

Aproximaciones a la evaluación del impacto social de la ciencia, la tecnología y la innovación

Approaches to social impact of science, technology and innovation

Yusnelkis Milanés Guisado^I; Francisco Manuel Solís Cabrera^{II}; José Navarrete Cortés^{III}

^IMáster en Bibliotecología y Ciencias de la Información. Departamento Bibliotecología y Ciencias de la Información. Facultad de Comunicación. Universidad de La Habana, Cuba.

^{II}Doctor en Economía. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía. Andalucía. España.

^{III}Doctor en Documentación. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía. Andalucía. España.

RESUMEN

Se revisa el estado del arte de la evaluación del impacto de la ciencia, la tecnología y la innovación en la sociedad. Se exponen los problemas identificados sobre la medición de impactos, así como las principales aproximaciones metodológicas realizadas con este propósito.

Se identifican dimensiones de análisis, alcance y limitaciones del campo social en el contexto de los estudios de evaluación. Los resultados contribuyen a una mejor comprensión de la problemática, así como al hallazgo de los indicadores necesarios para la medición de este tipo de impacto en la sociedad, cuyo tratamiento y normalización se encuentra en proceso de formación.

Palabras clave: Impacto, ciencia, tecnología, innovación, impacto social, indicadores, evaluación.

ABSTRACT

The state of the art of the evaluation of impact of the science, technology and innovation in the society, is outlined. There are exposed the problems identified on the measurement of impacts, as well as the principal methodological approaches realized with this intention. The dimensions of analysis, scope and limitations of the social field in the context of evaluation studies, are identified. The results contribute to a better comprehension of the problematic; as well as to the find indicators for the measurement of this type of impact in the society, whose treatment and normalization is in process of development.

Key words: Impact, science, technology, innovation, social impact, indicators, evaluation.

La investigación y el desarrollo tecnológico, así como la innovación, constituyen categorías sumamente influyentes en el crecimiento científico, económico y social de cualquier país.¹⁻³

En los diversos sistemas sociales y a nivel regional, los fondos destinados al fomento de la investigación y la innovación se han incrementado anualmente. Por un lado este incremento, y por otro la necesidad de obtener resultados verdaderamente útiles y de impacto social, demandan un replanteamiento de la dirección que debe asumir la evaluación de la investigación y el desarrollo (I+D) y la innovación para apoyar la toma de decisiones en materia de ciencia y tecnología, especialmente con respecto al establecimiento de prioridades en la distribución de los recursos financieros.

Esta dirección de los procesos de evaluación se asume como consecuencia lógica de la propia expansión y orientación de la ciencia y la tecnología hacia el beneficio social. Dicha orientación tiene sus orígenes en el siglo XVII con las primeras ideas de *Francis Bacon* al respecto, cuando proclamó la revolución de la ciencia en función del bienestar de los seres humanos. Siglos después, el informe de *Vannevar Bush*, en 1945, titulado *Ciencia, la frontera sin fin*, considerado un documento fundacional de la moderna política científica, planteaba la necesidad de que la ciencia cumpliera su misión ante la sociedad, que satisficiera las necesidades sociales del pueblo norteamericano, en un contexto de guerra mundial.

Estas primeras ideas constituyen uno de los sustentos básicos de la política científica y tecnológica actual. La evaluación debe orientarse, por tanto, al desarrollo de nuevos indicadores y metodologías que permitan avanzar en el conocimiento de la medida en que estas promesas se cumplan. Precisamente evaluar ese cumplimiento y en qué medida es, en términos muy generales, lo que podría denominarse como el análisis del "impacto social de la ciencia y la tecnología".⁴

Tradicionalmente, se ha evaluado el denominado impacto científico o en el conocimiento sobre la base de los resultados de la actividad científica y tecnológica, y para esto se ha utilizado el análisis de los niveles de citación que reciben los trabajos científicos.⁵⁻¹³ Este tipo de impacto se analiza desde y en la comunidad científica, entre los mismos agentes generadores y consumidores de conocimientos científicos. Se centra, por tanto, en el impacto que ejerce la ciencia sobre la propia

ciencia o en el conocimiento y no comprende las dimensiones sociales referidas a la economía, salud, medio ambiente, seguridad social, pobreza, empleo, etcétera.

Con respecto al impacto económico, se han revisado fundamentalmente los efectos directos de la innovación en la productividad y la competitividad de las empresas, y se han asociado con variables como ventas, costos, productividad, empleo, etcétera. En este tipo de impacto los usuarios son las empresas, y la perspectiva central es la constitución de un actor económico o la presencia de un mercado. La relación de indicadores propuestos por organismos internacionales, como la *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT) en los manuales de OSLO y Bogotá, respectivamente, evidencia un campo en proceso de consolidación.¹⁴

Sin embargo, la ausencia de indicadores concretos sobre una base conceptual sólida y normalizada para medir cuál es el impacto y contribución real de lo que se investiga e innova en la sociedad, a pesar de lo complejo que puede resultar, porque se trata del uso, difusión y apropiación social del conocimiento, demanda de los organismos internacionales el fomento de la investigación en este terreno.

Nos proponemos, por tanto, tratar las principales nociones de impacto, asociado esencialmente con el «campo social»; identificar los principales enfoques metodológicos y las dimensiones de análisis para su evaluación y, por último, reflexionar en torno al estado actual de los indicadores con este propósito.

CONDICIONANTES Y ENTORNO FAVORECEDOR

En los últimos años, el enfoque de las políticas en ciencia y tecnología ha cambiado. Se observa una sustancial transformación en la forma de entender estas políticas de innovación tecnológica surgidas a inicios de los años 80. En una segunda fase de estas políticas, se impuso la preocupación por la dimensión no tecnológica necesariamente, y se identificaron las barreras del modelo lineal de la innovación*, todas ellas responsables de la denominada "paradoja europea".¹⁵

Inicialmente, la inclusión del componente social en el modelo lineal era muy modesta. El crecimiento del conocimiento científico tenía solo como resultado la generación de un desarrollo tecnológico y económico. Se trataba de una investigación científica autorregulada.¹⁶ No fue hasta la década de los años sesenta que se integraron los primeros estudios sociales de la ciencia y la tecnología y aportaron los primeros indicios de que su desarrollo podía afectar la sociedad como consecuencia del impacto ambiental y su uso militar; se generalizó entonces la preocupación por estos estudios.

Paulatinamente, comenzó a observarse una preocupación por el impacto de las políticas de ciencia e innovación en el bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos. Esto se correspondería con una tercera fase en las políticas de innovación, auspiciada por organizaciones como la Comisión Europea,¹⁷ que se caracteriza por estar dirigida prioritariamente hacia objetivos sociales.^{18,19}

Incluso, desde un enfoque institucional, la responsabilidad social gana relevancia en un entorno donde prima la competitividad, la innovación y, sobre la base de la generación, la producción, la transferencia y la apropiación social del conocimiento. El propio modelo de los sistemas de innovación nacionales,²⁰ así como otros relacionados con la producción de conocimientos como el *Modelo 2,21,22* y la *Triple*

hélíce, tienen una mayor orientación a las demandas e interrelación y comunicación entre actores sociales, y conciben a la ciencia y la innovación en un contexto social relevante.

