

# PAUTAS PARA EVALUACIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

## GUIDELINES FOR EVALUATION THE TECHNOLOGICAL INNOVATION

<sup>2</sup> Guillermo Norberto Garaventa, <sup>1,2</sup> María Cristina Cordero, <sup>1,3</sup> José Antonio Rapallini.

<sup>1</sup> UNITEC, Unidad de Investigación y Desarrollo para la Calidad de la Educación en Ingeniería con orientación al uso de TIC, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, calle 48 y 116 (1900), La Plata, Argentina, corderomc@gmail.com

<sup>2</sup> INIFTA (UNLP, CONICET, CIC)

<sup>3</sup> CeTAD (UNLP)

**RESUMEN:** La innovación tecnológica es la actividad cuyo resultado es la puesta a disposición del mercado de nuevos productos, o procesos, o mejoras sustancialmente significativas de las ya existentes. Las actividades de innovación son la incorporación de tecnologías materiales e inmateriales, el diseño industrial, equipamiento e ingeniería industrial, lanzamiento de la fabricación, comercialización de nuevos productos y procesos.

El sistema científico argentino está básicamente arraigado en la evaluación de su productividad a partir de publicaciones. Cuanto mejores son las revistas internacionales en donde se publica, mejores son las evaluaciones que se le realizan al investigador. En este contexto la transferencia de conocimiento hacia el área de aplicación dentro del ámbito nacional, es en la actualidad una asignatura pendiente que debe ser resuelta y merece una oportunidad. Y su forma de evaluación aún debe generar discusiones para establecer pautas realistas que permitan determinar los índices de calidad en la materia.

**Palabras Clave:** *Innovación tecnológica, evaluación de la innovación, cienciometría, indicadores de calidad.*

**ABSTRACT:** Technological innovation is the activity whose result is the making available on the market of new products or processes, or substantially significant improvements of existing ones. Innovation activities are the incorporation of tangible and intangible technologies, industrial design, equipment and industrial engineering, launch of the manufacture, marketing of new products and processes.

The Argentine scientific system is basically rooted in the evaluation of productivity from publications. How much better the journals are where you publish, are better assessments that are performed to the researcher. In this context the transfer of knowledge towards the area of implementation at national level, is currently a pending issue that must be resolved and deserves a chance. And its form of assessment must still generate discussions to establish realistic guidelines for determining levels of quality in the field.

**Key Words:** *Technological innovation, Evaluation, Scientometrics, quality indicators.*

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 50 años se han definido diferentes maneras de evaluar y estandarizar las actividades de Investigación y Desarrollo tecnológico. La búsqueda de datos estadísticos que permitan realizar evaluaciones de actividad, impacto, diversidad, etc., ha sido llevada adelante principalmente por la Organización para el Desarrollo y la Cooperación Económica (OCDE). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), es una organización de cooperación internacional, compuesta por 31 países miembros, cuyo objetivo es coordinar sus políticas económicas y sociales. Su fundación data de 1960 y su sede central se encuentra en el Château de la Muette, en la ciudad de París, Francia. Su objetivo es el intercambio de información y armonización de políticas con la meta de maximizar su crecimiento económico y ayudar a su desarrollo y al de los países no miembros. Sus metas son maximizar estadísticas para generar políticas que desarrollen la economía de estos países.

La OCDE, junto con la UNESCO y Eurostat, han generado una serie de publicaciones guía, en forma de manuales, para la obtención de indicadores que permitan evaluar diferentes actividades en los países miembros y así elaborar políticas en consecuencia. Estos manuales se toman como base de medición también en nuestro país. Tres de esos Manuales son:

