

# Medición de la investigación como herramienta de productividad intelectual en Colombia

*Fabio David Fandiño Acosta\**

*Gerardo Avendaño Prieto\*\**

Fecha de recepción: 13 de septiembre de 2013

Fecha de aprobación: 20 de octubre de 2013

Pp. 7 a 24

## RESUMEN

Este artículo busca ilustrar la importancia de la investigación como medio de generación de productividad intelectual en Colombia, a través de la creación de productos publicados por los grupos de investigación científica, tecnológica o de innovación en las diferentes áreas, ilustrando también el impacto que se ha logrado a la fecha con la inclusión de nuevos integrantes, al incentivar la labor de las entidades educativas en este aspecto y así mismo comparar los modelos de medición de los últimos años evaluados por Colciencias; viendo que factores como el trabajo en equipo, productividad, calidad y enfoque del producto literario y el aporte a la investigación hacen parte de la medición y calificación de estos grupos; así como los retos que deben asumir las generaciones siguientes en pro del desarrollo productivo del país.

## PALABRAS CLAVE

Investigación, grupos de investigación, productividad, generación de nuevo conocimiento, asociatividad, modelo matemático.

---

\* Estudiante de pregrado en Administración de Empresas, Universidad EAN.

\*\* Especialista en Ingeniería de Producción, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

## *Research measurement as a tool for competitiveness in Colombia*

### ABSTRACT

*This article shows the importance of research as a means to generate productivity in Colombia, through the creation of products published by research groups in the fields of scientific, technological or innovation areas, also illustrating the current impact which has been achieved with the inclusion of new members and groups to encourage research work in educational institutions by getting outstanding research outcomes in each group. Likewise, there is a comparison of measuring models for research groups applied in recent years which are assessed by the Administrative Department of Science, Technology and Innovation at Colciencias, experiencing that factors such as teamwork, productivity, literary products' quality and focus and the contribution to research are involved in the measurement and classification of these research groups.*

### KEY WORDS

*Research, Research groups, Productivity, New Knowledge Generation, Associativity and Mathematical Model.*

## *Mesure de la recherche comme outil de compétitivité pour la Colombie*

### RÉSUMÉ

Cet article vise à illustrer l'importance de la recherche comme moyen d'amélioration de la productivité colombienne par le biais de la création de documents publiés par des groupes de recherche scientifique, technologique et d'innovation de différents domaines. Ce phénomène illustre l'impact créé par l'arrivée de nouveaux membres qui encouragent de fait la recherche des établissements d'enseignement au travers d'un vaste travail réalisé par différents groupes d'investigation. De même, cet article tente de comparer les critères d'évaluation des groupes de recherche évalués ces dernières années par le département scientifique, technologique et d'innovation -Colciencias- en mesurant des facteurs tels que le travail en équipe, la productivité, la qualité et la thématique du produit littéraire.

### Mots-clés

Groupes de Recherche, Productivité et Génération de Nouvelles Connaissances, Associativité, Modèle Mathématique, Recherche.

# Medição da investigação como ferramenta de competitividade na Colômbia

## RESUMO

Este artigo objetiva ilustrar a importância da investigação como meio de geração de produtividade na Colômbia, por meio da criação de produtos publicados pelos grupos de investigação científica, tecnológica ou de inovação nas diferentes áreas, ilustrando também o impacto atingido atualmente com a inclusão de novos membros e grupos, incentivando o trabalho investigativo nas entidades educativas por meio do trabalho meritório em cada um dos grupos de investigação. Igualmente, objetiva-se comparar os modelos de medição de grupos de investigação dos últimos anos avaliados pelo Departamento Administrativo de Ciência, Tecnologia e Inovação Colciencias, considerando que factores como trabalho em equipe, produtividade, qualidade e enfoque do producto literario e a contribuição à investigação fazem parte da medição e qualificação destes grupos de investigação.

## PALAVRAS-CHAVE

Investigação, Grupos de Investigação, Produtividade, Geração de Novo Conhecimento, Associatividade, Modelo matemático.

