

Propuesta de índice para la medición de la innovación en Colombia*

Recibido: 21 de agosto de 2015. Aprobado: 19 de enero de 2016

Luis Miguel Jiménez Gómez**
luisjimenez@itm.edu.co

Natalia María Acevedo Prins***
natalia.acevedo4@esumer.edu.co

Gloria Marina Herrera Salazar****
gloriaherrera@esumer.edu.co

Resumen

En este trabajo se propone un índice para medir la innovación en Colombia. A partir de las falencias de los índices actuales, se implementa la metodología propuesta por la Comisión Europea para la construcción de indicadores y así evitar la inserción de errores por subjetividades en la ponderación y agregación de variables, esto se realizó con el método estadístico análisis factorial. Los resultados evidencian que el país en innovación está rezagado en las tecnologías de la información y la comunicación.

Palabras claves: índice de innovación, Sistema Nacional de Innovación, análisis factorial.

Clasificación JEL

O31, O32, D83

Contenido

Introducción; 1. Marco teórico; 2. Metodología; 3. Resultados; Conclusiones; Referencias.

* Este artículo presenta los resultados del proyecto de investigación: Medición de la innovación en países latinoamericanos, realizada entre agosto de 2014 y mayo de 2015 entre el Grupo de Investigación Estudios Internacionales de la Institución Universitaria Esumer y el Grupo de Investigación Ciencias Administrativas del Instituto tecnológico Metropolitano.

** Ingeniero Industrial de la Universidad Nacional, Medellín, Colombia. Especialista en Ingeniería Financiera de la Universidad Nacional, Medellín, Colombia. Magister en Ingeniería Administrativa, Universidad Nacional, Medellín, Colombia. Docente investigador, Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia.

*** Ingeniera Administrativa de la Universidad Nacional, Medellín, Colombia. Especialista en Ingeniería Financiera de la Universidad Nacional, Medellín, Colombia. Magister en Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional, Medellín, Colombia. Docente de tiempo completo, Institución Universitaria Esumer, Medellín Colombia.

**** Profesional en Negocios Internacionales de la Institución Universitaria Esumer, Medellín, Colombia. Especialista en Mercadeo Internacional de la Institución Universitaria Esumer, Medellín, Colombia. Magister en Mercadeo de la Institución Universitaria Esumer, Medellín, Colombia. Coordinadora de Posgrados en Logística y docente de tiempo completo de la Institución Universitaria Esumer, Medellín, Colombia.

Proposed index for measuring innovation in Colombia

Abstract

This paper proposes an index to measure innovation in Colombia. Taking into account the current rates' inadequacies, the European Commission's methodology for the construction of indicators is implemented. This avoids inserting errors due to subjectivities in the weighting and aggregation of variables. In order to do so, the statistical factor analysis method was used. The results show that the country is lagging behind in terms of information technologies and communications..

Keywords: *Innovation index, National Innovation System, factor analysis.*

Indice proposé pour mesurer l'innovation en Colombie

Résumé

Ce document propose un indice pour mesurer l'innovation en Colombie. Compte tenu des insuffisances des taux actuels, on a utilisé la méthodologie de la Commission Européenne pour la Construction d'Indicateurs. Cela permet d'éviter des erreurs en raison de l'insertion des subjectivités dans la pondération et l'agrégation de variables. Pour le faire, la méthode d'analyse factorielle statistique a été utilisée. Les résultats montrent que le pays est à la traîne en termes des technologies de l'information et communications.

Mots clés

Indice d'innovation, Système National d'Innovation, Analyse factorielle.

Introducción

La innovación ayuda al crecimiento económico de las naciones, dado que la producción y transformación del conocimiento fomenta la riqueza económica, el desarrollo humano y el bienestar social (Manrique, Robledo & Lema, 2014). De esta manera, la innovación es un factor importante para la toma de decisiones en las políticas públicas, por lo que su medición determina las fortalezas y debilidades de los programas de los gobiernos en su fomento.