Manual de FRASCATI [1] dedicado a la Investigación y Desarrollo experimental: Medición de las Actividades Científicas y Tecnológicas. Es una propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. En junio de 1963 la OCDE celebró una reunión de expertos nacionales en estadísticas de investigación y desarrollo (I+D) en la Villa Falconieri de Frascati, Italia. Fruto de sus trabajos fue la primera versión

oficial de la Propuesta de Norma Práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental, más conocida como el "Manual de Frascati". El papel esencial de la I+D y de la innovación en la economía fundada en el conocimiento ha suscitado un creciente interés en los últimos años. Para garantizar este seguimiento de la I+D, es esencial disponer de estadísticas e indicadores fiables y comparables. Por este motivo, en el Manual se potencian las diversas recomendaciones y directrices metodológicas, especialmente para mejorar las estadísticas de I+D, en el sector servicios, así como en la recolección de datos más detallados sobre los recursos humanos en I+D. El término I+D engloba tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental.

Manual de OSLO [2]: Es una publicación de 1997, lleva el título "Medición de las Actividades Científicas y Tecnológicas. Directrices propuestas para recabar e interpretar datos de la innovación tecnológica". El Manual de Oslo es un referente importante para el análisis y recopilación de datos en materia de innovación tecnológica, además de una fuente básica para realizar estudios relacionados con el conjunto de actividades que dan lugar a la innovación tecnológica, sus alcances, los tipos de innovación y el impacto de las innovaciones en el desempeño de las organizaciones, contribuyendo a la implantación de una cultura tecnológica en desarrollo constante. La tercera edición, de 2005, es el resultado de experiencias acumuladas desde la edición de 1997 y de las necesidades de los gobiernos de adecuar sus políticas de innovación.

Manual de CANBERRA [3] (Human Resources Devoted to S&T) es el Manual para la evaluación de los Recursos Humanos dedicados a Ciencia y Tecnología

## ALGUNAS DEFINICIONES

La **Investigación Básica** comprende todos aquellos estudios o trabajos originales que tienen como objetivo adquirir conocimientos científicos nuevos, se analiza propiedades, estructuras y relaciones con el objetivo de formular hipótesis, teorías y leyes. En esta etapa los científicos realizan "*Descubrimientos*" que se publican y son de público conocimiento.

La **Investigación Aplicada** parte de los trabajos originales desarrollados en la investigación básica, pero su objetivo es adquirir conocimientos nuevos orientados a un objetivo práctico determinado, dichos resultados son susceptibles de ser patentados, para una futura explotación comercial. En esta etapa los científicos, técnicos y tecnólogos "*Inventan*".

El **Desarrollo Tecnológico** comprende la utilización de los conocimientos adquiridos en la investigación aplicada para la producción de materiales, dispositivos, procedimientos o servicios nuevos. En esta etapa la empresa ha conseguido los conocimientos, el "*Know How*" (saber hacer), que generalmente son

confidenciales, y se desarrollan los prototipos o plantas pilotos. Por último, si los resultados del prototipo son eficaces y viables, se realizan inversiones para producir en grandes series y vender al mercado. Entonces, cuando el mercado acepta el producto o servicio, se convierte en **Innovación Tecnológica**.

Es de público conocimiento que Esko Aho, político y ex primer ministro de Finlandia, que gobernó su país entre 1991 y 1995 define provocativamente investigación como *invertir dinero para obtener conocimiento*, mientras que innovación sería *invertir conocimiento para obtener dinero*, lo que expresa muy bien el fenómeno de retroalimentación que se produce con una estrategia exitosa de I+D+i. Citado por Alejandro Jadad y Julio Lorca en *Innovación no es lo mismo que novedad*, en *Andalucía Investiga*, nº 38, febrero de 2007, pg. 44, quienes también aportan su propia definición: *investigar es invertir recursos para obtener conocimiento, en tanto que innovar es invertir conocimiento para obtener valor*.

La tercera edición del Manual de Oslo (2005) define la innovación como la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.