# 1. Introducción

---

**L**a investigación se define, a grandes rasgos, como un conjunto de actividades de tipo intelectual basadas en un método sistemático determinado en búsqueda de hechos puntuales por medio de un objetivo establecido previamente; su desarrollo óptimo, implica ser precisos en el planteamiento del problema de investigación con argumentos que permitan explorar y profundizar en el desarrollo investigativo, a fin de controlar los hechos que son consecuencia, para dar una respuesta que supla las necesidades del objetivo y llegue a una conclusión final que abarque el resultado de los análisis en el proceso (Nieto, 2005).

Se requiere de la investigación para explorar las falencias y oportunidades de un país y encontrar los correctivos para superar los retos que impone la sociedad en Colombia; esta debe ser una tarea que todos debemos asumir en pro del mejoramiento de la calidad de vida del país (Tobón y Núñez, 2006), dando paso a la solución de problemas sociales, reconociendo los acontecimientos actuales, encontrando los puntos débiles para aplicar por medio de la investigación y las soluciones de acuerdo a esta realidad con el desarrollo del potencial del país.

## 2. Medición de la investigación en Colombia

---

La entidad encargada de realizar el seguimiento y medición de los niveles de investigación en Colombia, es el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias; rector del sector y del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación, SNCyTI, encargado de formular, orientar, dirigir, coordinar, ejecutar e implementar la política del Estado en la materia, en concordancia con los planes y programas de desarrollo (Colciencias, 2012). El seguimiento que realiza la entidad al nivel investigativo del país se refleja en la evaluación y medición de los grupos de investigación (Matiz, 2009), que se constituyen como un conjunto de personas que realizan una investigación de una temática dada, por medio de la formulación de problemas de interés común desarrollados mediante un plan estratégico, que permita desarrollar la temática establecida. Este grupo existe, si se demuestra la producción de resultados tangibles plasmados en un proyecto formal y verificable fruto del plan de investigación.

Desde la década de los 80, es posible encontrar antecedentes que reflejan la evolución y desarrollo de estos grupos de investigación en nuestro país, entre los eventos más importantes se destacan los siguientes:

- 1989: la misión de ciencia y tecnología plantea la construcción social del concepto grupo de investigación.
- 1991: Colciencias a partir de la Ley 29/1990, creó la política de apoyo al fortalecimiento y consolidación de los grupos y centros de investigación.
- 1990 a 1998: se construyen los conceptos de grupo de investigación, centros de investigación, investigador, línea de investigación, personas que participan en los procesos de investigación y se desarrollan los

conceptos para la recolección y análisis de la información. Se identifica el grupo de Investigación como unidad básica del SNCyT.

- 1998: construcción de un índice para hacer la diferenciación entre los grupos de investigación, convocatoria Caldas 2000.
- 2003: se buscó modernizar la gestión del SNCyTI, facilitar el seguimiento permanente a los desarrollos nacionales y mundiales en ciencia, tecnología e innovación (Matiz, 2009). Proveer los enlaces entre investigadores, grupos, instituciones y otros.
- 2008: construcción de un nuevo escalafón de grupos de investigación científica, tecnológica o de innovación. Generación de estadísticas más precisas y confiables de desarrollo científico nacional sobre las capacidades disponibles del SNCyTI (Universidad Sergio Arboleda, 2008).

## 2.1 ¿Cómo se realiza la medición de grupos de investigación?

Este análisis lo realiza periódicamente Colciencias, a través de la convocatoria nacional para medición de grupos de investigación, tecnología o de innovación, donde se evalúan las capacidades en términos de investigación científica y tecnológica, profundizando en los resultados obtenidos por los grupos, las estrategias y los resultados obtenidos. Esta medición, también hace parte de la motivación de los grupos y el fortalecimiento de los nuevos investigadores.

Para el año 2006 Colciencias, conjuntamente con el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología y el grupo académico CT&S-UN de la Universidad Nacional, desarrollaron un índice denominado *ScientiCol*, que permitió contar con una base de datos para poder obtener información en tiempo real, que sirviese para la implementación de políticas en el país sobre ciencia y tecnología, además de proveer estadísticas confiables para el seguimiento

del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología de Colombia. Este desarrollo también promovió que en el año 2002, se hiciese una clasificación de grupos de investigación reconocidos y registrados.