Desde una perspectiva política, la necesidad de vinculación de la ciencia y la tecnología con la sociedad es un tema recurrente en las declaraciones políticas y gubernamentales. Se evidencia indiscutiblemente un mayor protagonismo de los programas de *ciencia y sociedad*, en las acciones de promoción y gestión de la investigación y la innovación.²³ Incluso, el cambio tecnológico ha involucrado los criterios sociales. Estas contribuciones permiten establecer un nuevo concepto de cambio tecnológico fundamentado en la co-evolución de la tecnología y la sociedad,²⁴ en el que ni la tecnología puede entenderse como determinante del cambio social, ni es posible "como guía de acción política" apostar por modelos simplistas de orientación del cambio tecnológico hacia fines sociales. El objetivo es más bien diseñar estrategias para articular la inteligencia colectiva que incluyan la evaluación de impacto social de forma que los sistemas de innovación, cada vez más complejos, puedan responder a las demandas socioeconómicas.^{25,26}

Otra condicionante favorecedora es el propio hecho de que la sociedad misma tenga un interés en buscar nuevos modelos capaces de integrar cultura científica, gestión tecnológica y de la innovación y participación social. Según la Comisión Europea (2002), el apoyo político a la creación de una cultura científica es una prioridad que debe combinarse con la articulación de una política tecnológica más próxima a los ciudadanos y un incremento de la responsabilidad social y ética en la producción de nuevos conocimientos.²⁷

Por otro lado, habría que mencionar el "desarrollo sostenible" como un nuevo concepto, que parte de una visión integradora de diversos factores sociales en los cuales se apoya la ciencia. *Moñux* (2005) señala que su influencia se sustenta sobre la base de que este concepto es capaz de aglutinar un consenso en torno a los límites del crecimiento y de integrar, de forma efectiva, las dimensiones social, económica y ambiental. El desarrollo sostenible está llamado a presidir la evaluación social de la I+D y la innovación.²⁸

Las condicionantes anteriores permiten hablar de una necesidad emergente de estudios de evaluación de la ciencia y la tecnología. Evaluar en qué medida la ciencia y la tecnología responden a los objetivos sociales y a su misión principal ante la sociedad implica necesariamente estudiar los posibles impactos a distintos niveles de análisis (micro, meso y macro).

Los principales organismos internacionales en el desarrollo de indicadores de ciencia y tecnología enfocan y priorizan el desarrollo de posibles medidas, en el contexto de estrategias o enfoques metodológicos, con el objetivo de intentar acercarse a la evaluación de los impactos sociales. La RICYT organiza desde 1997 un taller de desarrollo de indicadores con este propósito, además de financiar proyectos de investigación con el objetivo de obtener acercamientos, lineamientos metodológicos y dimensiones de análisis para la obtención de posibles indicadores.

La Comisión Europea, por su parte, ha dinamizado los objetivos socio-económicos como prioridad esencial de la investigación en el continente. Y así, ha incluido la evaluación del impacto socioeconómico como uno de los aspectos prioritarios de sus *programas macro* (PM). En una de sus publicaciones plantea:

"El impacto socioeconómico no debe considerarse únicamente como uno más junto a otros componentes en el marco de una evaluación multi-criterio (...), sino que es

el criterio que debe emplearse para valorar el éxito o fracaso último de las actividades de investigación...".²⁹

Concretamente, en el Séptimo Programa Macro, la Comisión Europea incentiva el desarrollo de proyectos de investigación que elaboren e implementen metodologías a partir de una serie de indicadores para la evaluación del impacto de la investigación en la sociedad.

No obstante, aún el camino está lleno de incertidumbres y desafíos, fundamentalmente por los problemas conceptuales que implica la medición de impactos y, de manera especial, de impactos sociales.

SOBRE LA NOCIÓN DE IMPACTO

La categoría de *impacto* se ha distinguido como una unidad importante dentro de los procesos evaluativos, porque su noción se asocia con los efectos que pueden producir la ciencia y la tecnología en determinado sistema social. El término, según *Orozco Castro, Olaya, Chavarro Bohóquez, Suárez y Villaveces (2005)*, hace alusión a una acción premeditada con efectos deseados que pueden lograrse o no.³⁰

Los efectos significan o determinan la existencia de un cambio, de una transformación cualitativa, estructural en un grupo social o en la sociedad en general. Y estos cambios pueden ser, tanto positivos, como negativos; por eso, los impactos adquieren este mismo carácter.

Muchas veces son difíciles de percibir, e incluso a veces no se obtiene ninguno; por ejemplo, en los años 60, un estudio demostró que de 70 000 proyectos americanos en educación, solo 70 tuvieron una influencia significativa en las políticas y prácticas educacionales.³¹ Los cambios más fácilmente visibles son los que se asocian con la economía; sin embargo, los más difíciles e importantes son aquellos que afectan las condiciones de vida de las personas.

La noción de impacto se relaciona estrechamente con los conceptos de resultados y logros. El término *resultado* cubre el espectro de salidas, logros e impactos.³² El impacto se mide constatando los resultados y colocándolos en correlación con la intención inicial. No obstante es válido aclarar que la evaluación por impacto se asocia, no con los resultados propiamente dichos, como pudiera considerarse, sino con los beneficios o efectos de dichos resultados.³⁰ Como afirman *Quevedo, Chía y Rodríguez (2002)*, el impacto es un beneficio logrado, medible, que aportó a la economía, favoreció a alguien, mejoró algo.³³

Para *Molas Gallart, Tang y Morrow S (2000)* el impacto puede ser, según su naturaleza, *directo* o *indirecto*. El indirecto no influye directamente, pero tiene influencias a corto o largo plazos.³⁴ A este tipo de impacto, *Estebáñez (2002)* le denomina impacto potencial.³⁵ Ambos autores, aún con formas distintas de denominarlos, coinciden en que las contribuciones indirectas afectan de manera significativa las decisiones y políticas.

Otra cualidad importante relacionada con el impacto y con la propia naturaleza indirecta del impacto de la investigación es el factor *tiempo*. En muchas ocasiones esto constituye un problema para la identificación de los posibles impactos, porque algunos pueden tomar un largo tiempo en producirse, y pueden ocurrir incluso luego de haberse terminado el desarrollo del proyecto de investigación. Sin dudas, la medición puede verse afectada y habría que considerar, por tanto, interrogantes

como: ¿cuál es el momento correcto para medir los impactos?; ¿qué tiempo debe esperarse para efectuar la medición? o ¿cuánto tiempo puede durar la medición?

El impacto de la ciencia y la tecnología en sí mismo encierra desafíos y complejidades importantes. La multidimensionalidad y la multicausalidad constituyen variables a considerar en una posible medición de impactos. Con respecto a la multidimensionalidad del impacto, el mismo *Kostoff* (1995) plantea:

"El impacto de programas de investigación involucra la identificación de una variedad de expresiones de conocimiento que se producen, así como los cambios que estas expresiones originan en una multitud de diferentes blancos potenciales de investigación -otras áreas de investigación, tecnología, sistemas, operaciones, otras misiones organizacionales, educación, estructuras sociales, etcétera. Mientras algunos impactos pueden ser tangibles, muchos otros pueden ser intangibles y difíciles de identificar, mucho menos cuantificar...".³⁶

Por otro lado, la multicausalidad conlleva una dificultad importante. Esto significa que cada uno de los resultados o posibles impactos puede depender de muchas causas, según *Albornoz M, Estébanez ME, Alfaraz C* (2005), algunas explícitas y otras implícitas, unas bien identificadas y otras desconocidas.³⁰ El análisis de posibles causas es significativo en una evaluación, porque implica un examen de la unidad o fracción de análisis, los objetivos planteados, recursos invertidos, actividades realizadas por un lado y, por el otro, variables externas relacionadas con dicha unidad social de análisis, algo que resulta en muchas ocasiones una tarea bastante difícil.

A pesar de esta multiplicidad de dimensiones, la ciencia y la tecnología no tienen que responder necesariamente a todas las necesidades sociales. Implican, por tanto, una comprensión de los factores importantes y la desagregación de las posibles dimensiones del "campo social" a partir de las cuales sea posible analizar los efectos de la ciencia y la tecnología en determinado marco de estudio.

IMPACTO SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA: NOCIONES CERCANAS

Intentar comprender con mayor profundidad en qué medida el conocimiento científico y tecnológico afecta determinadas áreas a las cuales se le denominan "social" —según *Albornoz M, Estébanez ME, y Alfaraz C* (2005) aquellas entendidas en las llamadas políticas sociales o de "bienestar social"⁴ abre el camino para intentar medir estos efectos y lo convierte en un mecanismo o herramienta pertinente y favorable para las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

Sobre la base de lo planteado por *Kostoff* (1998) sobre este tópico, habría que considerar interrogantes que los políticos y gestores de la ciencia y la innovación se hacen o deberían hacerse:³⁶

- ¿Cuál es la utilidad real (social, económica, cultural, medio ambiental) de la ciencia y la innovación?
- ¿La ciencia y la tecnología están atendiendo las necesidades más urgentes de la sociedad?
- ¿Es viable determinar la incidencia de la producción y difusión de nuevos conocimientos en los procesos sociales?