## ANTECEDENTES SOBRE ALGUNOS INDICADORES

En el sistema científico argentino está básicamente arraigada la evaluación de su productividad a partir de publicaciones, en detrimento de otros indicadores que complementarían la evaluación. Esto se debe a que el sistema científico se ha organizado estructuralmente a partir de la creación del CONICET, hace más de 50 años y ha adaptado sus encuestas de evaluación al mencionado Manual de Frascati. Cuanto mejores son las revistas internacionales en donde se publica, mejores son las evaluaciones que se le realizan al investigador. Esto, en parte, es correcto, pero deberían analizarse otros indicadores cuantitativos y bibliométricos, para lo cual habrá que recurrir al asesoramiento de expertos en este tipo de indicadores estadísticos.

Tal como se mencionan en los trabajos de Spinak [4], la **cienciometría** es la ciencia de medir y analizar la ciencia, se encarga de la evaluación de la producción científica mediante indicadores numéricos de publicaciones, patentes, etc.. La **cienciometría** moderna se basa en gran medida en los trabajos de Derek J. de Solla Price y Eugene Garfield. Este último fundó el Instituto para la Información Científica el cual es frecuentemente usado para el análisis cuantitativo. En la práctica, la **cienciometría** suele ser llevada a cabo a través de la **bibliometría**, la medida de las publicaciones científicas sin incluir otros elementos de medición.

La **bibliometría** estudia la organización de los sectores científicos

y tecnológicos a partir de las fuentes bibliográficas y patentes para identificar a los autores, sus relaciones, y sus tendencias. La bibliometría trata con las varias mediciones de la literatura, de los documentos y otros medios de comunicación, mientras que la cienciometría tiene que ver con la productividad y utilidad científica.

Pero, aún existiendo indicadores de publicación y de citación claramente definidos, sólo se utiliza de éstos una mínima cantidad, como se ha indicado. Ejemplos de indicadores de publicación: Extensión bibliométrica (Número de artículos por país, por disciplina, etc.), Indicador de producción, Índice de actividad, Productividad de los autores, Revistas principales, tasa de crecimiento, Uso de vocabulario, etc. y ejemplos de Indicadores de citación: índice de actividad, índice de afinidad, índice de atracción, apareo bibliográfico, análisis de citas, análisis de cocitaciones, factor de consumo, índice de diversidad, índice de inmediatez, factor de impacto, índice de impacto, factor de popularidad, índice de autocitación, etc.

El Manual de Frascati sigue reconociendo en versiones recientes la dificultad de elaborar un sistema de indicadores de Ciencia y Tecnología: "Por definición los indicadores ilustran un aspecto particular de una cuestión compleja y de facetas múltiples. Es necesario disponer de un modelo explícito que describa a la vez el sistema científico en sí mismo y la forma en que se relaciona con el resto de la sociedad y con la economía. En la práctica y en el estado actual de cosas, no existe un modelo explícito único capaz de establecer relaciones causales entre la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad".

## **CRITERIOS DE EVALUACION ACTUALES EN ARGENTINA**

Para el ingreso a la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico en la primera categoría se deben tener en cuenta numerosos elementos de juicio, entre ellos, su formación evaluada a partir de las becas obtenidas, estudios de posgrado o formación equivalente, labor posdoctoral o equivalente en un centro de excelencia científica o tecnológica, la medición de su producción tomando en cuenta la producción científica y tecnológica (publicaciones), las actividades docentes y de capacitación, participación en congresos, foros industriales o eventos similares, premios, distinciones y subsidios. La propuesta de trabajo futura, su director y el lugar también tienen asignados puntajes. En lo referente a formación, cuando el candidato no haya tenido acceso al grado de doctor por razones de lugar, oportunidad temporal o disciplina, debe haber cumplido los siguientes requisitos: Haber aprobado una intensa formación en cursos y actividades de perfeccionamiento, haber realizado una labor de investigación individual de nivel y envergadura equivalentes a una tesis doctoral (normalmente bajo dirección) y en las etapas subsiguientes de la Carrera del Investigador se debe privilegiar la

producción científico-tecnológica, la innovación y la transferencia de tecnología. Todo ello sin dejar de reconocer como obligación, sólo exigible por la vía de la excepción, la participación activa en la formación de recursos humanos (Becarios investigadores y/o profesionales y/o Técnicos, etc.).