Sin lugar a duda, la evaluación de los investigadores esta dado por la medición de los grupos, que se efectuó para ese entonces a través de sus productos resultantes de tres distintas categorías de actividades. Se identificaron cuatro grandes tipos con varios subtipos:

- Productos o resultados que generan nuevo conocimiento (Pérez, 2006).
- Productos de actividades de investigación del grupo, relacionadas con formación de investigadores.
- Productos relacionados con la extensión de las actividades de investigación del grupo y de sus resultados: apropiación social del conocimiento.
- Productos o resultados artísticos que generan nuevo conocimiento.

El índice ScientiCol, presentó nuevas características en relación con modelos anteriores, buscando mejorar la calidad y equidad de la medición. La primera y más importante de ellas, es la que corresponde a la no utilización de la productividad (Nagles, 2006). Si bien conceptualmente la medición por productividad (normalizando la producción por el número de investigadores equivalentes a tiempo completo), es lo más adecuado, la experiencia de convocatorias de años anteriores y los datos actuales, muestran deformaciones que se deben principalmente, a la falta de claridad acerca de cómo definir el denominador; ya que la declaración que hacen los líderes de grupo sobre quiénes son sus investigadores, su permanencia y dedicación al grupo, es difusa. Por ejemplo, se encuentra que en los datos de los autores de productos, algunos figuran como integrantes y no son declarados como investigadores. Esta es una situación normal, pero frente a un modelo de productividad (Olmos, 2006), presenta problemas para los cálculos basados en la definición de investigador a tiempo completo.

El problema del efecto de tamaño en grupos grandes, que se introduce al utilizar la producción en lugar de la productividad en la construcción del índice *ScientiCol*, es suavizado utilizando un umbral para un grupo típico de cuatro investigadores y una producción equivalente de dos artículos de alto nivel tipo A (definida más adelante) por año. El análisis de la información muestra que los índices construidos a partir de la producción, frente a los construidos con productividad, tienen una correlación aproximada del 76%.

Los datos a 2007 disponibles en la plataforma *ScienTI*, reflejan que aproximadamente el 10% de la producción investigativa se realiza en cooperación entre grupos. Para esto se debe asignar a cada uno de ellos un porcentaje equivalente a su participación según el número de autores participantes. El cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{NA}{NTA} \times PT$$

Donde:

**P:** peso de un producto atribuible a un grupo.

**NA:** número de autores del producto.

**NTA:** número total de autores del producto registrados como integrantes del grupo en la plataforma *ScienTI*.

**PT:** peso asignado al producto.

## 3. Modelos de medición

### 3.1 Modelo de medición 2006 – 2008

Para este entonces, se determinó un modelo para establecer cuantitativamente el índice *ScientiCol*, teniendo en cuenta los factores y características influyentes de la siguiente manera:

$$\text{ScientiCol} = 5,0 \times \text{NC} + 3,5 \times \text{NCA} + 1,0 \times \text{F} + 0,5 \times \text{D}$$

Cada una de las variables está identificada así:

#### ○ **NC: productos de nuevo conocimiento**

Un grupo de investigación científica, tecnológica o de innovación, es desarrollado mediante la generación de productos de conocimiento, estos se encuentran clasificados de la siguiente manera:

- Artículos de investigación.
- Libros de investigación.
- Capítulos de libros de investigación.
- Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados.
- Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o registrables.
- Normas sociales ambientales, de salud pública, basadas en resultados de investigación del grupo.

#### ○ **NCA: productos de nuevo conocimiento A**

Dependiendo de la importancia relativa, los productos de nuevo conocimiento de tipo A son considerados como los resultados más importantes de los grupos, perteneciendo así a esta categoría:

- Artículos tipo A.
- Libros de investigación y capítulos de libros de investigación tipo A.

- Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados.
- Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o registrables.
- Normas sociales ambientales, de salud pública, basadas en resultados de investigación del grupo.

### ○ **F: productos de formación**

Los grupos de investigación participan en la formación directa de nuevos investigadores, a esta categoría pertenecen los siguientes productos:

- Tesis de doctorado dirigidas o realizadas al interior del grupo.
- Tesis de maestría dirigidas o realizadas al interior del grupo.
- Trabajos de grado dirigidos o realizados al interior del grupo.
- Apoyo a la creación de programa doctoral.
- Apoyo a la creación de programa de maestría.
- Apoyo a la creación de curso en programa doctoral.
- Apoyo a la creación de curso en programa de maestría.

