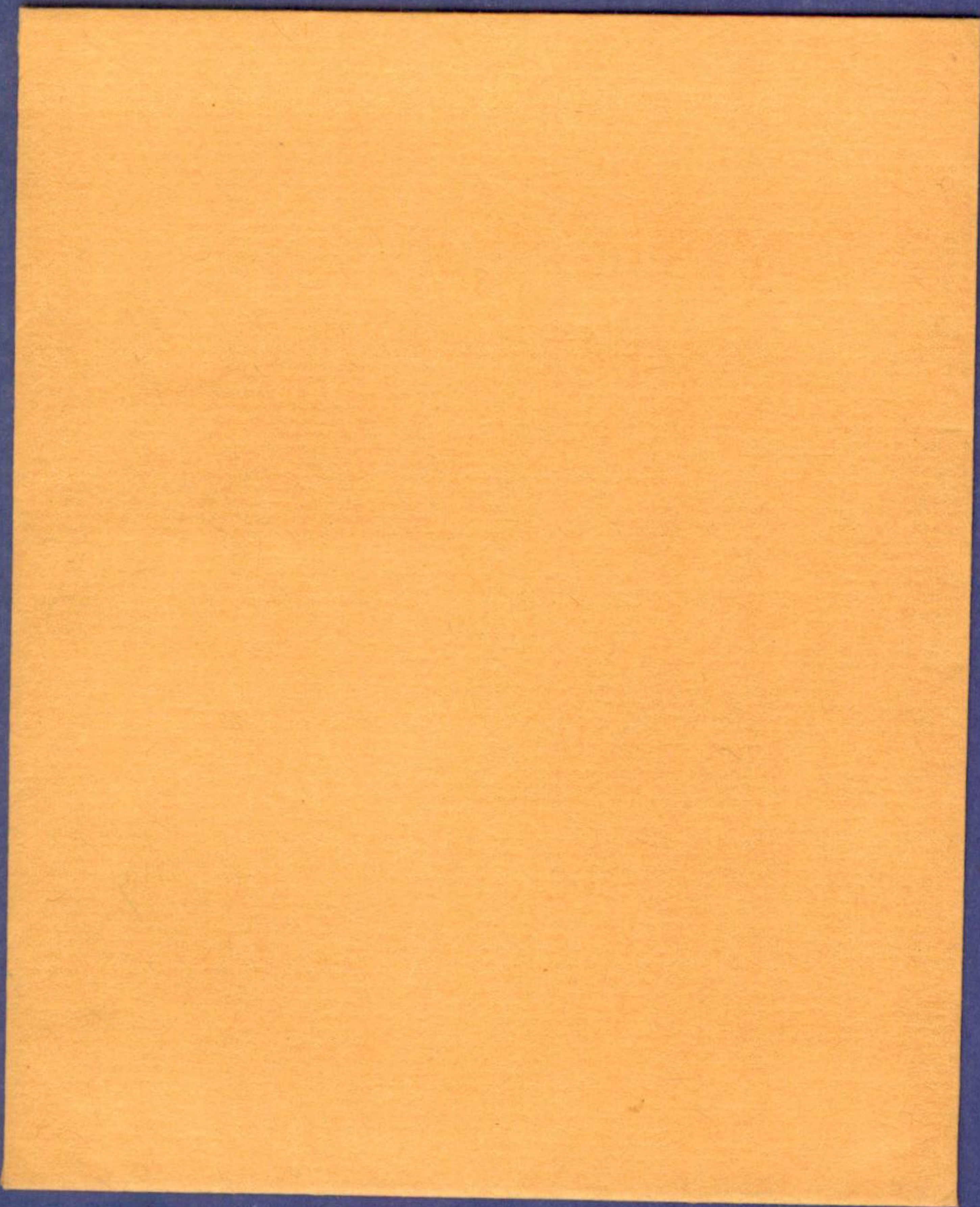
indicador@concytec.gob.pe

Teléfono (01)2251150 anxs. 171, 172

Fax (01)225 1150 anexo 198

Dirección CONCYTEC:

Calle del Comercio 197 - San Borja - Lima 41



2118

