

MEDICIÓN DE LA INNOVACIÓN EMPRESARIAL: PROPUESTA DE UN MACROINDICADOR *

*Claudia J. Becerra Gualdrón **

Resumen

Aunque no existe consenso acerca de la definición de innovación, ésta se considera de suma importancia en el crecimiento y supervivencia de las empresas. La medición de la innovación es un tema con un gran despliegue a nivel nacional e internacional, sin embargo, estos enfoques no se adaptan fácilmente a la realidad de departamentos como Boyacá que cuentan con niveles bajos de innovación. En el año 2010, el CREPIB, gestionó la conformación de la Red de Innovación de Boyacá y surgió la necesidad de plantear mediciones apropiadas a su realidad. Se propuso una agregación multinivel de 22 indicadores de primer nivel; 7 de segundo nivel: innovación, planificación, cultura, talento humano, vinculación, gestión del conocimiento y desarrollo tecnológico y uno de tercer nivel. Se realizó su aplicación piloto a las empresas de Red de Innovación de Boyacá y se obtuvo que el 30% se clasifican en nivel medio bajo y 10% en nivel muy alto.

Abstract

Although there is no consensus on the definition of innovation, it is considered very important in the growth and survival of firms. Measuring innovation is a theme with massive national and international level; however, these approaches are not easily adapted to reality as Boyacá departments that have low levels of innovation. In 2010, the CREPIB, managed the creation of the Innovation Network of Boyacá and it became necessary to raise appropriate measurements to their reality. It proposed a multilevel aggregation class 22 indicators, 7 second level: innovation, planning,

* Este artículo de investigación es producto de la beca-pasantía financiada por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – UPTC, en el Grupo de Investigación CREPIB de carácter interinstitucional con participación del Centro Regional de Gestión para la Productividad y la Innovación de Boyacá y la UPTC

* Maestrante en Economía Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – UPTC, Tunja, Colombia. Joven Investigadora. Grupo de Investigación CREPIB. 3106131466. claudia.becerra@crepib.org.co

culture, human talent, bonding, knowledge management and technological development and one of the third level. Pilot models were applied to companies Boyacá Innovation Network and obtained the 30% fall in average low and 10% high level.

Palabras clave

Innovación, macro-indicador, red, tecnología, conocimiento

Key words

Innovation, macro-indicator, network, technology, knowledge

1. INTRODUCCIÓN

Aunque aún no existe consenso acerca de la definición de innovación, si lo hay en su importancia tanto para las regiones como para la supervivencia y crecimiento de las empresas (Lugones et al, 2003; Godin, 2008; Schmidt et al., 2009; Fløysand & Jakobsen, 2010), máxime en el ambiente en el que la creciente liberalización de los mercados y los avances tecnológicos han reducido drásticamente las barreras geográficas promoviendo la competencia internacional.

La medición de las actividades de innovación, se puede considerar importante desde varios puntos de vista, en primer lugar, sirve como base para la toma de decisiones de políticas y programas destinados a fortalecer la innovación a nivel regional y nacional, así como para la definición de estrategias por parte de las empresas y en segundo lugar, tiene gran importancia en la medición del impacto de intervenciones (Lugones et al, 2003). Para entender la innovación y maximizar sus efectos sobre el crecimiento económico y el bienestar social, se necesita disponer de datos que muestren los recursos que se dedican a los procesos de innovación, los agentes que participan en ellos, y los resultados obtenidos (Cotec, 2001).

A pesar de la importancia de la medición de la innovación, la complejidad de los procesos innovativos, hace que sea difícil obtener una medida precisa que capture

dicha información en una medida sencilla (Ejermo, 2009). La falta de consenso en la definición de innovación, puede ser una de las razones para la gran diferencia en las formas de medirla.

En Colombia, la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la industria manufacturera - EDIT V (2009-2010), basada en los referentes conceptuales del Manual de Oslo (OCDE, 2005), se basa en variables como actividad de desarrollo e innovación tecnológica, monto invertido en ACTI en el período de referencia, personal ocupado por tipo de vinculación y por nivel educativo, certificaciones de producto y proceso y ocupación en la empresa; para caracterizar la dinámica tecnológica y las actividades innovadoras de las empresas del sector manufacturero.

Los resultados de la EDIT V, muestran un panorama desalentador, teniendo en cuenta que sólo el 0,6% de las empresas encuestadas pueden ser clasificadas como innovadoras en sentido estricto, 33,8% innovadoras en sentido amplio, 5,1% potencialmente innovadoras y el 60,6% como no innovadoras.

Para el departamento de Boyacá, el Centro Regional de Gestión para la productividad y la innovación de Boyacá (CREPIB, 2010) realizó un estudio, según el cual sólo el 20% de las empresas manufactureras encuestadas tienen nivel medio o bajo de capacidades de innovación. Además, el uso empresarial de métodos de análisis de innovación es bastante incipiente, razón por la cual los directivos carecen de elementos de identificación de los impactos de los esfuerzos dedicados y los resultados de innovaciones.

Según lo anterior, para Colombia y aún más en el departamento de Boyacá el nivel de capacidades de innovación es muy bajo. Debido al bajo nivel, un indicador de innovación para las condiciones de un departamento como Boyacá, necesita tener ciertas características especiales que otros indicadores no reconocen. De modo que, las metodologías internacionales de medición de innovación en un departamento como Boyacá, no se ajustan de manera correcta.

En el año 2010, con la iniciativa del CREPIB, se creó la Red de Empresarios Innovadores de Boyacá, pensada como un espacio para el intercambio de información, contactos, alianzas y nuevas formas de relaciones con aplicación en la formulación, gestión de proyectos y misiones tecnológicas. Sin embargo, surgió la necesidad de plantear mediciones apropiadas a su realidad.