### ○ **D: trabajos de divulgación y de extensión**

Son productos relacionados con las actividades de divulgación y extensión de investigación del grupo, acercando a la apropiación social del conocimiento. Algunos de estos son:

- Servicios técnicos.
- Consultorías.
- Cursos de extensión.
- Productos de divulgación: cartillas, ponencias en eventos, pósters.
- Literatura de circulación restringida: reportes internos.
- Textos.

Hacia el año 2007, con el propósito de mejorar el índice y atendiendo la solicitud de las universidades y el Ministerio de Educación Nacional para revisar el modelo de medición de grupos de investigación, Colciencias convocó a un grupo de expertos de alto nivel, representantes de la comunidad científica, para que revisaran y evaluaran la construcción del modelo de medición.

Una de las recomendaciones que propuso el comité de expertos para la medición y a diferencia del modelo establecido en el año 2006, fue la utilización de la productividad en el modelo a partir de la construcción de un índice de productividad, en lugar de un índice de producción. La fórmula propuesta fue la siguiente:

$$P = \frac{PTG}{n}$$

En donde **P** representa productividad, **PTG** producción del grupo en el periodo de observación y **n** el número de investigadores a tiempo completo en el mismo periodo.

De esta manera se estimuló la participación de los estudiantes en los grupos de investigación y para lograrlo, se propuso establecer la diferencia de los miembros del grupo entre investigadores y estudiantes. Mientras un estudiante permanezca sin producción, su peso será cero. Se estableció un peso diferencial para los estudiantes del grupo, que empieza desde cuando son estudiantes activos y continúa luego de la obtención del respectivo título.

## 3.2 Modelo de medición 2011

Para el año 2011, el modelo se renovó y buscó alcanzar los siguientes objetivos:

- Convertirse en un instrumento que refleje la dinámica de producción y generación de conocimiento de los grupos de investigación, de acuerdo con su actividad principal, ya sea académica, de desarrollo tecnológico e innovación, o de formación de capital humano (Azua, 2007).
- Proporcionar un instrumento para que los diferentes actores de la comunidad científica colombiana puedan construir sus mediciones particulares de los grupos de investigación científica, tecnológica o de innovación.

- Reflejar la realidad del desarrollo científico nacional; la generación de estadísticas más precisas y confiables sobre las capacidades disponibles para el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

De esta forma, para este modelo se incluyen tres aspectos adicionales a tener en cuenta en la medición.

### 3.2.1 Cálculo de indicadores de producción

$$I_{TP} = \text{indicador de producción del tipo de productos denotado por } TP_1$$

$$\lambda_{\text{Subtipo}} = \text{Ln} \frac{(\text{Número de productos en el subtipo})}{(\text{Periodo de observación})} + 1$$

Por ejemplo, calcular IART\_A: indicador de producción de artículos de investigación A:

$$I_{\text{ART}_A} = 10 - \lambda_{\text{ART}_A1} + 5 - \lambda_{\text{ART}_A2} + 3,5 - \lambda_{\text{ART}_A3} + 2 - \lambda_{\text{ART}_A4}$$

### 3.2.2 Definición de cuartiles de los grupos

Para el desarrollo de este modelo, se requiere el uso de cuartiles, con el fin de tener los datos en cuatro partes iguales; es así como se definen tres valores para  $Q_1$ ,  $Q_2$  y  $Q_3$  que corresponden al 25%, 50% (mediana de los datos) y 75% de los datos, respectivamente.

Por ejemplo, supongamos que se tienen los siguientes valores:

$$Y = [2, 34, 36, 3,7, 8, 9, 13, 25, 56, 23, 53, 5, 45, 14, 66, 12, 52, 79, 4, 1]$$

Ahora, se ordenan de menor a mayor obteniendo los valores para los cuartiles de acuerdo al número total de los datos.