Pero ¿cuál es la connotación o alcance del llamado "campo social"? La ciencia y la tecnología impactan en dimensiones sociales muy variadas: en la propia ciencia o en el conocimiento, la economía, la política, la comunidad (en términos de sociedad civil), los diversos dominios institucionales (salud, educación, bienestar y seguridad social, ley); la cultura y los valores, medio ambiente, generación de empleo etcétera. El alcance de este impacto estaría en función de la definición de "campo social" empleada y la delimitación y desagregación de sus respectivas dimensiones de análisis. Las dimensiones, destinos, ámbitos o formas de impactos posibles como definen algunos autores,^{14,23,34,35} deben delimitarse a partir de los objetivos y el alcance de la investigación que se realice.

El impacto social de la ciencia y la tecnología, como todo tipo de impacto, implica identificar cambios, transformaciones. Según *Quevedo V, Chía J, Rodríguez A* (2002): "... el impacto de la ciencia y la innovación tecnológica pudiera concebirse como el cambio o conjunto de cambios duraderos que se producen en la sociedad, la economía, la ciencia, la tecnología y el medio ambiente, que mejoran sus indicadores, como resultado de la ejecución de acciones de I+D+I que introducen valor agregado a los productos, servicios, procesos y tecnologías".³³

Para *Albornoz* (1999), en la conceptualización del impacto social se incluyen: el impacto de los conocimientos científicos y tecnológicos en la sociedad, la incidencia de la ciencia y la tecnología en el plano cultural; y la existencia de "redes" o "cadenas" intermediarias entre los centros productores de conocimientos y los actores sociales demandantes. Además, el impacto de las políticas de ciencia y tecnología.³⁷

Lo cierto es que en general es un campo aún poco definido con respecto a su alcance y sumamente complejo, porque se trata de procesos relacionados con el conocimiento —un recurso intangible y difícil de medir— en contextos sociales. Su evaluación es necesario tratarla a partir de los procesos concretos relacionados con el uso, difusión, vinculación y transferencia, circulación y apropiación social del conocimiento por parte de los actores que reciben el beneficio: una empresa, un educando, un médico, un paciente, una entidad del estado, la población, etcétera.

Sobre esta base, *Estebáñez* (2002) enfatiza en la complejidad del impacto social al considerar que la multiplicidad de factores que intervienen y el carácter complejo de las vinculaciones entre fuentes de conocimiento y el cambio social subyacen en la dificultad de descifrar la dinámica de los impactos.¹⁴ La medición del impacto social resulta mucho más multifacética por las muchas aristas de la dimensión social.³³

En este sentido, la transferencia de conocimientos y su medición desempeñan un papel clave. Las nuevas funciones de la universidad dan muestras de esto.^{38,39} Transmitir el conocimiento generado a los sectores productivos y sociales en la generación de innovaciones se ha convertido en su tercera misión, en total interacción con el resto de los actores de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación.

Itzcovitz V, Fernández P, Albornoz M (1998) sobre la importancia de la transmisión para la obtención del impacto comentan: "... Para que un conocimiento producido como resultado de la actividad de I+D pueda llegar a sus potenciales usuarios, no sólo es necesario que se perciba su necesidad, sino que también es imprescindible que sea efectiva su transmisión".⁴⁰

Esta mirada sobre la base de la dimensión social del conocimiento —aún una mirada subjetiva e intangible— demanda la necesidad de intentar buscar elementos

operativos con el fin de poder desarrollar metodologías adecuadas e instrumentos de medición. Esto implica delimitar los aspectos clave en un posible análisis de impacto social. En este sentido y apoyándonos en los talleres realizados por la RICYT y otros autores,^{4,23,30,34,35} podemos delimitar, inicialmente, los siguientes:

- *Nivel de análisis en el impacto:* Es necesario distinguir tres niveles de análisis en el impacto. El nivel micro se centra en los grupos de investigación donde los proyectos constituyen unidades de análisis y posibles impactos importantes. Es decir, los logros se miden intentando "contactar" lo buscado como posibles impactos de esos proyectos y lo obtenido. Los mayores efectos sociales se identifican a partir de la acción de varios proyectos de un grupo. El nivel meso o intermedio se refiere a los programas, o instituciones, áreas temáticas y este nivel, en muchas ocasiones, se establece a partir de los resultados del nivel micro. Sin embargo el nivel macro se considera el nivel nacional o regional, es decir los efectos que el avance de la ciencia y la tecnología surte sobre la estructura social de grandes ciclos.
- *Ámbitos de impactos:* Constituyen los sectores claves hacia los cuales debe dirigirse el esfuerzo fundamental de los resultados de la ciencia y la innovación tecnológica. Pueden denominarse además formas o destinos de impacto. En principio es posible distinguir a un nivel general, las esferas de lo económico y lo social. Indiscutiblemente esta primera clasificación macro permite identificar a un nivel específico, otras instancias especialmente relevantes para el análisis. Lo económico se ha tratado en la literatura sobremanera a partir de las dimensiones propuestas en los manuales de la OECD y Bogotá para la innovación tecnológica; sin embargo, para el alcance de lo social, habría que abordar algunas categorías del desarrollo en esta esfera referidas en otros trabajos,^{37,40} relacionados con la pobreza, salud, educación, asentamientos humanos, diversos aspectos demográficos, entre otros, por lo que la relación con los organismos gubernamentales y el desarrollo social, puede constituir un instrumento de ayuda. Se considera clave incorporar el medio ambiente, la cultura y la generación de empleos. Algunos autores consideran también como destinos o formas de impacto el que se produce sobre la misma ciencia o en el conocimiento.^{34,41,42} En este sentido, el desarrollo de nuevas disciplinas o comunidades de práctica, la formación y asesoría científica, el desarrollo de nuevos productos y servicios generados a partir del uso y apropiación del conocimiento científico tecnológico, desarrollo de nuevas metodologías y conformación de políticas, constituyen posibles formas de impacto a medir. En el análisis de las posibles consecuencias sociales de la producción científica de los investigadores a un determinado nivel de análisis, resulta significativo intentar traducir estos resultados en ofertas nuevas, transferencias al sistema productivo, capacidades de desarrollo científico tecnológico, así como otros posibles retornos de los proyectos de investigación que se traduzcan en un beneficio social aún a nivel institucional.
- *Fuentes de información o canales sociales de difusión:* La identificación de las fuentes para el análisis del impacto social además de incluir los clásicos resultados de los investigadores como publicaciones, patentes, informes técnicos, memorias de proyectos otros, habría que considerar el uso de otras fuentes indirectas y menos convencionales. Debe tenerse en cuenta como elemento significativo, las diferentes salidas y canales sociales de la investigación y la innovación, desde las redes sociales, publicaciones, artículos en prensa, guías para la práctica clínicas (en el caso de la medicina), la propia movilidad de los investigadores, mecanismos de transferencia, los trabajos de asesoría y consultoría, etcétera. Habría que considerar, en un estudio orientado a establecer el impacto real en la

población, otras fuentes generadas por organismos sociales que se orientan hacia la defensa de las necesidades sociales. Un informe del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), referenciado además por la propuesta de la RICYT,⁴⁰ las clasifican en cuatro estratos fundamentales: asociaciones de afinidad, organizaciones de base, funciones empresarias y organizaciones de apoyo. Estas instituciones generan una serie de informaciones, proyectos e informes sobre áreas atendidas, grados de actividad por áreas, entre otros, de potencial utilidad en un estudio de impacto social de la ciencia y la tecnología. El reto para el desarrollo de posibles metodologías y la generación de indicadores implicaría además de intentar identificar una cobertura de fuentes y canales sociales representativas de la difusión de la investigación para el dominio de análisis, la operacionalización para poder obtener variables de forma lo más estructuradas posible.