En este contexto, el objetivo del presente estudio es construir un macroindicador de innovación para empresas manufactureras y realizar su aplicación piloto a las empresas pertenecientes a la Red de Innovación de Boyacá. Para tal fin, el presente artículo se estructura de la siguiente manera: a continuación se presenta una revisión teórica acerca de las principales definiciones de innovación y su forma de medirla. Posteriormente, se presenta la metodología usada tanto para la construcción de la propuesta de macroindicador como para su aplicación piloto, seguido, se expone el diseño del macroindicador, continuando con los resultados de su aplicación a diez empresas pertenecientes a la Red de Innovación de Boyacá y se finaliza con algunas conclusiones.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de innovación

A pesar de la popularidad de la palabra innovación, todavía no hay consenso acerca del significado exacto de esta palabra (Kravchenko, 2011) el cual ha ido evolucionando a través del tiempo (Formichella, 2005). En el Cuadro 1, se resumen algunas definiciones del concepto innovación.

Cuadro 1. Definiciones de Innovación

Fuente	Año	Definición
Jain & Triandis	1990	El proceso de innovación integra, la detección de una necesidad, investigación y desarrollo, y la transferencia de tecnología. Es la combinación de la comprensión y la invención en forma de productos y procesos de utilidad social y económica
Caird	1992	La innovación se refiere al desarrollo o mejoramiento de productos y procesos con una orientación hacia la solución de problemas, a la obtención de ganancias, es asociada con una visión optimista que la define como una condición tecnológica inherente a todos los problemas de eficiencia y eficacia

Nohria & Guiad	1996	Cualquier política, estructura, método o proceso, producto o mercado de oportunidad que el director de la unidad de innovación perciba como nueva.
Freeman & Soete	2000	La innovación es una condición esencial para el progreso económico y en el comportamiento competitivo de naciones y empresas
Manual de Oslo	2005	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
Kravchenko	2011	La ciencia es la transformación del dinero en el conocimiento, las innovaciones son la transformación del conocimiento en dinero

Fuente: Elaboración propia

De las anteriores definiciones se puede afirmar que hay dos elementos fundamentales, el primero, es la noción de cambio, de algo nuevo y la segunda es la necesidad de su introducción en el mercado, la diferencia se encuentra en qué es lo que cambia (Formichella, 2005).

Siguiendo la revisión de 41 definiciones de innovación realizada por Edison et al, (2013), existen cinco aspectos importantes en la definición de innovación: impacto de la innovación (radical, incremental, avance de marketing o avance tecnológico), tipos de innovación (producto, proceso, marketing y organización), grado de novedad de las innovaciones (nuevo para la empresa, nuevo para el mercado, nuevo para la industria, nuevo para el mundo), actividades de innovación e innovación como un proceso.

En las primeras definiciones de innovación se solía poner el acento sobre los productos y procedimientos con algún grado de novedad, aceptados por el mercado. No obstante, se ha ido aceptando que estas definiciones son limitadas, ya que las innovaciones se toman como entidades homogéneas, definidas, que entran en el circuito económico en un momento determinado; cuando en realidad, están sometidas a cambios durante su periodo de existencia. Es así, como el concepto de innovación se desplazó hacia la consideración de mecanismos sociales más complejos, por lo cual resulta importante utilizar términos como "proceso de innovación" o "actividades de innovación" (OCDE, 1996).

Lo anterior se relaciona con el cambio paradigmático entre el denominado “modelo lineal” y el “modelo interactivo de innovación. Para el primero, la innovación, es proceso ordenado y secuencial que se lleva a cabo en fases aisladas; el proceso inicia con trabajos de investigación básica, lo que lleva a invenciones y posteriormente a la innovación y difusión de nuevas técnicas. Debido a las fuertes críticas de este modelo, surgió el modelo interactivo que promueve la interacción continua entre los actores y elementos que intervienen en los procesos de innovación, teniendo en cuenta las capacidades tecnológicas y la gestión de la innovación, como factores estratégicos dentro de las empresas (Evangelista et al., 1998; Heijs, 2001).

De modo que, la innovación aparece como un proceso interactivo y no solo como un evento, en donde se otorga gran importancia a las redes, el aprendizaje y la retroalimentación entre los diferentes actores como las instituciones, las empresas, la investigación, el desarrollo, las autoridades políticas y los centros de formación (Lundvall, 1992).

De acuerdo a lo anterior, para propósitos del presente documento, se considera la innovación como un proceso de aprendizaje (Garvin, 1993; Dodgson, 1993; Hitt et al., 2000; Lall, 1992), el cual, resulta en una capacidad tecnológica consistente en el conocimiento y habilidades necesarias para que las empresas escojan, instalen, operen, mantengan, adapten, mejoren y desarrollen tecnologías (Lall, 1992), que es además, un proceso no lineal, aleatorio, y que depende del desarrollo pasado, en el cual participan diversas personas y organizaciones (Kravchenko, 2011).

2.2. Medidas de innovación

Kravchenko (2011), analiza la evolución de las ideas acerca de la innovación y los cambios correspondientes en las medidas de innovación, la cual se resumen en el Cuadro 2. Según esta revisión, de la mano del cambio de las definiciones de innovación, van los focos de atención para su medición,

Cuadro 2. Evolución de los enfoques en la medición de la innovación

Periodo	Foco de atención	Indicadores
1. 1950s-1960s	Gasto	Investigación y desarrollo, personal científico y tecnológico
2. 1970s-1980s	Resultados	Patentes, publicaciones, productos, calidad
3. 1990s	Procesos	Encuestas de innovación, indexación, evaluación comparativa, capacidad de innovación
4. 2000s	Sistemas	Conocimiento, intangibles, redes, clusters, técnicas de gestión, sistemas dinámicos

Fuente: Kravchenko (2011)

A nivel internacional se encuentra que dada la importancia de la innovación, se hizo necesario tener una normalización de los criterios de medición. De modo que, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2005) redactó los “Principios Básicos Propuestos para la Recolección e Interpretación de Datos sobre Innovación Tecnológica”, también conocido como el Manual de Oslo. Este Manual, permitió la realización de mediciones basadas en conceptos estandarizados, lo que facilitó la comparación internacional de los distintos desempeños nacionales en la materia (Lugones et al, 2003).

Dentro de los ejercicios empíricos a nivel mundial, se destaca la Community Innovation Survey – CIS, coordinada por Eurostat – instituto de estadística de la Comisión Europea – incluyendo a los países de la Unión Europea más algunos otros países miembros de la OCDE no comunitarios que se sumaron al ejercicio. Se recopilan datos acerca del gasto en innovación y las ventas de productos versus innovación en el nivel de las empresas como porcentaje de la facturación (Ejermo, 2009).