Los índices actuales tienen falencias en la construcción, tanto en aspectos metodológicos como teóricos. El principal problema está en el método de agregación y ponderación de variables porque son realizadas con subjetividades por medio del criterio de expertos. Los índices no proporcionan guías confiables para tomar decisiones entre los directivos de organizaciones y gobernantes (Önsel et al., 2008). Esto conduce a que en la construcción de índices las proporciones son difíciles de justificar al igual que el verdadero rendimiento en los países. Del mismo modo, Castro, Di Serio y De Vasconcellos (2012) argumentan que los procesos metodológicos de medición de innovación carecen de detalle y precisión.

En cuanto a la clasificación de países, los índices son criticados al comparar resultados de naciones desarrolladas y en vía de desarrollo (Benzaquen, del Carpio, Zegarra & Valdivia, 2010). La mayoría de los indicadores compuestos actuales aplican ponderaciones subjetivas de manera uniforme a todos los países estudiados. Estas proporciones causan mediciones sesgadas (Önsel et al., 2008). El método aplicado a los países miembros de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) no es conveniente aplicarlo a países en desarrollo, debido a que los datos para algunas variables no están disponibles, además, la precisión de datos reportados por países miembros de la OCDE es mayor que los países no miembros. Esto demuestra que en la selección de variables para construir índices no se diferencian los países que están en nivel superior con los del nivel inferior (Archibugi & Coco, 2005).

Este trabajo propone un índice para medir la innovación en Colombia, partiendo del concepto del Sistema Nacional de Innovación (SIN) que se basa en los flujos del conocimiento en las naciones, y estudia la forma como los agentes se relacionan dentro de un sistema de innovación, con el propósito de acceder, absorber, difundir, crear y explotar el conocimiento (Mahroum & Al-Saleh, 2013; OCDE, 1997).

Es pertinente desarrollar el índice que disminuya las falencias encontradas en los construidos actualmente, que pretenden medir el rendimiento de las naciones. Esta investigación construye un índice que mide la innovación en

Colombia, con el fin de evitar sesgos generados por subjetividades y selección de variables apropiadas para esta región. Un análisis comparativo entre países es significativo, siempre que se haga con grupos de países, geográfica, cultural y económicamente homogéneos (Archibugi & Coco, 2004; Sirilli, 1997). Por lo tanto, se implementa la metodología propuesta por la Comisión Europea para la construcción de indicadores. El método de análisis factorial por componentes principales se utiliza para la agregación y ponderación de las variables con el propósito de evitar las subjetividades en la construcción.

1. Marco teórico

Índice de innovación

La innovación es un tema considerado en las políticas públicas que para algunos países se convierte en estrategia nacional con grandes presupuestos. Existen varios índices de innovación que pretenden medir la efectividad de las intervenciones de los gobiernos en estos temas y determinar el desempeño de la innovación en las naciones (Mahroum & Al-Saleh, 2013).

En la actualidad, las políticas públicas sobre la innovación se enfocan principalmente en la creación de nuevo conocimiento y la explotación del conocimiento (Mahroum & Al-Saleh, 2013). Sin embargo, los índices de innovación más reconocidos no son suficientemente útiles para medir la innovación porque no consideran factores multifacéticos de la capacidad innovadora de los países (Archibugi & Coco, 2004; Archibugi, Denni & Filippetti, 2009).

Los índices se construyen a partir de los datos de las variables que se determinan del marco conceptual. Los resultados aportan nueva comprensión del fenómeno estudiado. No obstante, la construcción de índices en países latinoamericanos es compleja debido a la poca tradición teórica y experimental que fundamenta el trabajo con índices de innovación (Robledo, 2013).

Los índices de innovación son una herramienta para medir, monitorear y promover el progreso de los resultados de innovación. El conjunto de indicadores que forman parte del índice miden la innovación en todo su contexto, pero los indicadores individuales lo hacen de forma general (Grupp & Schubert, 2010). Construir el índice de innovación ayuda a las economías en desarrollo en el proceso de actualización al proporcionar resultados en innovación de los países (Furman, Porter & Stern, 2002; Porter, 1998). También, ayuda a evaluar lo que debe hacer el país para impulsar la innovación, que resulta en la creación de crecimiento económico. Además, los retos de políticas nacionales

para elaborar nuevas estrategias de innovación nacional (Mahroum & Al-Saleh, 2013).