- *Procesos y actores productores de conocimientos:* Identificar los principales procesos y actores que intervienen en la transmisión y difusión del conocimiento científico y tecnológico permite la potenciar y orientar ciertas actividades de los investigadores hacia las problemáticas sociales. De manera general pudieran identificarse -en un intento por acercarse a una tipología general: las acciones de diseminación del conocimiento desde el propio sistema científico y tecnológico, las actividades de vinculación y transferencia desde los sectores científicos hasta los sectores sociales, la circulación de conocimientos por canales socializadores (redes sociales, medios masivos de comunicación, sistemas educativos y de asesorías, movilidades sociales de los científicos, ...) y por otro lado, los actores y procesos en el momento de apropiación y utilización social del conocimiento. Estos actores o usuarios del conocimiento, que lo utilizan para la realización de determinadas actividades, pueden clasificarse de manera general en "intermediarios" y "finales". Los primeros emplean el conocimiento para la generación de nuevos bienes y servicios para el mercado con determinado fin mientras que los segundos se orientan en lo fundamental a la misma población que se ve involucrada directamente como beneficiaria del conocimiento científico (por ejemplo, cambio de hábitos de consumo y mejoría de su calidad de vida). En los últimos años, se han producido esfuerzos crecientes en la conceptualización y análisis del impacto social sobre la base de modelos simplificados de intermediación entre la producción de conocimiento y su utilización social,³⁵ aún cuando no se aprecia un consenso y normativa con respecto a una metodología y un respectivo sistema de indicadores lo suficientemente probados y consolidados.

METODOLOGÍAS Y ENFOQUES DE ANÁLISIS

Las investigaciones con respecto al impacto social, en sus variadas facetas, comprenden el análisis de la utilidad social potencial de la producción científica;^{42,43} la evaluación del impacto social de las políticas en ciencia y tecnología;^{25,28,30} los estudios de caso de difusión de determinadas tecnologías; los indicadores de vinculación entre academia, empresa y gobierno;^{37,44} los estudios de impacto de proyectos de investigación;^{23,45} los análisis retrospectivos y prospectivos que analizan la co-variación de condiciones sociales y factores científico tecnológicos;²⁴ así como reflexiones generales sobre los indicadores para este tipo de estudios;^{16,46,47} entre otras.

Por otro lado, en la mayoría de los países de la región, apoyados por la RICYT, se desarrollan estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología y de cultura científica, que constituyen aproximaciones importantes al impacto potencial de las actividades de ciencia y tecnología en la sociedad, incluso desde la perspectiva de los estudios de apropiación social del conocimiento científico y la imagen social de la ciencia.^{47,48}

Uno de los tipos de estudios mayormente utilizados para la evaluación de la efectividad del impacto de la ciencia, la tecnología y la innovación son los estudios temporales retrospectivos y prospectivos.^{35,49} Entre ellos, se encuentran los retrospectivos que limitan el análisis a la reconstrucción histórica de la secuencia o cadena de procesos de conocimiento y sus efectos sociales en un tema en concreto.

En este sentido, *Kostoff* (1998) comenta que las experiencias efectuadas con métodos retrospectivos y que consideran los impactos sociales pueden ser de dos tipos: Uno, que comienza con un sistema exitoso e intenta identificar "hacia atrás", los eventos críticos de I+D que conducen al producto final. El otro, el que comienza con un financiamiento otorgado a la investigación y efectúa el seguimiento "hacia adelante" e intenta identificar posibles impactos.³⁶

Según *Fernández* (2001), los métodos retrospectivos tienen como defecto fundamental su condición de "anecdóticos", y el hecho de que resulta prácticamente imposible construir indicadores cuantitativos a partir de ellos.⁴⁹ Los de tipo prospectivo, por su lado, brindan la posibilidad de predecir los efectos que produce el conocimiento en determinado campo, o las consecuencias del uso y difusión de las nuevas tecnologías. Aquí la prospectiva tecnológica, basada en distintos modelos predictivos, permite predecir futuros acontecimientos.

Entre los trabajos que analizan diversas estrategias y metodologías, *Albornoz* (1999), *Itzcovich* (1998, 2002), *Estebáñez* (2002) y *Fernández* (2001) del Grupo REDES de la RICYT han realizado revisiones bibliográficas, así como propuestas conceptuales y metodológicas;^{35,37,40,49} *Kreimer* y *Thomas* (2002) discutieron diversas líneas de reflexión en dirección a la construcción de un modelo conceptual en torno a la idea de «apropiabilidad social»;⁵⁰ *Mendizábal*, *Gómez González* y *Moñux Chércoles* (2003); así como *Moñux*, *Aleixandre*, *Gómez*, *Cáceres*, *Miguel* y *Velasco* (2006) desarrollaron una propuesta de guía para la evaluación del impacto social de un proyecto de investigación, sobre la base de un estudio de caso de un proyecto europeo,^{23,25}

Las propuestas elaboradas por el Grupo REDES de la RICYT con un enfoque general y el grupo de la Universidad de Valladolid con una propuesta concreta de guía para la evaluación del impacto de proyectos de investigación y un respectivo estudio de caso, constituyen unos de los esfuerzos regionales más serios y elaborados en este sentido.

GRUPO REDES DE LA RICYT

El grupo REDES comenzó y desarrolló un proyecto titulado *Impacto social de la ciencia y la tecnología: conceptualización y estrategias para su análisis* en el marco de la RICYT. Los resultados se han materializado además en tres talleres anuales consecutivos desde 1998 y en una serie de documentos,^{4,35,37,40,49} que presentan y discuten propuestas de medición de impacto social a nivel regional.

Con este propósito el grupo inicialmente propuso el enfoque para la evaluación del impacto social de la ciencia y la tecnología a partir de cuatro instancias principales:

- *Análisis del sistema de ciencia, tecnología e innovación en su papel de productor y difusor del conocimiento científico y tecnológico.* La caracterización de esta oferta de conocimientos no provee información sobre los impactos efectivos sino potenciales (por ejemplo: investigadores, grupos o publicaciones sobre un determinado problema de salud).
- *Análisis de la instancia de intermediación entre el conocimiento producido y los beneficiarios finales.* Incluye acciones específicas de vinculación entre el sector científico y tecnológico y diversos ámbitos institucionales, como así también los procesos más genéricos de circulación y difusión del conocimiento científico en la sociedad (por ejemplo, organismos gubernamentales que disponen de consejos consultivos de carácter científico; instancias de actualización científica para los médicos).
- *Análisis del uso de conocimiento científico y tecnológico en bienes, servicios o acciones de diversos sectores institucionales* (por ejemplo, uso de tecnologías no contaminantes para la provisión de energía eléctrica rural; incorporación de los resultados de una investigación antropológica en el diseño de una política sanitaria).
- *Análisis de los efectos (positivos o negativos) en la población de la incorporación de conocimiento científico y tecnológico en prácticas sociales, hábitos e instituciones* (por ejemplo, efectos sobre la salud del uso de una nueva vacuna; efectos del acceso a información sobre alimentos genéticamente modificados sobre los hábitos alimentarios).

Esta última dimensión es la que mejor se enfoca al impacto social real. El análisis se dirige a la sociedad y los cambios que en ella operan, y los diversos aspectos relacionados con la ciencia y la tecnología pasan a constituirse en factores explicativos de estos cambios. En resumen, las tres primeras dimensiones refieren en lo fundamental a una medición de impacto social pero mediado a través de instituciones, con un enfoque más potencial que real o totalmente efectivo.