En el año 2001, la Unión Europea propuso un sistema de indicadores destinado al análisis, comparación y evaluación de la dinámica de desarrollo de la innovación en la Unión Europea, llamado European Innovation Scoreboard (EIS), cuyo principal objetivo es comparar el nivel de los países de la Unión Europea en el desarrollo de la innovación. La EIS incluye siete líneas fundamentales combinadas en tres dimensiones: los facilitadores (Recursos humanos, apoyo financiero), las actividades de la empresa (inversiones, Vínculos e iniciativa empresarial,

Rendimientos) y salidas (Empresas innovadoras, Efectos económicos: empleo, ventas, exportaciones).

En este mismo sentido, el Global Innovation Scoreboard fue creado para comparar las actividades de innovación que contiene información de 17 países. Usa nueve indicadores combinados en tres dimensiones, el índice es creado para cada dimensión la cual es calculada como el promedio aritmético de los indicadores de las dimensiones, de los tres índices se compone uno global (Kravchenko, 2011).

Finalmente y por nombrar solo algunos ejemplos, la Corporación RAND, diseñó la tabla periódica de los elementos de la innovación: inversiones en desarrollo científico, personas con talento, acceso a fuentes de capital y el buen funcionamiento de los canales entre ellos. No obstante, esta tabla tiene un carácter nacional por tanto no es aplicable a todo el mundo.

Sin embargo, a nivel regional y debido a las dificultades de medición de los contextos particulares de innovación, la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) realizó el proyecto de “Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina”, para apoyar la realización de estudios comparables entre sí y con los producidos en el resto del mundo, proceso del cual surgió el “Manual de Bogotá” (Lugones et al, 2003).

Estos destacados esfuerzos en la medición de la innovación, tienen una característica común y es que están dirigidos a empresas y sistemas que cuentan con niveles medios o altos de innovación. Sin embargo, Colombia tiene bajo nivel de innovación y el departamento de Boyacá niveles aún más bajos, de modo que estas propuestas no se ajustan a las condiciones de la región. Razón por la cual, el presente ejercicio busca proponer una medida que pueda ser aplicable al estado actual de las empresas boyacenses, en particular a las vinculadas actualmente a la Red de Innovación de Boyacá, que sirva de base para el monitoreo de la actividad innovadora del departamento y permita comparaciones a

través del tiempo y de empresas, y, evalué la relación entre las posibles intervenciones y sus resultados,

3. METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta el trabajo de March (2003), se propone un macroindicador por medio de agregación multinivel de indicadores. Consistente en la elaboración de indicadores a dos niveles: indicadores y macroindicadores, lo cual permite resumir varias variables originales en un valor sintético cuantitativo, cuya escala de valoración debe estar necesariamente estandarizada para facilitar los análisis comparativos. Para este propósito, se realiza la revisión bibliográfica de las variables más importantes para la medición de la innovación, luego se agrupan y se plantean valores según su importancia relativa.

Para la aplicación piloto, se contactaron las empresas de la Red de Innovación de Boyacá, y se obtuvo información para 10 de ellas. El instrumento de medición se aplicó directamente a los propietarios de las empresas en forma personal, por medio de una encuesta, durante los meses de noviembre y diciembre de 2011.

4. PROPUESTA DE UN MACROINDICADOR

Un enfoque que intente medir la innovación debe incorporar tres grandes aspectos (Lugones et al, 2003): Esfuerzos realizados por las empresas y organizaciones en innovación (las Actividades/Procesos de Innovación), Capacidades puestas en juego (stocks y flujos) y Resultados obtenidos (innovaciones). Es decir, no basta con medir la innovación sólo desde el punto de vista de resultados, sino, incorporando diversos aspectos como activos intangibles, relaciones con el entramado científico-técnico o la adecuada formulación de la estrategia de innovación (March, 2003).

Teniendo en cuenta la diferenciación entre innovación y capacidad de innovación, para el presente documento se asume que la innovación hace referencia a un resultado y la capacidad de innovación a un proceso. Por tanto, se plantean tres grandes componentes, uno relacionado con la innovación en sí: resultados

obtenidos y dos con las capacidades de innovación: Esfuerzos / Procesos y Capacidades / Insumos.

4.1. Resultados Obtenidos

- **Innovación**

Según el Manual de Oslo, las principales clasificaciones que se hacen de la innovación giran en torno al grado de novedad y de originalidad de la misma (OCDE, 2005). Una innovación puede ser radical, si involucra productos y procesos nuevos, completamente diferentes a los que ya existen, es decir, representan puntos de inflexión para las prácticas existentes (Ettlie et al., 1984); mientras que las innovaciones incrementales o progresivas son modificaciones y/o mejoras que contribuyen en un marco de continuidad, al aumento de la eficiencia o de la satisfacción del usuario o cliente de los productos y procesos (Arceo, 2009).

El desarrollo de una innovación radical suele ser más complicado que el de innovaciones incrementales, por la necesidad de ciclos de desarrollo más largos y mayor incertidumbre (Rindfleisch & Moorman 2001; Calantone et al. 2006). De allí que en la propuesta se otorgue un valor más alto a las innovaciones radicales.

El Manual de Oslo, distingue entre innovaciones en producto, proceso, marketing y organización. La innovación en producto, se refiere a la introducción de un bien/servicio nuevo o significativamente mejorado en el mercado, en cuanto a sus características técnicas, componentes y materiales, facilidad de uso y otras características funcionales (OCDE, 2005).

La innovación en proceso, es la introducción de un nuevo o significativamente mejorado proceso, que implica cambios significativos en las técnicas, materiales y/o los programas informáticos; que tienen por fin último mejorar la calidad y disminuir los costes unitarios (OCDE, 2005).