Esta herramienta mejora el proceso de previsión vinculando el pasado, el presente y el futuro. Esto permite a las organizaciones y naciones revisar y reformular estrategias de innovación (Porter & Stern, 1999).

Antecedentes

Se describen los índices nacionales más destacados en la literatura hasta el momento:

Índice Global de Innovación (Global Innovation Index – GII): construido por siete categorías llamadas pilares. Los pilares son indicadores que se dividen en dos sub índices, el primero es el de recursos para la innovación que miden diferentes aspectos como las instituciones, capital humano e investigación, infraestructura, desarrollo de mercado, y desarrollo de negocios. El segundo sub índice, llamado resultados de innovación, se encuentra por los pilares o indicadores de producción de conocimiento y tecnología, y producción creativa (Dutta, 2012).

Wagner *et al.* (2001) desarrolló el índice de Ciencia y Capacidad Tecnológica para 76 países incluyendo desarrollados y en desarrollo; utilizaron ocho indicadores clasificados en tres categorías: la primera son los factores facilitadores que utilizan el Producto Interno Bruto (PIB) y matrículas en educación terciarias; el segundo son los recursos, basado en el gasto en Investigación y Desarrollo (I + D), cantidad de instituciones e ingenieros científicos; y el último, el conocimiento incorporado medido por las patentes y las publicaciones de artículos científicos.

La Comisión Europea publica el índice EIS (European Innovation Scoreboard) para evaluar el progreso en innovación de los países. Mide las fortalezas y debilidades en los sistemas nacionales de innovación por medio de 25 indicadores. Compara el desempeño en innovación de los países de la Unión Europea y los principales países socios (Archibugi et al., 2009).

Las Naciones Unidas desarrolló el índice del éxito tecnológico (UN Development Program – UNDP), para el que considera cuatro sub índices: el primero es la creación tecnológica medido por los indicadores de patentes y pagos de regalías; el segundo, la difusión de nuevas tecnologías, con los indicadores de penetración de Internet y exportación de alta tecnología; el tercer sub índice es la difusión de las viejas tecnologías, utilizando las líneas telefónicas y el

consumo de energía eléctrica; por último, habilidades humanas considerando años de escolaridad y matrículas en educación terciaria (Khayyat & Lee, 2015).

Finalmente, el índice ArCo, propuesto por Archibugi y Coco (2004), mide las capacidades tecnológicas por medio de tres categorías: la primera es la actividad innovadora tomando indicadores como las patentes y publicaciones científicas; la segunda comprende la difusión de las nuevas y viejas tecnologías como el Internet, líneas telefónicas y líneas móviles; la última categoría toma en cuenta la calidad del capital humano. Este índice se aplicó para 162 países sin discriminar los desarrollados con los que no lo están.

Medición de la innovación nacional

La innovación en el ámbito económico se refiere al concepto de Sistema Nacional de Innovación. Tiene su origen en 1987 con Freeman, quien considera el SNI como todas las actividades e interacciones para importar, modificar y difundir la tecnología, apoyado por una red de instituciones públicas y privadas (Freeman, 1987, citado en Feinson, 2003). Años más tarde, para Lundvall (1992) los SNI son los elementos y las relaciones con las que se interactúa para la producción, difusión y explotación económica del conocimiento. Otros autores, también precursores del concepto Sistema Nacional de Innovación, son Dosi en 1988, Nelson en 1993 y Equist en 1997.

El concepto de SNI está basado en el supuesto que el desempeño tecnológico se enfoca en el vínculo o relaciones entre los agentes involucrados en la innovación con el objetivo de producir, distribuir, aplicar y explotar el conocimiento, por lo que el desempeño de países dependerá de cómo estos se relacionan entre sí, como elementos de un sistema colectivo de los flujos del conocimiento (Luisa & Castillo, 2004).

De esta manera, los índices de innovación tienen que medir los procesos de generación, difusión, apropiación y explotación del conocimiento, es decir, medir los flujos del conocimiento. De acuerdo con la OCDE (1997) y Mahroum y Al-Saleh (2013), los flujos de conocimiento están en función de cuatro categorías: acceso, absorción y difusión, creación, y explotación del conocimiento.