Esta propuesta se materializa en el desarrollo de *Análisis de la oferta de I+D con el desarrollo social* y el *Análisis de la demanda con respecto al desarrollo social*. Para ambas actividades macro se desarrollan un número de acciones específicas,^{37,51} y se basan en variables de desarrollo social (pobreza, aspectos demográficos, educación, salud, asentamientos humanos). Su principal aporte consiste en un enfoque orientado hacia la correlación de indicadores globales de insumo y producción en ciencia y tecnología con indicadores sociales derivados de las variables mencionadas.

GUÍA METODOLÓGICA DEL GRUPO DE LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

La metodología elaborada y probada por la Universidad de Valladolid se centra en evaluar el impacto de proyectos de I+D+I en la sociedad. A estos efectos, la propuesta de guía se centra en el desarrollo de una lista de control de impactos, la valoración de los impactos y la descripción de los distintos tipos de listas

propuestas para los diferentes momentos del ciclo de vida del proyecto objeto de análisis.^{23,25}

En total correspondencia con las etapas de la evaluación en general, esta metodología para el caso de la evaluación por impacto, señala tres etapas importantes:

- *La evaluación ex-ante*: Identifica y valora los impactos socioeconómicos posibles antes de evaluar. Permite realimentar el proceso de toma de decisiones con recomendaciones para asegurar un mayor impacto positivo de los resultados del proyecto o programa.
- *La evaluación in-itinere*: Se realiza cuando el proyecto o programa está todavía activo y se halla en un nivel de ejecución avanzado. Esta evaluación persigue garantizar la supervisión de las actuaciones aplicadas para afrontar los impactos socioeconómicos identificados en la etapa ex-ante.
- *La evaluación ex-post*: Debe realizarse una vez finalizado el programa o proyecto. Sirve para actualizar las conclusiones sobre el impacto desde un punto de vista más estratégico. Las recomendaciones pueden reforzar el impacto socioeconómico de los resultados, tanto en la industria como en la sociedad en su conjunto.

Aún con estos enfoques y propuestas metodológicas, el desarrollo de los indicadores continúa siendo una preocupación para la implementación y desarrollo de este tipo de evaluación por parte de los organismos regionales y políticos en ciencia y tecnología, para los cuales es todavía una interrogante que enfocan con cierta mezcla de esperanza y escepticismo.

IMPACTO SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA: ¿EL PROBLEMA DE LOS INDICADORES?

El uso de indicadores y métodos adecuados para este tipo de evaluación aún se considera muy poco conceptualizado y normalizado.⁵² Muy distinto a la realidad de los indicadores para la evaluación del impacto científico y económico, es la situación del impacto social.¹⁴ En el caso de los dos primeros tipos de impacto, sus indicadores, en mayor o menor medida, se han validado y considerados como robustos y objetivos, y satisfacen las necesidades de los políticos. Sin embargo, para el caso social, cabría la siguiente interrogante: ¿existen o sería realmente posible obtener indicadores para su medición con estas características?; o ¿es posible cuantificar los efectos positivos y negativos de la ciencia en el desarrollo social, o solo es posible realizar estudios cualitativos?

Para los países subdesarrollados, donde la diferencia en la distribución de las riquezas adquiere matices cruciales, la necesidad de desarrollar e implementar metodologías e indicadores contextualizados para evaluar el impacto real de la ciencia es primordial.

Licha (1994) sugiere que los países subdesarrollados necesitan establecer otros indicadores para medir el impacto de la ciencia que en ellos se practica, "...lo importante para los países periféricos es tener claro lo que se espera de la ciencia en estos países y si la cuestión esencial es que la ciencia en la periferia debe contribuir al *mainstream* o a la solución de los problemas cruciales de la sociedad.

Los países periféricos, más que preocuparse por ser productores de ciencia *mainstream*, deberían hacer un esfuerzo por definir aquello que se requiere sea medido".⁵³

La misma autora plantea:

- "...Los principales parámetros que midan el impacto de la ciencia deberían enmarcarse en el proceso de planeación y evaluación de las políticas de desarrollo... a metas socialmente deseables y deben servir para indicar si existe movimiento en la dirección deseada".
- "Los indicadores de ciencia y tecnología tienen que relacionarse con los problemas medulares de las sociedades subdesarrolladas, como la dependencia tecnológica, la satisfacción de las necesidades humanas básicas, la elevación de la calidad de la vida, entre otros. Esas deben considerarse las misiones estratégicas que deben cumplir la ciencia y la tecnología en esos países y los indicadores deben reflejarlas".⁵³

En general, los indicadores de impacto son conceptualizados como medidas de diversos aspectos o componentes de los cambios cuyo origen es atribuido a los efectos de la ciencia y la tecnología. En un análisis de impacto social, los indicadores se han identificado fundamentalmente como indicadores de capacidad científico-tecnológica.

Desde esta perspectiva, ciertos autores consideran que medirían la forma en que crece la capacidad local de asimilar, transformar, desarrollar, absorber, usar y generar conocimientos, como medidas de la capacidad para utilizar socialmente la ciencia y la tecnología.^{30,35,47} La relevancia del uso de estos indicadores reside en la evaluación de los científicos como "transmisores" y "traductores" de determinados conocimientos —para colocarlos al servicio de las decisiones que deben adoptar los agentes involucrados en la producción y en la atención de los problemas de la sociedad— y no tanto en la generación del nuevo conocimiento.³⁵

En el intento de caracterizar los posibles indicadores factibles para la medición de un impacto social se considera que estos deben asumir, según la complejidad de los procesos e interacciones que se producen, determinados atributos: relacionales, causales y normativos. Son relacionales porque representan la conjunción de indicadores de ciencia y tecnología, e indicadores sociales. En la medida en que las relaciones capturen los efectos o consecuencias (o impactos) de la ciencia y la tecnología en la sociedad se definen como causales. El carácter normativo deriva de la finalidad de identificar las relaciones causales que facilitan o retardan el logro de objetivos sociales.

Según *Estebanez* (1997), el estado actual del conocimiento sobre algunas problemáticas vinculadas con el desarrollo social no siempre permite identificar la intervención de factores causalmente relevantes. Con frecuencia, y a medida que la problemática es más compleja -por ejemplo la pobreza- sólo pueden establecerse firmemente relaciones de co-variación.³⁵

En la construcción de indicadores, algunos autores proponen el diseño de matrices que permitan establecer las posibles correlaciones entre indicadores de impacto social y resultados de la ciencia. Ellos construyen matrices de doble entrada para cada tipo de indicador:^{53,54}

- *Indicadores de impacto social*: categorizados según el tipo de objetivos sociales (agregativos, distributivos y subjetivos) y el nivel de objetivo social (objetivos como fines y objetivos como medios).
- *Indicadores de resultados de la ciencia*: según el tipo de resultado (teorías, evidencias, metodologías, recursos humanos) y el nivel de actividad científica (especialidad y línea de investigación).

Desde la perspectiva de la RICYT, el avance inicial en este tipo de medición se alcanzaría a partir de ser más operativos —intento de cuantificar—, al tratar de obtener medidas que permitan correlacionar indicadores globales establecidos de insumos y producción en ciencia y tecnología con indicadores sociales, sin descartar la posibilidad y la necesidad futura de profundizar en la identificación de interacciones más complejas.