La innovación en marketing, se define como la aplicación de un nuevo método de comercialización, que implique cambios significativos del diseño y envasado del

producto (sin alterar sus características de funcionalidad y utilización del producto), su posicionamiento (red de franquicias, venta directa, venta al por menor, cláusula de exclusividad concesión de licencias sobre un producto), su promoción (cambio de imagen, cambios en la publicidad, aplicación de medios de comunicación) y sus tarifas (precios) (OCDE, 2005).

Y la innovación en organización, describe los cambios organizativos en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones externas de la empresa, cuya finalidad es mejorar el nivel de satisfacción del trabajo para de esta forma lograr la reducción de los costes organizativos. La innovación organizacional, va de la mano del modelo de negocio que se puede entender como "la lógica de cómo una organización crea, entrega, y captura valor" (Osterwalder y Pigneur, 2009, p.14).

4.2. Capacidades de innovación

Autores como Romijn & Albaladejo (2002), separan las variables relacionadas con capacidad de innovación entre en fuentes internas y externas. Entre las internas, se encuentran: a) la formación académica inicial y la experiencia en el trabajo previo del fundador / director, b) la cualificación profesional de la fuerza laboral, y c) los esfuerzos tecnológicos en curso que inducen a seguir aprendiendo con el tiempo. Las variables internas afectan la innovación al interior de la empresa (Edison et al., 2013)

Mientras que entre las fuentes externas están: a) la intensidad del trabajo en red con una variedad de agentes e instituciones, b) ventajas de proximidad geográficas asociadas a la creación de redes, y c) la recepción de apoyo institucional (Romijn & Albaladejo, 2002). Las variables externas están fuera de la organización y se salen de su control (Edison et al., 2013).

Sin embargo, la presente propuesta solo tendrá en cuenta los factores internos teniendo en cuenta que su aplicación está pensada para el departamento de Boyacá, y en términos generales los factores externos afectan de forma similar a

las empresas. Los factores internos fueron divididos entre esfuerzos o procesos y capacidades o insumos.

4.2.1. Esfuerzos / Procesos

- **Planificación**

El conocimiento tecnológico, es generado principalmente desde actividades de investigación y desarrollo – I+D (Cardinal & Hatfield 2000). La I+D, es usualmente la base de la creación del conocimiento (Kastelli et al., 2004) y por tanto constituye un insumo importante de los procesos de innovación (OECD, 2005). La I+D promueven el desarrollo de las innovaciones e indirectamente contribuyen al crecimiento organizacional (Alegre et al., 2009). Según Kravchenko (2011), los sectores con más innovación lo constituyen aquellos que invierten más del 10% del volumen de ventas en investigación y desarrollo.

Numerosos estudios afirman que efectivamente las actividades de I+D llevan a la innovación en productos que permiten a las empresas lograr ventajas competitivas y aumentar su cuota de mercado (Freeman & Soete, 1997). No obstante, la I+D no lo es todo, ya que el alcance y el nivel de la innovación no siempre se correlaciona con los gastos de I + D (Palôic et al, 2010).

La I+D, se puede entender tanto como una actividad formalmente organizada (Cohen & Levinthal, 1989; Hitt et al., 2000) como los esfuerzos tecnológicos informales que se encuentran estrechamente aliados a la producción y dirigida a la resolución de problemas incrementales mediante la experimentación en la empresa (Kim & Nelson, 2000).

- **Cultura**

Un cambio o transformación siempre significa para los individuos una amenaza de sus estatus actual o incluso de su medio de subsistencia. La introducción de un concepto de gestión del cambio requiere una estructura flexible, personas acostumbradas y dispuestas al cambio y en su caso más óptimo disponer de una sistematización de los procesos de cambio (Amorós & Tippelt, 2005).

En ocasiones, la innovación encuentra barreras internas, generadoras de resistencias al cambio, en este contexto toma importancia la existencia de una "cultura" empresarial que favorece o no al cambio (Benítez, 2005). Dicha cultura se compone de "normas" y "valores" o expectativas sociales que se aceptan de manera general y en las que existe una creencia fuerte con juicios de valor generalizados acerca de lo que se considera correcto o incorrecto, la innovación conlleva un cambio organizacional (Tushman & O'Reilly, 1998).

4.2.2. Capacidades/Insumos

- **Talento Humano**

La dotación de recursos humanos con que cuenta una empresa puede ser un importante indicio de las capacidades con las que dispone para encarar procesos innovativos (Lugones et al, 2003). Cada vez más, se señala la importancia en los procesos de innovación de contar con un equipo de personas altamente calificadas que pueden tener mayor disposición al cambio y ser generadoras de ideas de innovación. La absorción de las nuevas tecnologías por parte de las empresas requiere de personal calificado, particularmente científicos e ingenieros (Hoffman et al., 1998).

Las Ciencias Básicas se constituyen en la base fundamental de los procesos de desarrollo científico y tecnológico, sin los cuales es impensable la inserción de nuestro país en las dinámicas globales de desarrollo. Desarrollos competitivos en otras áreas de la ciencia o de la tecnología son poco probables sin haber alcanzado los más altos niveles de conocimiento y producción en las Ciencias Básicas (Colciencias, 2011).

- **Vinculación**

La cooperación entre empresas y el trabajo en red reduce la incertidumbre y permite compartir riesgos y costos. Las actividades de innovación que se realizan en contextos donde se han establecido estas redes o sistemas de intercambio e interacción se ven influenciadas positivamente, lo cual permite esperar mayores y mejores resultados (Lugones, 2003).

La interacción con otras empresas, proveedores, clientes, entidades, asociaciones y similares puede proporcionar insumos externos que faltan en el proceso de aprendizaje que la propia empresa no puede proporcionar al menos, fácilmente (Romijn & Albaladejo, 2002). La interacción tanto con consumidores como con proveedores es vista como particularmente beneficiosa para las empresas (Von Hippel, 1988).

- **Gestión del conocimiento**

Entre la gran variedad de factores de éxito para las innovaciones una buena parte se centra en las fuentes de conocimiento y, en particular, los mecanismos de aprendizaje y los procesos involucrados en la gestión del conocimiento utilizado en el desarrollo de innovaciones (Miller et al., 2006). Se requiere el aprendizaje en la organización para transformar las capacidades clave de las empresas en innovaciones (Atuahene-Gima, 2005; Yalcinkaya et al., 2007).