El objetivo del índice de innovación es evaluar y comparar los canales de los flujos del conocimiento en el ámbito nacional, con el fin de identificar falencias y mejorar las políticas públicas sobre innovación.

Acceso al conocimiento

El acceso al conocimiento de una economía es la capacidad para conectarse a las redes internacionales. Con esta conexión, las organizaciones públicas y privadas identifican fuentes de conocimiento útiles que pueden adquirir para producción y distribución de más conocimiento (Mahroum & Al-Saleh, 2013).

En la Tabla 1 se muestran las variables que miden el acceso al conocimiento en los países, esto se hace por medio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Las TIC abren oportunidades a los sectores empresariales al crear oportunidades de aprendizaje mediante enlaces electrónicos (UNIDO, 2002).

Tabla 1. Variables para medir el acceso al conocimiento

Variable	
1.1	Usuarios de Internet (por cada 100 personas)
1.2	Líneas telefónicas (por cada 100 personas)
1.3	Abonos a teléfonos celulares (por cada 100 personas)

Fuente: Archibugi & Coco, 2004; Khayyat & Lee, 2015; Mahroum & Al-Saleh, 2013.

Absorción y difusión del conocimiento

Es la identificación y adaptación de las fuentes externas de conocimiento. La difusión del conocimiento en todo el país es el movimiento de la información entre la población, organizaciones e instituciones.

El capital humano es importante en la difusión y absorción del conocimiento, las personas mejor calificadas mejoran la adquisición y el intercambio del conocimiento en la economía (Mahroum & Al-Saleh, 2013).

Por otra parte, la Inversión Extranjera Directa (IED) para los países en desarrollo es una de las fuentes más importantes de transferencia tecnológica (Lall & Pietrobelli, 2005). La IED estimula la innovación y aporta nuevas tecnologías y conocimiento (Aubert & World Bank, 2005). Además, es una forma de transmisión de habilidades, conocimiento y tecnología para el país.

Las variables para medir la absorción y difusión del conocimiento se observan en la Tabla 2.

Tabla 2. Variables para medir la absorción y difusión del conocimiento

2.1	Gasto público en educación, total (% del PIB)
2.2	Tasa de alfabetización, total de adultos (% de personas de 15 años o más)
2.3	Inscripción escolar, nivel terciario (% bruto)
2.4	Población activa con educación terciaria (% del total)
2.5	Importaciones de bienes y servicios (% del PIB)
2.6	Importaciones de bienes de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (% del total de importaciones de bienes)
2.7	Inversión Extranjera Directa (IED), salida neta de capital (% del PIB)

Fuente: Archibugi & Coco, 2004; Khayyat & Lee, 2015; Lugones & Suarez, 2010; Mahroum & Al-Saleh, 2013.

Creación del conocimiento

La creación del conocimiento son las nuevas ideas, habilidades, competencias y avances tecnológicos que hacen que el país se convierta en fuente de descubrimiento e innovaciones. La inversión en I + D es uno de los factores claves para la creación del conocimiento en el sector público y privado (Mahroum & Al-Saleh, 2013). Del mismo modo, los investigadores dedicados a la I + D representan el recurso humano disponible para las actividades de ciencia y tecnología (Wagner et al., 2001).

Las patentes son una medida del nivel de conocimiento creado. Son una forma de conocimiento generado para obtener ganancias, como forma de recuperar lo invertido en I + D, siempre que el producto se comercialice (Aubert & World Bank, 2005). Sin embargo, aunque representan un buen indicador de las invenciones tecnológicas comercialmente explotables, muchas invenciones no se patentan, en especial en los países en desarrollo (Archibugi & Pianta, 1996).

Otra forma de medir la creación del conocimiento son los artículos en publicaciones científicas y técnicas. La literatura científica es fuente de conocimiento codificado, representa el conocimiento generado (Archibugi & Pianta, 1996; Wagner et al., 2001).

Las variables para medir la creación del conocimiento en las naciones se observan en la Tabla 3.