El investigador tecnológico será evaluado considerando los siguientes elementos en cuanto a Producción: Desarrollo y transferencia de tecnología con resultados comprobados efectuados por convenios, contratos, etc, Innovaciones comprobadas y en aplicación, Patentes y su licenciamiento, Modelos y prototipos industriales, Publicaciones, Presentaciones a congresos y eventos de similar naturaleza, Certificados de aptitud técnica, Manuales, memorias e informes técnicos, Premios y distinciones. En cuanto a su capacidad de Gestión: Dirección de proyectos y subsidios recibidos, Gestión para la vinculación entre el Sector científico-tecnológico y el Socio-Productivo, Creación y organización de grupos o Unidades de I+D, Actuación en organismos de planeamiento promoción o evaluación de actividades de I+D. Y, por último deberá acreditar la Formación de Recursos Humanos a través de la Docencia Universitaria, Dirección de personal (incluyendo becarios, profesionales y técnicos) y Actividades de extensión. En todos los casos se persigue poder reconocer la creatividad, calidad, importancia y protagonismo puesta de manifiesto en las tareas realizadas.

## **NUEVOS PARADIGMAS**

Hoy en día se otorga gran importancia a las estrategias nacionales para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, considerándolas un complemento necesario al desarrollo de las economías. Entonces, el paradigma de la ciencia considerada como un "bien público" se ve reemplazado por el de la ciencia como un "bien económico o de mercado", donde la investigación es un factor de inversión y no un factor de consumo.

Las actuales políticas en materia de ciencia han hecho crecer en importancia la innovación tecnológica frente a la investigación básica, que sigue considerándose importante en cuanto a la solución de problemas que se vayan generando en el desarrollo de productos y procesos. Se ha aprendido que el conocimiento genera riqueza y que nociones como valor agregado, beneficios y eficiencia han adquirido mayor relevancia en el esquema evaluativo de estas actividades.

También la comunidad científica se ve en la necesidad de realizar acuerdos en los que se respeten procedimientos de confidencialidad, orientación que se refleja en los acuerdos internacionales como el de derechos de propiedad intelectual auspiciado por el GATT sobre la biodiversidad. Con la creciente importancia de los derechos de propiedad intelectual, adquieren importancia las patentes, el diseño y uso de software, a costa de las publicaciones abiertas.

Es también evidente que la presencia de investigadores dentro de las empresas es, en general, bastante reducido en el ámbito de América Latina y el Caribe. A excepción de Brasil, que se aproxima en ese aspecto a España, con más de un cuarto de sus investigadores actuando en empresas, en los demás países latinoamericanos tal proporción no llega a 10%, en fuerte contraste con los 54.5% de Canadá y 70% de Estados Unidos.

El CONICET y otros organismos de CyT establecen como elementos de juicio especialmente los siguientes:

- a) Conexión entre la labor realizada y la línea de trabajo del investigador.
- b) Importancia científica y tecnológica del trabajo. Privilegiando, además, el hecho de tornar disponible en tiempo, forma y costo, un conocimiento que hasta ese momento no estaba en condiciones de ser aplicado.
- c) Destino final del resultado obtenido, Si no se llevó a cabo la aplicación se deberán exponer los motivos.
- d) Magnitud del impacto socio económico del resultado del trabajo (el evaluado deberá aportar los elementos de juicio).
- e) Recursos aportados por el beneficiario (monto del contrato).
- f) Valor económico del proyecto ejecutado por el investigador.