En una organización, la cultura organizacional está regida por la dinámica de la interacción de todos sus miembros gracias a la transmisión de valores, conocimientos, experiencias y habilidades de sus miembros para el logro de objetivos comunes. La comunicación organizacional puede ser formal o informal. Para la gestión del cambio, es fundamental para las empresas contar con sistema de comunicación que permita transmitir información y conocimiento tanto entre los miembros de la organización como en clientes y proveedores (Amorós & Tippelt, 2005). La mayoría de investigadores enfatizan en la importancia del conocimiento informal y los flujos de conocimiento entre los participantes de los sistemas de innovación, pero estos flujos son difíciles de capturar y medir (Kravchenko, 2011). De otro lado, la incorporación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs) requiere nuevas capacidades, habilidades y destrezas, lo cual puede impulsar procesos de aprendizaje, mejorar las capacidades disponibles y generar mejoras en procesos y productos (Lugones et al, 2003).

Las TICs, afectan positivamente al resto de las actividades de innovación en la medida en que representan un cambio paradigmático en la forma de procesar, almacenar y distribuir la información. La medición de las TICs, en la empresa, se puede abordar desde el acceso a las TICs (teléfonos, computadores, internet, otros medios), uso de las TICs (actividades realizadas a través de internet, uso de computadoras, teléfonos móviles, redes). El énfasis en la medición de las TICs se ha hecho en los computadores, el internet y la presencia web (Fondeur Gil, 2008).

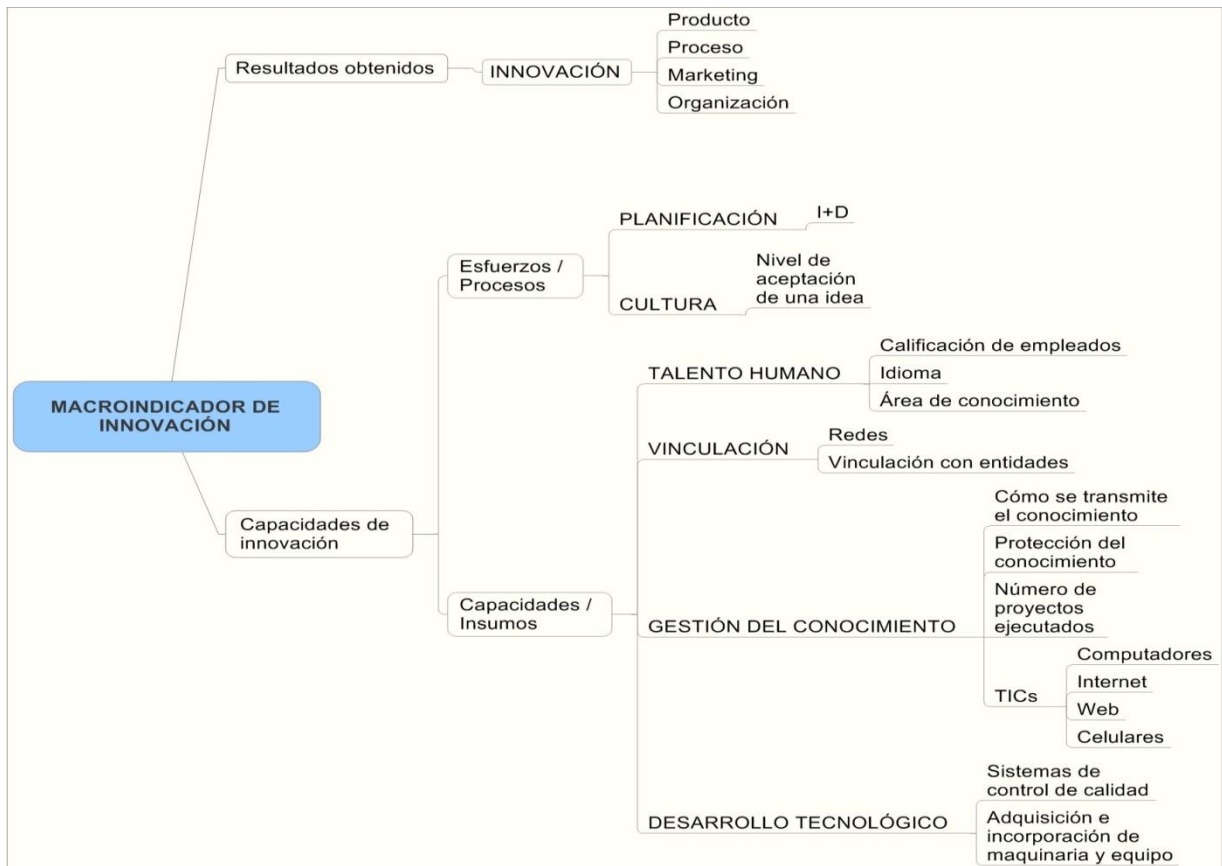
- **Desarrollo Tecnológico**

La adquisición e incorporación en los procesos productivos de nuevas tecnologías, maquinarias y equipos, ha sido uno de los focos para analizar los esfuerzos empresariales para la introducción de innovaciones, teniendo en cuenta que los bienes de capital tienen la propiedad de ser difusores de progreso tecnológico. Además, la adquisición de equipos nuevos lleva consigo actividades como la capacitación del personal y cambios en la organización de la producción (Anlló, 2003).

En este mismo sentido, la adopción de sistemas de control de calidad, como puntos de control y planillas de seguimiento y el empleo de herramientas estadísticas; se ha reconocido como un indicio importante de la voluntad empresarial para mejorar continuamente sus operaciones y abrir la posibilidad de innovaciones (Lugones et al, 2003).

Con base en lo anterior, el macroindicador propuesto consta de 22 indicadores de primer nivel, 7 de segundo nivel y uno de tercer nivel, las cuales se presentan esquemáticamente en la Figura 1. En el Cuadro 3 se expone la relación entre puntaje y calificación y en el Cuadro 4, la propuesta de medición,.