Sobre esta línea deben definirse con cierto cuidado cuáles indicadores de ciencia y tecnología y cuáles indicadores sociales tomar y cómo ponderarlos. Existen evidencias de una fuerte correlación entre el número de científicos de un país y el índice de desarrollo humano. *Itzcovitz V, Fernández P, Albornoz M (1998)* correlacionaron, en matrices de impacto, el índice de desarrollo social de los países con el tipo de apoyo prestado (alto, medio, bajo) en el marco de las políticas de ciencia y tecnología.⁴⁰

Algunas iniciativas a nivel regional pudieran mencionarse. En el caso de la metodología de la RICYT con este propósito, reúne 5 categorías importantes a partir de los informes de organismos de las Naciones Unidas, como del PNUD (*Informe sobre Desarrollo Humano*) o el Departamento para la Coordinación de Políticas y Desarrollo Sustentable (DPCSD), sobre la base de los cuales pudieran realizarse asociaciones con indicadores de ciencia y tecnología y generar nuevos indicadores que expresen la orientación social de la ciencia y la tecnología, como los siguientes.^{37,51}

- *Pobreza*: Debe medirse por medio de indicadores como: tasa de desempleo, porcentaje de la población por debajo de la línea de pobreza, salario promedio de hombres y mujeres, ingresos desiguales, etcétera.
- *Aspectos demográficos*: Deben medirse por medio de indicadores como: tasa de crecimiento de la población, tasa neta de inmigración, tasa de fertilidad total, densidad de población, etcétera.
- *Educación*: Como las variables anteriores, la educación comprende múltiples aspectos, entre los cuales no pueden dejarse de considerar los siguientes: tasa de población en edad escolar; tasa de escolaridad primaria, secundaria y universitaria; tasa de alfabetización de adultos; tiempo de escolaridad; tasa diferencial de permanencia de varones y mujeres en la escuela; gasto en educación en relación con el producto interno bruto, entre otros.
- *Salud*: Entre los indicadores de salud a tomar en cuenta en un estudio de desarrollo social deben encontrarse los siguientes: porcentaje de la población con facilidades adecuadas de acceso a los servicios sanitarios; acceso a agua potable; esperanza de vida; peso adecuado al nacer; tasa de mortalidad infantil; inmunización contra enfermedades infecciosas; uso de métodos anticonceptivos; proporción de elementos químicos peligrosos en los alimentos; así como gasto social en salud en relación con el PBI.

- *Asentamientos humanos*: Comprende indicadores como: tasa de crecimiento de la población urbana; pérdidas humanas y económicas debidas a desastres naturales; porcentaje de la población en áreas urbanas; gasto en vivienda; consumo per cápita de *fuel oil* por vehículo de transporte automotor; área y población en asentamientos urbanos formales e informales; superficie de tierra ocupada por persona; gasto per cápita del gobierno en servicios de infraestructura urbana.

Aunque parece ser que esta línea de trabajo augura el método hasta el momento más objetivo de intentar medir los efectos de la ciencia sobre el desarrollo social, aún amerita cuestionarse diferentes aspectos. Al relacionar de manera directa los resultados de la inversión y la producción en ciencia y tecnología con los indicadores de desarrollo, aunque se infiera una posible orientación de la ciencia y la tecnología hacia lo social, no nos permitiría establecer si la ciencia y la tecnología realmente son las que ejercen un impacto sobre la sociedad.

Rondón (2004) igualmente considera que hasta tanto resultados como vacunas, nuevos software, nuevos inventos u otros no sean aprehendidos por la comunidad e incorporados a sus sistemas de vida, no podemos hablar de un impacto real de la ciencia.⁴⁶

Y es que la utilización de indicadores sociales implica la obtención de datos no del todo representativos de la realidad. Estos indicadores constituyen en general promedios poblacionales a un nivel macro, ellos intentan medir utilidades medias, se excluyen por supuesto, a los que miden comparativamente una situación con carácter de género. *López y Luján* (2000) sobre estos indicadores afirman que presentan una cierta carencia a la luz de la justicia distributiva y no reflejan medidas de dispersión que sean sensibles al bienestar de «los más desfavorecidos».¹⁶ *Núñez* (2003) también considera que basarse exclusivamente en los indicadores de promedios puede constituir un obstáculo, porque ocultan las profundas diferencias de carácter regional, entre grupos sociales, etcétera.⁵⁵

Es necesario contextualizar los indicadores y permitirles que nos hablen de la diversidad, de las diferencias, del uso real de la población con respecto al conocimiento científico y tecnológico. Al respecto, es necesario establecer el uso de medidas más cualitativas que intenten medir variables tan subjetivas como "el bienestar social" o la "calidad de vida". Tratar de capturar información — posiblemente mediante encuestas— acerca de la medida en que el conocimiento transforma el conocimiento popular, ayuda a tomar una decisión, a elaborar un nuevo producto o servicio, o mejora la vida de alguien; entre otras, se convierte en una imperante compleja pero necesaria para la construcción de indicadores en este campo. Está claro que esto nos llevaría entonces a plantearnos, entre otras cuestiones, interrogantes como:

- ¿Cuáles serían las fuentes de información apropiadas para la generación de estos indicadores?
- ¿Primero se definirían las fuentes para la obtención de los indicadores o viceversa?
- ¿En qué medida pudieran ser tan objetivos como otros indicadores de ciencia y tecnología?
- ¿Serían aceptados y estandarizados por los decidores en ciencia y tecnología de igual manera que otros como los de insumo o los de carácter métrico?

Tal vez la búsqueda de un posible índice de impacto social, aplicado al objetivo de medir los efectos sociales de la ciencia y la tecnología en el mejoramiento de las condiciones de vida de la población, contribuya al intento de operacionalizar las

variables identificadas. Algunos autores establecen la necesidad de un índice de impacto o de eficacia que debería resultar de la combinación de todos los indicadores posibles tanto de ciencia y tecnología como de los de índole social mencionados. Para esto considera que deben combinarse índices existentes de tipo social como el *Índice de desarrollo social* que elaboró el PNUD con los diferentes campos de aplicación, en función de un determinado nivel de análisis, especialmente a nivel de países.^{40,51}

Otros autores intentan proponer inicialmente indicadores tanto cualitativos como cuantitativos que de manera integrada reflejen el impacto en la sociedad de la ciencia y la tecnología. Rondón (2004) muy en consonancia con la propuesta referida de la Universidad de Valladolid propone los siguientes indicadores:⁴⁶

- Número de proyectos que generan impactos medibles socialmente/campo de interés: educación, ambiente, vivienda, trabajo, salud, etcétera.
- Inversiones y personal en el proyecto.
- Número de localidades impactadas, y estimados de poblaciones vinculadas con los impactos.
- Tipo de impacto predominante (social, económico, laboral, ambiental, político, educativo...).
- Inversión realizada en los proyectos que generan impacto.
- Número de indicadores o variables del trabajo del proyecto relacionadas con cambios perceptibles, cambios que puedan considerarse producto de la aplicación del proyecto.
- Cambios porcentuales detectados en los indicadores o variables anteriores (*expost* y *exante*).
- Descripción cualitativa de cambios apreciables debido a la ejecución de proyectos aplicados en los campos de interés señalados: educación ambiente, vivienda, trabajo.
- Recomendaciones derivadas para mejorar la aplicación de los proyectos.

En consideración a la complejidad del fenómeno tratado, asociado con procesos del conocimiento —de naturaleza intangible— y su relación con los cambios sociales, los métodos cualitativos siguen y seguirán siendo un instrumento necesario. El éxito debería estar precisamente en alcanzar adecuados niveles de correlación entre los métodos empleados, tanto cualitativos como cuantitativos, que sean aceptados por los expertos evaluadores y fundamentalmente y no menos difícil- por los consumidores finales de los productos de la evaluación.

CONSIDERACIONES FINALES

Considerar y fortalecer el trabajo sobre la línea de la medición de los posibles impactos de la ciencia, la tecnología y la innovación, es necesario. Su prioridad estratégica se asocia con la necesidad de garantizar una distribución adecuada de los recursos en función de las líneas de I+D e innovación que realmente tengan una utilidad comprobada en el entorno social en cualesquiera de sus dimensiones.

El tratamiento del impacto en general de la ciencia y la tecnología por parte de los organismos a nivel internacional pudiera catalogarse como modesto. Los principales indicadores se orientan —manteniendo aún el protagonismo de los indicadores de insumo— a la elaboración de estadísticas en esta misma dirección y de manera consolidada con vista a permitir la realización de comparaciones a nivel de países y regional. También los indicadores de tipo métrico se han introducido en la mayoría de las series estadísticas y manuales internacionales.