Y=[1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 23, 25, 34, 36, 45, 52, 53, 56, 66, 79]

↓  
Q<sub>1</sub>
↓  
Q<sub>2</sub>
↓  
Q<sub>3</sub>

Finalmente, se obtienen los intervalos correspondientes a los cuartiles:

Cuartil 1: (45,79)

Cuartil 2: (23,45)

Cuartil 3: (8,23)

Cuartil 4: (1,8)

**Fuente.** Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias, 2011

### 3.3 Cálculo del indicador de colaboración del grupo

A diferencia de los anteriores modelos, se propone hacer la respectiva medición a través de un índice llamado de colaboración, que se asemeja a un índice de asociatividad (Lozano, 2010) y se explica de la siguiente forma: para cada grupo de investigación, se calcula su indicador de colaboración, con el que se busca valorar la existencia de trabajo conjunto entre los integrantes del grupo. Para calcular este indicador, se parte de considerar la coautoría de un producto resultado de investigación, como una evidencia clara de una conexión de colaboración entre los autores. La existencia de estas conexiones entre los integrantes del grupo da cuenta del funcionamiento del mismo, como espacio de construcción colectiva de conocimiento.

$$I_c = 10 \frac{N - S}{N - 1}$$

Donde: **N** es el número de integrantes del grupo, que son autores de productos vigentes dentro de la ventana de observación respectiva y **S** es el número de sub.-grupos conectados de autores.

## 4. Conclusiones

---

Se propone que cada director de grupo cuente con una persona que se encargue de su mismo grupo de investigación, al que se llamaría asistente; sería el responsable de la actualización de las publicaciones y actualización de los integrantes del grupo de manera mensual. El asistente encargado podría ser el que menos horas dedique al grupo o a un estudiante del mismo y dentro de sus horas activas puede incrementarse una o dos sucesivamente.

Igualmente, se propone que cada director de grupo e investigador de línea tenga un asistente, entendido como un estudiante que curse los últimos semestres de una carrera afín, o un egresado. Pueden establecerse incentivos a través de descuentos en la matrícula o en el caso del egresado, con un descuento en una maestría que ofrezca la universidad. Esta persona estaría encargada de:

- Asistir al docente en actividades complementarias, relacionadas con la preparación de las clases (preparación de guías, talleres, evaluaciones) y apoyo en preparación de material audiovisual. Si así fuere, el investigador pasaría de invertir por lo menos, un 40% a un 47% en su actividad investigadora.
- Asistir, en el caso de los directores de grupo, en los procedimientos y los requerimientos necesarios para participar en las convocatorias a nivel local y regional, incrementando así la participación de la universidad en dichas convocatorias.

## 5. Referencias bibliográficas



- Azua, S. (2007). *La responsabilidad social, corporativa como refuerzo de la estrategia y la competitividad empresarial*. Revista Escuela de Administración de Negocios. No. 61. Bogotá – Colombia. 73 - 75
- Darceles, M. (2007). *Trabajador del conocimiento y el salto a la innovación*. Revista Escuela de Administración y de Negocios, No. 61. Bogotá, Colombia. 31 – 37.
- Potes, M. (2005). *Producción y Gestión del Conocimiento en la actividad académica*. Revista Escuela de Administración de Negocios. No. 53. Bogotá – Colombia. 36- 51.
- Tobón, S. y Núñez, A. (2006). *La gestión del conocimiento desde el pensamiento complejo: un compromiso ético con el desarrollo humano*. Revista Escuela de Administración de Negocios. No. 58. Bogotá – Colombia. P 27 - 39
- Matiz, F. (2009). *Investigación en emprendimiento, un reto para la construcción de conocimiento*. Revista Escuela de Administración de Negocios, No. 66. Bogotá – Colombia, recuperado en mayo de 2012. Disponible en <http://www.colciencias.com>
- Universidad Sergio Arboleda. (2008). *Modelo de evaluación para grupos de investigación*, recuperado en mayo de 2012. Disponible en [www.usergioarboleda.edu.co/.../modelo\\_medicion\\_grupos\\_2008\\_col](http://www.usergioarboleda.edu.co/.../modelo_medicion_grupos_2008_col)
- Pérez, R. (2006). *Liderazgo visionario: centro del conocimiento*. Revista Escuela de Administración de Negocios. No. 58. Bogotá – Colombia. 79 - 85
- Nagles, N. (2006) *Productividad: una propuesta desde la gestión del conocimiento*. Revista Escuela de Administración de Negocios. No. 58. Bogotá – Colombia. 87 - 105

Olmos, G. (2006). *La enseñanza de la economía para el desarrollo*. Revista Escuela de Administración de Negocios. No. 57. Bogotá – Colombia. 173 - 183

Lozano, M. (2010) *Modelos de asociatividad: estrategias efectivas para el desarrollo de las Pymes*. Revista Escuela de Administración de Negocios. No. 68. Bogotá – Colombia. 175 - 178