Figura N.1. Variables para la medición de la innovación



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3. Calificación según puntaje

CALIFICACIÓN	PUNTAJE
NULA	0
BAJA	0-28
MEDIA BAJA	29-61
MEDIA ALTA	62-96
ALTA	97-128
MUY ALTA	129-160

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4. Matriz de asignación de puntajes de las empresas

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN			ESCALA DE CALIFICACIÓN												
			NULA		BAJA		MEDIA BAJA		MEDIA ALTA		ALTA		MUY ALTA		
COMPONENTE	INDICADOR	PE-SO	CRITERIO	P	CRITERIO	P	CRITERIO	P	CRITERIO	P	CRITERIO	P	CRITERIO	P	
INNOVACIÓN	Producto	Número de innovaciones incrementales o radicales en producto	15	Ninguna innovación	0	Una innovación incremental	3	Dos innovaciones incrementales	6	Más de dos innovaciones incrementales	9	Una innovación radical	13	Más de una innovación radical	15
	Proceso	Número de innovaciones incrementales o radicales en proceso	15	Ninguna innovación	0	Una innovación incremental	3	Dos innovaciones incrementales	6	Más de dos innovaciones incrementales	9	Una innovación radical	13	Más de una innovación radical	15
	Marketing	Número de innovaciones incrementales o radicales en marketing	15	Ninguna innovación	0	Una innovación incremental	3	Dos innovaciones incrementales	6	Más de dos innovaciones incrementales	9	Una innovación radical	13	Más de una innovación radical	15
	Organización	Número de innovaciones incrementales o radicales en organización	15	Ninguna innovación	0	Una innovación incremental	3	Dos innovaciones incrementales	6	Más de dos innovaciones incrementales	9	Una innovación radical	13	Más de una innovación radical	15
PLANIFICACIÓN	Gasto en I+D	% de inversión en I+D sobre las utilidades	10	0% de Inversión	0	Entre 0 y 5%	2	Entre 5% y 10%	4	Entre 10% y 15%	6	Entre 15% y 20%	8	Más de 15%	10
TALENTO HUMANO	Inversión en educación	% empleados con pregrado, maestría o doctorado	10	Ningún empleado con pregrado	0	Uno con pregrado	2	Más de uno con pregrado	4	Un magister	6	Más de un magister	8	Un doctor o más de 2 magister	10
	Idiomas	Número de personas en la empresa que manejan otro idioma	5	Ninguno	0	Uno	1	Dos	2	Tres	3	Cuatro	4	Más de 4	5
	Área de conocimiento	Área	5	Ninguno	0	Ciencias administrativas, económicas y contables	1	Ingeniería	2	Más de uno de ingeniería	3	Ciencias básicas	4	Más de uno de ciencias básicas	5
VINCULACIÓN	Redes	Número de redes a las que pertenece	5	Ninguno	0	Una red	1	Dos redes	2	Tres redes	3	Cuatro redes	4	Más de cuatro redes	5
		Temas de las redes	5	Ninguno	0	Comunicaciones	1	Clientes y/o anteriores	2	Socios comerciales y/o anteriores	3	Producción y/o anteriores	4	Ciencia, tecnología e innovación y/o anteriores	5
	Grupos con vinculación	Número de entidades con las que se ha vinculado	5	Ninguno	0	Una entidad	1	Dos entidades	2	Tres entidades	3	Cuatro entidades	4	Más de cuatro entidades	5

Cuadro 4. Matriz de asignación de puntajes de las empresas

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN			ESCALA DE CALIFICACIÓN												
			NULA		BAJA		MEDIA BAJA		MEDIA ALTA		ALTA		MUY ALTA		
COMPONENTE	INDICADOR	PE-SO	CRITERIO	P	CRITERIO	P	CRITERIO	P	CRITERIO	P	CRITERIO	P	CRITERIO	P	
	Temas de vinculación con entidades	5	Ninguno	0	Cumplimiento requisitos legales	1	Asesorías	2	Capacitaciones y/o anteriores	3	Desarrollo productos y/o procesos	4	Investigación, Innovación	5	
DESARROLLO TECNOLÓGICO	Sistemas de control de calidad	5	Ninguno	0	.	.	.	.	Lo tiene pero no lo utiliza actualmente	3	.	.	Lo tiene y lo utiliza	5
	Adquisición e incorporación de maquinaria y equipo	5	Nunca	0	Más de 4 años	1	Entre 3 y 4 años	4	Entre 2 y 3 años	3	Entre 1 y 2 años	4	Menos de un año	5	
CULTURA	Cultura de cambio	5	No hay ideas nuevas	0	No hay ideas nuevas pero se aceptarían	1	Baja	1	Media	3	Alta	4	Alta y se premian a los empleados con ideas innovadoras	5	
GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	Gestión del conocimiento	5	Ninguno	0	.	.	Empírico	2	Inducción	3	Documentos	4	Documentos e inducción	5	
		5	Ninguno	0	.	.	.	.	Otro	3	Secreto Industrial	4	Patentes	5
		5	Ninguno	0	Uno	1	Dos	2	Tres	3	Cuatro	4	Más de cuatro	5	
	TICs	Computadores	5	Ninguno	0	Uno	1	Dos	2	Tres	3	Cuatro	4	Más de cuatro	5
		Uso de internet	5	No usa	0	Procedimientos legales	1	Comunicaciones	2	Ventas y/o anteriores	3	Publicidad y/o anteriores	4	Vigilancia tecnológica y/o anteriores	5
		Presencia web y servicios de la página	5	No tiene	0	.	.	Anuncio de contacto en otra página	2	Página web contacto	3	Página web otros servicios	4	Página web ventas	5
		Teléfonos móviles para la empresa	5	No usa	0	Uno	1	Dos	2	Tres	3	Cuatro	4	Más de cuatro	5
TOTAL		160	0	0	1	28	29	61	62	96	97	128	129	160	

Fuente: Elaboración propia

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

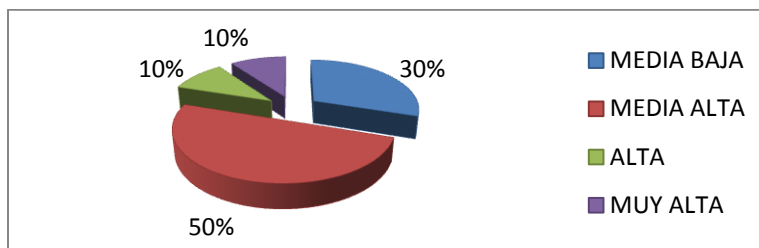
En el Cuadro 5, se presentan los resultados de la aplicación del anterior macroindicador a 10 empresas de la Red de Innovación de Boyacá. Se destaca que el promedio es de 79,9 (de 160 puntos posibles) y el 50% de las empresas se encuentran en el nivel medio-alto (Gráfico 1). Cabe agregar que estos resultados pueden mostrar un panorama alentador con respecto al comportamiento innovador de Boyacá, sin embargo, las empresas encuestadas, se pueden calificar como destacadas dentro del departamento, razón por la cual no habría lugar a extrapolaciones de resultados a todo el departamento.