Tabla 3. Variables para medir la creación del conocimiento

3.1	Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)
3.2	Patentes concebidas residentes y no residentes / Millón de habitantes
3.3	Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)
3.4	Artículos en publicaciones científicas y técnicas / Millón de habitantes

Fuente: Archibugi et al., 2009; Khayyat & Lee, 2015; Lugones & Suarez, 2010; Mahroum & Al-Saleh, 2013; Wagner et al., 2001.

Explotación del conocimiento

La explotación del conocimiento es la capacidad de obtener beneficios económicos y sociales a partir de este. Las organizaciones adquieren el conocimiento y crean nuevas ideas para convertirlas en productos comerciales (Mahroum & Al-Saleh, 2013).

Las exportaciones del país son el resultado comercial del conocimiento. Se tiene el supuesto de que las exportaciones generan aprendizaje y competencia al mejorar los esfuerzos en innovación de las empresas (Crespi & Zuniga, 2012). Asimismo, las exportaciones de productos de alta tecnología miden la capacidad de las empresas para competir en el mercado internacional (De Carvalho, Di Serio & De Vasconcellos, 2012).

Del mismo modo, la inversión en I + D impacta en las exportaciones de alta tecnología con el aumento de la capacidad de producir este tipo de productos y, a la vez, aumenta el capital intelectual (Sandu & Ciocanel, 2014).

En la Tabla 4 se puede apreciar las variables que miden la explotación del conocimiento en los países.

Tabla 4. Variables para medir la explotación del conocimiento.

4.1	Exportaciones de productos de alta tecnología (% de las exportaciones de productos manufacturados)
4.2	Exportaciones de productos de TIC (% de las exportaciones de productos)
4.3	Exportaciones de bienes y servicios (% del PIB)
4.4	PIB per cápita (US\$ a precios actuales)

Fuente: Khayyat & Lee, 2015; Lugones & Suarez, 2010; Mahroum & Al-Saleh, 2013; Wagner et al., 2001.

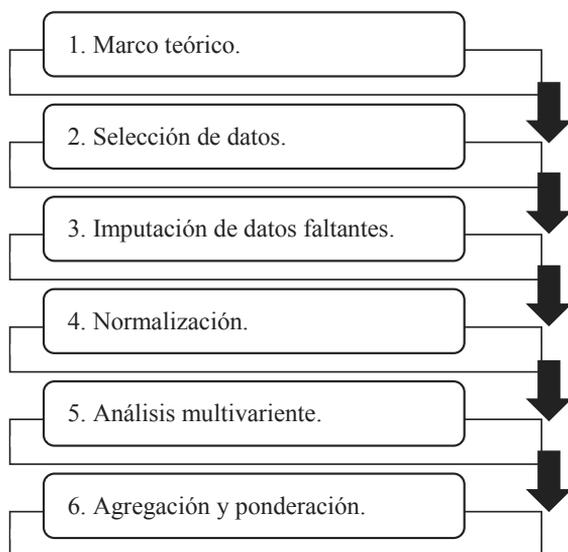
En total son 18 variables que se determinaron a partir de la revisión de la literatura para medir la innovación en las naciones.

2. Metodología

Los indicadores compuestos son parte de la construcción de los índices. El indicador compuesto agrupa un conjunto de indicadores individuales que permiten medir conceptos multidimensionales que no son capturados por el indicador simple (OCDE, 2008). Integran un conjunto de subsistemas de una unidad de análisis teniendo la ventaja de reducir la complejidad de la información (Schuschny & Soto, 2009).

La Comisión Europea recomienda la forma de diseñar y desarrollar indicadores compuestos y propone seis pasos en la construcción (OCDE, 2008) (ver Figura 1).

Figura 1. Pasos para la construcción de indicadores compuestos



Fuente: elaboración propia a partir de OCDE, (2008).

Marco teórico: el marco teórico debe ser desarrollado con el objetivo de proporcionar la base para la selección y combinación de los indicadores individuales en el indicador compuesto, en virtud de un principio de aptitud para el propósito.

En este paso se debe tener clara comprensión y definición del fenómeno multidimensional que debe medirse y compilar una lista de criterios de selección de las variables subyacentes, por ejemplo, las entradas y salidas.