El impacto social denota un campo aún en formación, que adolece de metodologías lo suficientemente consolidadas a nivel internacional para su medición. Se han desarrollado indicadores a nivel local e institucional fundamentalmente en torno a la evaluación de los impactos sociales desde el enfoque de la tecnología. Este enfoque aunque es válido, exige un tratamiento cauteloso a la hora de desarrollar metodologías, porque podría limitar la idea de apropiación social del conocimiento —necesario en un estudio de impacto social— a la consideración de opciones meramente tecnológicas.

El impacto de la ciencia y la tecnología, relacionado con la transferencia de conocimientos, así como otros asociados con el impacto en los propios sistemas de ciencia, tecnología e innovación como las políticas, los gastos en I+D, la oferta y demanda de conocimientos científico-tecnológicos, la estructura del sistema, la cultura, los vínculos, u otras dimensiones relacionadas con la difusión, circulación y apropiabilidad del conocimiento, enfocados a los fenómenos de cultura científica, percepción pública y participación ciudadana, se consideran en esta investigación como un tipo de impacto potencial social que debe analizarse cuando se intenta definir una metodología o construir un sistema de indicadores para analizar el impacto social efectivo o real.

Estos impactos potenciales generan a corto o largo plazo posibles impactos reales en categorías sociales como: la calidad de vida, el desarrollo social, el empleo y el medio ambiente. Su relación es directa y necesaria, prescindir de esta dimensión del análisis implica la obtención de resultados exploratorios parciales e incompletos. Habría que considerar qué aspectos de la ciencia y la tecnología se correlacionan con las posibles dimensiones sociales objeto de estudio (pobreza, salud, educación, cultura, asentamientos humanos, etc.) para obtener indicadores que realmente muestren los efectos reales que producen los resultados de la ciencia y la tecnología en la población, en el sistema productivo.

Los principales avances en este campo han intentado partir de los indicadores sociales para medir el desarrollo social en las mencionadas categorías. Parece ser que las propuestas de establecer este tipo de correlaciones se considera hasta el momento, la idea más acertada de materializar la medición de este tipo de impacto con indicadores concretos. No obstante, aún no se han demostrado de manera que pueda considerarse una metodología sólida.

La perspectiva de incluir los métodos cualitativos, en armonía con posibles indicadores cuantitativos, pudiera ser la clave del éxito. Este enfoque gana relevancia especialmente en el estudio de impactos de proyectos de investigación en grupos sociales determinados.

En resumen, los indicadores relacionados directamente con la ciencia y la tecnología, desde la perspectiva social, siguen quedándose al margen. En este sentido, muchas preguntas quedan abiertas. El tratamiento de las fuentes de información para el futuro diseño de estos indicadores, sus características, el propio orden lógico en las acciones para diseñar e implementar dichos indicadores, la manera en que los tomarán los consumidores finales, la posibilidad real o no de alcanzar los niveles de objetividad necesarios, los niveles de prioridad con respecto a los campos sociales, la integración de estas dimensiones en el "campo social", entre otros, constituyen cuestionamientos a considerar para emprender la tarea de desarrollar un sistema de indicadores con este propósito.

La ausencia de un marco conceptual consolidado que sirva de guía al diseño de indicadores caracteriza aún este dominio. Es necesario el tratamiento de estas cuestiones con enfoques conceptuales y estrategias que permitan elaborar

diagnósticos, diseñar soluciones y asistir a los decisores políticos en la definición de prioridades para que las políticas científicas y tecnológicas respondan a los requerimientos sociales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pavitt K. What makes basic research economically useful? *Research Policy* 1991;20(2):109-19.
2. Klevorick AK, Levin RC, Nelson RR, Winter SG. On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities. *Research Policy* 1995;24(2):185-205.
3. Freeman C. *The Economics of Industrial Innovation*. Harmondsworth: Penguin Books; 1974.
4. Albornoz M, Estébanez ME, Alfaraz C. Alcances y limitaciones de la noción de impacto social de la ciencia y la tecnología. *Revista CTS* 2005;4(2):73-95.
5. Garfield E. Citation indexes for science: a new dimension in documentation through association of ideas. *Science* 1955;122:108-11.
6. Narin F. *Evaluative bibliometrics: The use of publication and citation analysis in the evaluation of scientific activity*. Cherry Hill, NJ: Computer Horizons; 1976.
7. Cronin B. *The citation process: The role and significance of citations in scientific communication*. London: Taylor Graham; 1984.
8. Vinkler P. A quasi-quantitative citation model. *Scientometrics*. 1987;12(1-2):47-72.
9. Leydesdorff L. Theories of citation? *Scientometrics*. 1998;43(1):5-25.
10. Guan JC, Ma N. A comparative study of research performance in computer science. *Scientometrics*. 2004;61(3):339-59.
11. Basu A. Using ISI's 'Highly cited researchers' to obtain a country level indicator of citation excellence. *Scientometrics*. 2006;68(3):361-75.
12. Qiu J, Ma R, Cheng N. New exploratory work of evaluating a research's output. *Scientometrics*. 2008;77(2):335-44.
13. Glänzel W, Thijs B, Schubert A, Debackere K. Subfield-specific normalized relative indicators and a new generation of relational charts: Methodological foundations illustrated on the assessment of institutional research performance. *Scientometrics*. 2009;78(1):165-88.
14. Milanés Y. *Evaluación del impacto de la I+D y la Innovación: una aproximación desde las dimensiones científica, económica y social*. [Diploma de Estudios Avanzados]. Granada: Universidad de Granada; 2009.

15. European Commission. The Green paper on innovation. Luxembourg: European Commission; 1995.
16. López C, Luján JL. Observaciones sobre los indicadores de impacto social. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e innovación 2002;(3). Disponible en: <http://www.oei.es/revistactsi/numero3/art03.htm> [Consultado: 12 de mayo de 2009].
17. European Commission. Science, society and the citizen in Europe. Brussels: European Commission; 2000.
18. European Commission. Innovation tomorrow: innovation policy and the regulatory framework: making innovation an integral part of the broader structural agenda. Luxembourg: Office of Official Publications of European Communities; 2003.
19. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Social sciences and innovation. Paris: OECD; 2001.
20. Lundvall BA. Innovation as an interactive process: from user-producer interactions to the national system of innovation. In: Dosi G, Freeman C, Nelson R, Silverberg G, Soete L (eds.). Technical change and economic theory. London: Pinter Publishers; 1988.
21. Gibbons M, Limoges C, Nowotny H, Schwartzman S, Scott P, Trow M. The new production of knowledge. London: Sage; 1994.
22. Leydesdorff L, Etzkowitz H. The triple helix as a model for innovation studies. Science & Public Policy. 1998;25(3):195-203.
23. Mendizábal GA, Gómez González FJ, Moñux Chércoles D. Desarrollo de una guía de evaluación de impacto social para proyectos de I+D+I. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación. 2003;(5). Disponible en: <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero5/articulo4.htm> [Consultado: 15 de mayo de 2009].
24. Rip A, Kemp R. Technological change. In: Rayner S, Malone L (eds.). Human choice and climate change. Volume II Resources and Technology. Washington D.C: Batelle Press; 1998. p.327-99.
25. Moñux D, Aleixandre G, Gómez FJ, Cáceres S, Miguel LJ, Velasco E. Evaluación del impacto social de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico (I+D): Una aplicación en el sector de las comunicaciones industriales. 2006. Disponible en: <http://www.oei.es/memoriasctsi/mesa6/m06p17.pdf> [Consultado: 19 de mayo de 2009].
26. Kuhlmann S, Boekholt P, Georghiou L, Guy K, Heraud JA, Laredo P, et al. Improving distributed intelligence in complex innovation systems. 1999. Disponible en: <http://mpr.ub.uni-muenchen.de/6426/> [Consultado: 12 de mayo de 2009].
27. Comisión Europea. Plan de acción ciencia y sociedad. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas; 2002.
28. Moñux Chércoles D, Miranda Escolar B, Aleixandre Mendizábal G, Gómez González FJ. Condicionantes políticos y problemas metodológicos en la evaluación

de impacto social de las políticas de I+D e Innovación. Revista CTS 2005;4(2):173-200. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2358244> [Consultado: 12 de mayo de 2009].