En el caso en que el investigador establezca confidencialidad de los resultados obtenidos por propia iniciativa, o la comprometa con terceros en contratos o convenios, el procedimiento de la evaluación deberá incluir la opinión de evaluadores que hayan tenido acceso a la información confidencial. En estos casos los evaluadores deberán firmar compromisos de confidencialidad similares a aquellos del personal involucrado.

## CONCLUSIONES

El proceso de innovación tecnológica ocurre básicamente en empresas. Por medio de asociaciones con otras instituciones de investigación, la baja presencia de investigadores en las empresas latinoamericanas es una señal preocupante en cuanto a las posibilidades de renovación tecnológica y mantenimiento de la competitividad de su parque productivo, tal como lo señala Pires Ferreira [5].

Otro aspecto que llama la atención en el caso latinoamericano es la relativamente pequeña proporción de investigadores que actúan en el área de ingeniería y tecnología cuando se la compara con Estados Unidos. Tal resultado es compatible con la baja presencia de investigadores en las empresas y su concentración en las instituciones de educación superior.

Existe la necesidad de buscar un patrón metodológico más homogéneo, que permita la producción de indicadores interna-

cionalmente comparables. Esa búsqueda de rigor metodológico no debe impedir la producción de otros indicadores más adecuados a la realidad latinoamericana. Al contrario, impone un gran desafío a las instituciones productoras de informaciones en el sentido de buscar una estructura conceptual y metodológica más abarcativa – e igualmente rigurosa– que incorpore las recomendaciones de la OCDE y avance en lo que fuera relevante para la medición e interpretación de las actividades de CYT en Argentina y América Latina. Los esfuerzos ya realizados por la OCDE y reunidos en los Manuales de Frascati y Canberra, una revisión de las recomendaciones de la Unesco y los avances producidos por los manuales de Oslo y Bogotá, además de las experiencias ya acumuladas en los distintos países de la región, deben ser tomados como punto de partida para la superación de ese desafío. Sin embargo, tales pasos no pueden ser dados de manera voluntarista, ya que su éxito depende de la incorporación de ese problema en las preocupaciones de las instituciones oficiales de estadística. Hay, por lo tanto, que hacer un esfuerzo de convencimiento a los gobiernos de los países sobre la relevancia de ese tema para el **diseño de políticas científicas, tecnológicas y de innovación adecuadas a la realidad de cada país.**

Las pautas de evaluación del CONICET recomiendan que es “conveniente establecer una cuantificación comparativa entre los productos que tradicionalmente se valorizan en la investigación científica (publicaciones, presentaciones en Congresos, etc.) y aquellos propios de la labor tecnológica (proyectos de desarrollo transferencia tecnológica y social, consultorías, patentes, etc.) a fin promover el tratamiento igualitario de investigadores y profesionales en sus informes, solicitudes y propuestas, sin distinción por tipo de actividad sino por calidad y relevancia”, pero aún hoy se siguen evaluando ambas actividades con una tendencia a considerar indicadores de investigación más que los propios de la innovación tecnológica. Probablemente debido a que las actividades de innovación no sean todavía suficientemente habituales en estos ámbitos y no exista la experiencia suficiente, tal el caso de los 50 años de investigación pura en la Argentina.

## AGRADECIMIENTOS

El Ing. Garaventa agradece a la CIC – Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires su permanente colaboración.

## REFERENCIAS

- [1] OCDE. Manual de Frascati: propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. París: OCDE, 6ta. Ed. 2002.
- [2] Oslo Manual: proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. París: OCDE, 3ra Ed.2005.
- [3] The measurement of scientific and technological activities: manual on the measurement of human resources devoted to S&T, "Canberra Manual". París: OCDE, 1995.
- [4] E. Spinak, "Indicadores cuantitativos. Seminario sobre Evaluación de la Producción Científica" Sao Paulo, 1998.
- [5] S. Pires Ferreira, Personal en Ciencia y Tecnología. Cuestiones metodológicas y análisis de resultados. Fundación SEADE, Brasil.