Selección de datos: los indicadores se deben seleccionar sobre la base de la solidez analítica, la medición, la cobertura de los países, la pertinencia con el fenómeno que se está midiendo y la relación entre ellos.

En este paso se comprueba la calidad de los indicadores disponibles.

Imputación de datos faltantes: se deben considerar los diferentes métodos para imputar valores faltantes. Se deben examinar valores extremos ya que pueden convertirse en puntos de referencia no deseados.

El objetivo de este paso es obtener el conjunto completo de datos. Además, es necesario proporcionar una medida de la fiabilidad de cada valor imputado, con el fin de evaluar el impacto de la imputación en los resultados de los indicadores compuestos.

Normalización: los indicadores se deben normalizar para que resulten comparables. La atención debe prestarse a los valores extremos porque pueden influir en los pasos subsiguientes en el proceso de construcción del indicador compuesto.

Análisis multivariado: el análisis exploratorio debe investigar la estructura global de los indicadores, evaluar la idoneidad del conjunto de datos y explicar las opciones metodológicas, por ejemplo, ponderación, agregación.

En este punto se pueden identificar grupos de indicadores o grupos de países que son estadísticamente similares y proporcionar interpretaciones de los resultados.

Ponderación y agregación: los indicadores se deben agregar y ponderar de acuerdo con el marco teórico. Las correlaciones entre los indicadores deben analizarse.

El análisis factorial determina un conjunto menor de indicadores que resumen la información contenida en el conjunto original. Este conjunto menor de indicadores o variables reciben el nombre de factores, tienen la característica de estar correlacionados entre sí. De esta manera, este método es de reducción dimensional, puesto que determina el número mínimo de dimensiones que expliquen la mayor cantidad de información posible (Landau & Everitt, 2004). Además, determina la proporción de la varianza común entre todas las variables para simplificar la información en los factores (De la Fuente, 2011).

3. Resultados

De acuerdo con los pasos propuestos por la Comisión Europea para la construcción de índices, se utilizaron las 18 variables explicadas anteriormente para medir el grado de innovación en Colombia. El índice tiene un rango entre 0 y 100, mientras más alto el índice mayor es el esfuerzo en innovación.

Los datos para las 18 variables se extrajeron de la base de datos del Banco Mundial. Se encontró que para la mayoría de las variables no existían datos para los años 2013 y 2014, esto conllevó a que se utilizaran los años en los que se tuviera mayor cantidad de datos ; el índice se construyó con datos desde el 2000 hasta el 2012; sin embargo, el resultado del índice para el 2012 se utilizó para análisis y comparaciones.

La aplicación del análisis factorial a las variables propuestas es adecuada dado que las pruebas de adecuación muestral lo indican: el valor p de la prueba de Bartlett fue menor a 0,05, esto rechazó la hipótesis nula, la media KMO (Kaiser – Meyer – Olkin) fue de 0,628, mayor a 0,5, confirmando también lo apropiado de la implementación del método.

Así, las 18 variables se resumen en cuatro factores que explican el 96,5% de la varianza total.

Los resultados del análisis factorial muestran que el índice se construye con la ponderación de seis factores que explican alrededor el 95,9% de la varianza total. La Tabla 5 y la Figura 2 contienen los resultados para el año 2012 para cada categoría propuesta con el fin de medir la innovación en Colombia.