29. European Commission. The overall socio-economic dimension of community research in the Fifth European Framework Programme. Luxembourg: Office of Official Publications of European Communities; 2003.

30. Orozco Castro LA, Olaya DL, Chavarro Bohóquez DA, Suárez E, Villaveces JL. ¿Cómo medir el impacto de las políticas de ciencia y tecnología? Revista CTS 2005;4(2):125-46.

31. Cave M, Hanney S. Assessment of research impact on non-academic audiences. Consultants Report: Faculty of Sociology Science, Brunel University. Uxbridge: Faculty of Sociology Science, Brunel University; 1996.

32. Garret Jones S. University research outcomes. International trends in evaluating university research outcomes. What lessons for Australia? Research Evaluation 2000;8(2):115-24.

33. Quevedo Rodríguez V, Chía Garzón J, Rodríguez Batista A. Midiendo el impacto. Ciencia, Innovación y Desarrollo 2002;7(1):13-8.

34. Molas Gallart J, Tang P, Morrow S. Assessing the non-academic impact of grant-funded socioeconomic research: results from a pilot study. Research Evaluation 2000;9(3):171-82.

35. Estebáñez ME. Impacto social de la ciencia y la tecnología: estrategia para su análisis. 2002. Disponible en: http://ctyds.org/Archivos/Articulo_impacto_social_de_la_ciencia_y_tecnologia2002.pdf [Consultado: 15 de junio de 2009].

36. Kostoff RN. Science and technology metrics. Arlington, VA: Office of Naval Research; 1998.

37. Albornoz M. Impacto social de la ciencia y la tecnología: Conceptualización y estrategias para su medición. 1999. Observaciones no publicadas.

38. Molas Gallart J, Castro Martínez E. Ambiguity and conflict in the development of 'Third Mission' indicators. Research Evaluation 2007;16(4):321-30.

39. Bueno E. La tercera misión de la universidad. Boletín Intellectus 2007;12:15-17.

40. Itzcovitz V, Fernández Polcuh E, Albornoz M. Propuesta metodológica sobre la medición del impacto de la CyT sobre el desarrollo social. 1998. Disponible en: <http://www.ricyt.org/interior/biblioteca/docs/viefpma.pdf> [Consultado: 15 de junio de 2009].

41. van Raan AFJ. R&D evaluation at the beginning of the new century. Research Evaluation. 2000;8(2):81-6.

42. Yanagisawa K, Takahashib S. Socio-economic effects of the material science in JAERI. Scientometrics. 2009;78(3):505-24.

43. Orozco LA, Chavarro Bohórquez DA, Olaya DL, Villaveces JL. Methodology for measuring the socio-economic impacts of biotechnology: a case study of potatoes in Colombia. *Research Evaluation*. 2007;16(2):107-22.
44. Belkhodja O, Réjean Landry R. The Triple-Helix collaboration: Why do researchers collaborate with industry and the government? What are the factors that influence the perceived barriers? *Scientometrics*. 2007;70(2):301-32.
45. López AJ, Pino JL, Solís FM. Evaluación del impacto de los proyectos de I+D+I realizados conjuntamente por los centros públicos de Investigación y Empresas de Andalucía. Sevilla: Edición Digital @ Tres; 2005.
46. Rondón León L. Indicadores del impacto de la ciencia y la tecnología (CT) en la sociedad: reflexiones y avances. *Espacios* 2004;25(2). Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a04v25n02/04250221.html> [Consultado: 6 de junio de 2009].
47. Núñez J. Indicadores y relevancia social del conocimiento. En: I Taller de Indicadores de Percepción Pública, Cultura científica y Participación Ciudadana; 2003 mayo 27-28; Salamanca, España. Salamanca: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología; 2003.
48. Muñoz Ruiz E. La cultura científica, la percepción pública y el caso de la biotecnología. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1369622> [Consultado: 23 de mayo de 2009].
49. Fernández E. La medición del impacto social de la ciencia y la tecnología. En: Albornoz M (comp.). *Temas actuales de indicadores de ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe*. 2001. Disponible en: <http://www.redhucyt.oas.org/ricyt/interior/biblioteca/polcuch.pdf> [Consultado: 22 de mayo de 2009].
50. Kreimer P, Thomas H. La apropiabilidad social del conocimiento científico y tecnológico. Una propuesta de abordaje teórico y metodológico. En: Dagnino R, Hernan T (orgs.). *Um Panorama dos estudos sobre ciencia, tecnologia e sociedade na America Latina*. Taubate: Cabral; 2002.
51. Itzcovitz V. Revisión teórica y metodológica sobre la medición del impacto social de la ciencia y la tecnología. 2002. Informe no publicado.
52. Rodríguez A. ¿Listos para medir por impacto? *Revista Ciencia, Innovación y Desarrollo*. 2003;8(1):50-7.
53. Licha I. Indicadores endógenos de desarrollo científico y tecnológico. En: Martínez E (ed.). *Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas*. Caracas: Nueva Sociedad; 1994.
54. Dunn WN, Holzner B, Shahidullah M, Hegedus AM. The architecture of knowledge systems. *Science Communication*. 1987;9(2):205-32.
55. Núñez J. *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*. La Habana: Félix Varela; 2003.

Recibido: 23 de diciembre de 2009.
Aprobado: 13 de enero de 2009.

MSc. *Yusnelkis Milanés Guisado*. Departamento Bibliotecología y Ciencias de la Información. Facultad de Comunicación. Universidad de La Habana, Cuba. Calle G no. 506 entre 21 y 23. Vedado, Plaza de la Revolución. Ciudad de La Habana. Cuba. Correo electrónico: ymilanes@gmail.com

Ficha de procesamiento

Clasificación: Artículo de revisión.

Términos sugeridos para la indización

Según DeCS¹

INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN; POLÍTICA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN; RED DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA IBEROAMERICANA E INTERAMERICANA.
SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION INDICATORS; NATIONAL SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION POLICY; NETWORK ON SCIENCE AND TECHNOLOGY INDICATORS - IBERO-AMERICAN AND INTER-AMERICAN.

Según DeCI²

CIENCIA; INNOVACIONES; INDICADORES; EVALUACIÓN.
SCIENCE; INNOVATIONS; INDICATORS; EVALUATION.

¹BIREME. Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS). Sao Paulo: BIREME, 2009. Disponible en: <http://decs.bvs.br/E/homepagee.htm>

²Díaz del Campo S. Propuesta de términos para la indización en Ciencias de la Información. Descriptores en Ciencias de la Información (DeCI). Disponible en: <http://cis.sld.cu/E/tesauro.pdf>

Copyright: © ECIMED. Contribución de acceso abierto, distribuida bajo los términos de la Licencia Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 2.0, que permite consultar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente y utilizar los resultados del trabajo en la práctica, así como todos sus derivados, sin propósitos comerciales y con licencia idéntica, siempre que se cite adecuadamente el autor o los autores y su fuente original.

Cita (Vancouver): Milanés Guisado Y, Solís Cabrera FM, Navarrete Cortés J. Aproximaciones a la evaluación del impacto social de la ciencia, la tecnología y la

innovación. Acimed. 2010;21(2). Disponible en: dirección electrónica de la contribución [consultado: día/mes/año].

#En este modelo lineal de la innovación, la gerencia de I+D o un laboratorio público/universitario desarrollaban el nuevo producto y proceso y luego lo "transferían" a la producción. De esta forma, la adopción posterior de la tecnología se haría con un alto grado de automatismo. En el caso de la empresa, se presumía que el producto generado por el departamento de I+D sería adoptado, sin mayores problemas, por la producción. Bajo esta visión, se le prestaba poco o nulo énfasis a la comercialización, la organización y la gestión completa de la empresa en materia de innovación. Además, el conocimiento generado que no adoptara un formato transferible (por ejemplo, las capacidades de resolución de problemas) no se consideraba como resultado de la actividad, no se valoraba ni incentivaba.