Cuadro 5. Aplicación piloto del macroindicador: Resultados por componente

COMPONENTE		INDICADOR	PRO-MEDIO	MÁX	MÍN
INNOVACIÓN	Producto	N. innovaciones incrementales o radicales en producto	8	15	0
	Proceso	N. innovaciones incrementales o radicales en proceso	4,2	15	0
	Marketing	N. innovaciones incrementales o radicales en marketing	3,4	13	0
	Organización	N. innovaciones incrementales o radicales en organización	2,2	13	0
PLANIFICACIÓN	Gasto en I+D	% de inversión en i+D sobre las utilidades	5,7	10	2
TALENTO HUMANO	Educación	% empleados con pegado, maestría o PhD	5,6	10	2
	Idiomas	N. de personas en la empresa que manejan otro idioma	0,3	1	0
	Área	Área de conocimiento	1,5	4	0
VINCULACIÓN	Redes	N. de redes a las que pertenece	2	5	0
		Temas de las redes	2,3	5	0
	Vinculación con entidades	Número de entidades con las que se ha vinculado	4,2	5	3
		Temas de vinculación con entidades	3,9	5	2
DESARROLLO TECNOLÓGICO	Control de calidad	Tiene algún sistema de control de calidad	4	5	0
	Maquinaria y equipo	Tiempo transcurrido desde la incorporación de una nueva máquina o equipo	4,4	5	3
CULTURA	Cultura cambio	Cuál es nivel de aceptación de una idea nueva	3,6	5	1
GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	Gestión del conocimiento	Método de transmisión de conocimiento	3,1	5	2
		Método de protección del conocimiento	2,4	5	0
		Número de proyectos ejecutados	4	5	3
	TICs	Computadores	3,5	5	1
		Uso de internet	3,8	5	2
		Presencia web y servicios de la página	3	5	0
		Teléfonos móviles para la empresa	4,8	5	3
TOTAL			79,9		

Fuente: Estudio

Gráfico 1. Aplicación piloto del macroindicador: Nivel de innovación



Fuente: Estudio

6. CONCLUSIONES

En la actualidad la innovación ha tomado un papel central dentro de las decisiones económicas y políticas de todas las naciones, tanto en términos macro como microeconómicos. No obstante aún no existe consenso acerca de la definición de innovación, de sus determinantes y de la manera de ser medida.

Queda claro que dada la importancia de este concepto es fundamental encontrar parámetros de comparabilidad, pero que trate de recoger en la mayor medida posible los aspectos que afectan la innovación, no desde el punto de vista solo como un resultado sino como un proceso en el cual toman importancia muchas variables. La matriz presentada en este documento permite generar un acercamiento a la medición de los procesos de innovación dentro de empresas manufactureras, generando la posibilidad de realizar comparaciones entre empresas y de ellas mismas a través del tiempo.

La principal limitación del presente estudio es el reducido tamaño muestra, que impide extraer resultados estadísticamente significativos y evita la aplicación de técnicas estadísticas multivariantes, por lo cual hay que conformarse con un análisis descriptivo. Además teniendo en cuenta la escasa literatura relacionada con la agregación multinivel de indicadores, este estudio se puede catalogar como exploratorio. Sin embargo, abre la puerta para futuras investigaciones con mayores tamaños muestrales que permitan el uso de análisis multivariantes como

el análisis factorial que conlleve al mejoramiento del instrumento y de ser necesario, la inclusión o exclusión de variables según su relevancia.

Además, como principal aporte de esta propuesta se destaca, que un macroindicador de este tipo es especialmente útil a nivel microeconómico, porque permite análisis comparativos de las empresas, de su comportamiento individual comparado con el promedio, la evolución de este indicador a través del tiempo y la evaluación del impacto de posibles intervenciones.

7. REFERENCIAS

1. Alegre, J., Chiva, R., & Lapiedra, R. (2009). Measuring innovation in long product development cycle industries: an insight in biotechnology. *Technology Analysis & Strategic Management*, 21(4), 535–546.
2. Amorós, A., & Tippelt, T. (2005). Gestión del cambio y la innovación: Gestión del cambio y la innovación:. In WEnt – Capacity Building International, Germany. División 4.01. Cooperación Tecnológica, Desarrollo de Sistemas y Gestión de la Formación Profesional.
3. Anlló, G. (2003). *La medición de la Innovación en América Latina: ¿Por qué el Manual de Oslo no es suficiente?* Tesis de Maestría. Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Universidad Nacional de Quilmes.
4. Arceo, G. (2009). *El impacto de la gestión del conocimiento y las tecnologías de información en la innovación: Un estudio en las PYME del sector agroalimentario de Cataluña*. Universidad Politécnica de Cataluña.
5. Atuahene-Gima, K. (2005). Resolving the capability- rigidity paradox in new product innovation. *Journal of Marketing*, 69(3), 61-83.
6. Benítez, M. (2005). *La innovación como proceso empresarial*. Paraguay.
7. Caird, S. (1992). What support is needed by innovative small business? *Journal of General Management*, 18(2), 45-68.

8. Calantone, R., Chan, K., & Cui, A. (2006). Decomposing product innovativeness and its effects on new product success. *Journal of Product Innovation Management*, 23(4), 408-421.
9. Cardinal, L., & Hatfield, D. (2000). Internal knowledge generation; the research laboratory and innovative productivity in the pharmaceutical industry. *Journal of Engineering and Technology Management* 17, 247–271.
10. Cohen, W., Levinthal, D. (1989). Innovation and learning: the two faces of R&D. *The Economic Journal* 99, 569–596.
11. Colciencias. (2011). *Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Obtenido de http://www.colciencias.gov.co/programa_estrategia/ciencias-b-sicas
12. Cotec. (2001). *Indicadores de Innovación. Situación de España*. Madrid.
13. CREPIB. (2010). *Diagnóstico para la redefinición del modelo de negocio del CREPIB. Documento de trabajo*. Tunja.
14. DANE. (2010). *Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico EDIT V*. Bogotá.
15. Dodgson, M., (1993). Organizational learning: a review of some literatures. *Organisation Studies* 14(3), 375–394.
16. Edison, H., bin Ali, N., & Torkar, R. (2013). Towards innovation measurement in the software industry. *The Journal of Systems and Software*, 86, 1390– 1407.
17. Ejerme, O. (2009). Regional Innovation Measured by Patent Data—Does Quality Matter? *Industry and Innovation*, 16(2), 141–165.
18. Ettlie, J., Bridges, W., O’Keefe, R. (1984). Organization strategy and structural differences for radical versus incremental innovation. *Management Science*, 30 (6) 682-695.
19. Evangelista, R., Sandven, T., Sirilli, G., & Smith, K. (1998). Measuring Innovation in European Industry. *Economics of Business*, 5(3), 311-333.
20. Fløysand, A., & Jakobsen, S.-E. (2010). The complexity of innovation: A relational turn. *Progress in Human Geography*, 35(3), 328–344.

21. Fondeur Gil, S. (2008). Cuarto taller sobre la Medición de la Sociedad de la Información en América Latina de la Información en América Latina. *La medición del impacto de las TIC en las empresas*. San Salvador: United Nations Conference on Trade and Development.
22. Formichella, M. M. (2005). La evolución del concepto de innovación y su relación con el desarrollo. *Gestión del emprendimiento y la innovación*. INTA. Tres Arroyos.
23. Freeman, C., & Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. Pinter Publisher, London.
24. Freeman, C., & Soete, L. (2000). *The economics of industrial innovation* (Third Edition ed.). London: The MIT Press.
25. Garvin, D. (1993). Building a learning organization. *Harvard Business Review*, July–August, 78–91.
26. Godin, B. (2008). Innovation: the History of a Category. Paper no. 1, Project on the Intellectual History of Innovation, Montreal, INRS.
27. Heijs, J. (2001). *Justificación de la política de innovación desde un enfoque teórico metodológico*.
28. Hitt, M., Ireland, R., & Lee, H. (2000). Technological learning, knowledge management, firm growth and performance: an introductory essay. *Journal of Engineering and Technology Management* 17 (3/4), 231–246.
29. Hoffman, K., Parejo, M., Bessant, J. & Perren, L. (1998). Small firms, R&D, technology and innovation in the UK: a literature review. *Technovation* 18(1), 39–55.
30. Jain, R. K., & Triandis, H. C. (1990). *Management of research and development organizations: managing the unmanageable*. U.S.A: John Wiley & Sons, Inc.
31. Kastelli, I., Caloghirou, & Ioannides., S. (2004). Cooperative R&D as a means for knowledge creation. Experience from European publicly funded partnerships. *International Journal of Technology Management* 27, 712–729.

32. Kim, L., Nelson, R. (Eds.), 2000. Technology, Learning and Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies. *Cambridge University Press*, Cambridge.
33. Kravchenko, N. (January de 2011). The Problem of Measuring and Assessing National Innovation Systems. *Problems of Economic Transition*, 53(9), 61–73.
34. Lall, S., (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development* 20(2), 165–186.
35. Lugones, G., Peirano, F., Giudicatti, M., & Raffo, J. (2003). Indicadores de innovación tecnológica. *Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior (REDES)*.
36. Lundvall BA° (1992) Introduction. In Lundvall BA° (ed.) *Systems of Innovations*. London: Pinter, 1–19.
37. March, I. (2003). La medición del desempeño ante la innovación mediante el uso de indicadores y macroindicadores. Valencia: Universitat de Valencia.
38. Miller, K., Zhao, M., & Calantone, R. (2006). Adding interpersonal learning and tacit knowledge to March's exploration-exploitation model. *Academy of Management Journal*, 49(4) 709-22.
39. Nohria, N., & Guiad, R. (1996). Is slack good or bad innovation. *Academy of Management Journal*, 39, 1245-1264.
40. OCDE. (1996). La innovación tecnológica: definiciones y elementos de base. (U. N. Quilmes, Ed.) *REDES*, 3(6), 131-175.
41. OECD. (2005). The measurement of scientific and technological activities. Proposed guidelines for collecting and interpreting technological data. Paris: OECD.
42. Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2009). *Business Model Generation*.
43. Palôic, I., Buchmeister, B., & Polajnar, A. (2010). Analysis of Innovation Concepts in Slovenian Manufacturing Companies. *Journal of Mechanical Engineering*, 56(12), 803-810.

44. Rindfleisch, A. & Moorman, C. (2001). The acquisition and utilization of information in new product alliances: A strength-of-ties perspective. *Journal of Marketing*, 65(2), 1-18.
45. Romijn, H. & Albaladejo, M. (2002). Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast England. *Research Policy* 31, 1053–1067
46. Romijn, H., & Albaladejo, M. (2002). Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast England. *Research Policy*, 31, 1053–1067.
47. Schmidt, J., Sarangee, K., & Montoya, M. (2009). Exploring new product development project review practices. *Journal of Product Innovation Management*, 26(5), 520-35.
48. Tushman, M., O'Reilly III, C. (1998) Innovation, Prentice Hall, México.
49. Von Hippel, E., (1988). The Sources of Innovation. Oxford University Press, New York.
50. Yalcinkaya, G., Calantone, R., & Griffith, D. (2007). An examination of exploration and exploitation capabilities: Implications for product innovation and market performance. *Journal of International Marketing*, 15(4), 63-93.