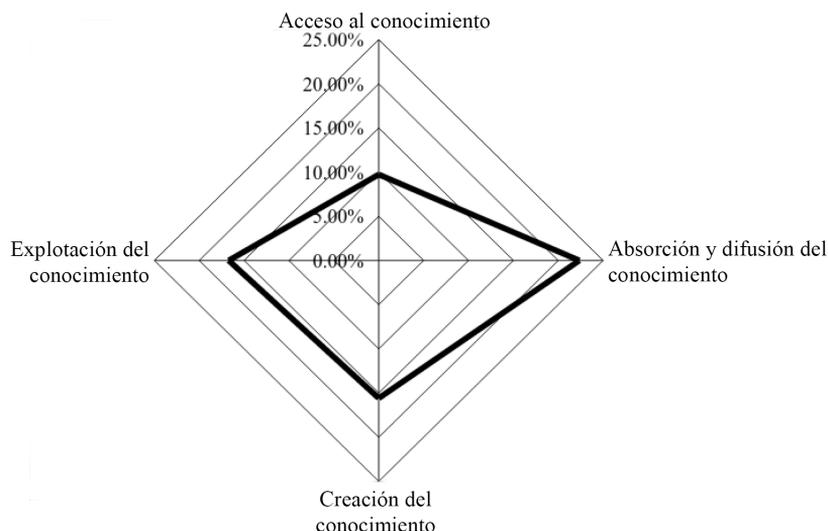
La fortaleza de Colombia en innovación está representada en la absorción, difusión y explotación del conocimiento; no obstante, la debilidad se presenta en el acceso al conocimiento (ver Tabla 5 y Figura 2).

Tabla 5. Resultado por categoría para medir la innovación en Colombia

CATEGORÍA	2012
Acceso al conocimiento	8,7
Absorción y difusión del conocimiento	23,4
Creación del conocimiento	16,0
Explotación del conocimiento	17,7

Fuente: elaboración propia

Figura 2. Resultado por categoría para medir la innovación en Colombia para el año 2012



Fuente: elaboración propia

Dentro de la absorción y difusión del conocimiento muestra fortalezas en la población activa con educación terciaria. Es la variable de mayor nivel dentro de esta categoría. En este tema la OCDE (2014) afirma que Colombia muestra un progreso considerable en el desarrollo de capital humano, superior al de otros países de Latinoamérica y el Caribe. Sin embargo, este nivel no es suficiente para permitir que el sistema de innovación reduzca rápidamente la brecha con los competidores internacionales.

El nivel alcanzado en explotación del conocimiento es principalmente por la exportación de productos de alta tecnología. En contraste, la exportación de TIC es la variable de menor aporte a la categoría. De esta manera, el modelo de medición de la innovación concuerda con la investigación de Shelton (2013) en que las exportaciones de alta tecnología son impulsadas por el gasto de I+D, investigadores en I+D, e IED. Estas variables fueron las de mayor magnitud dentro de la categoría absorción y difusión del conocimiento (IED), y creación del conocimiento (gasto en I+D e investigadores en I+D).

En la creación del conocimiento, la variable de producción académica (artículos en publicaciones científicas y técnicas) es la más rezagada. De acuerdo con la OCDE (2014), el país se encuentra por debajo del promedio de los países de la OCDE y al igual que la producción científica de la mayoría de los países latinoamericanos, la de Colombia se cita con menor frecuencia. Esto es muy

similar en el caso de las patentes, dado que Colombia ocupa un puesto inferior al de varios países de la región. Esto también se constata al ser de las variables más bajas en la categoría de creación del conocimiento.

Por último, el acceso al conocimiento no impulsa el esfuerzo de innovación en el país porque es la categoría de más bajo nivel. Para la OCDE (2014) la principal causa de este problema radica en que la adopción y el uso de Internet y TIC por parte de las empresas es mucho menor que en los países miembros de la OCDE. Adicionalmente, existe una gran brecha entre el uso de las TIC por parte de grandes empresas y empresas pequeñas, así como en el uso de Internet por grupos de alto y bajo nivel de ingresos.

Conclusiones

Es importante que los índices para medir la innovación sean objetivos, debido a que de estos se derivan decisiones políticas en el ámbito nacional encaminadas al desarrollo económico. Las subjetividades en los índices están en la construcción, es por esto que el análisis factorial es un método conveniente para la determinación de las ponderaciones y agregación de indicadores individuales al indicador compuesto.

En comparación con los resultados expuestos por los informes económicos de la OCDE, el índice creado en esta investigación se aproxima a la realidad, dado que muestra fortalezas y debilidades en las mismas categorías que se tratan en los informes. Las recomendaciones y políticas propuestas para la mejora de la innovación en Colombia dependen de aquellas categorías donde los resultados no fueron satisfactorios. La OCDE realiza algunas de estas recomendaciones en el informe económico del 2013 y en los estudios de las políticas de innovación para Colombia, en los que se indican las debilidades donde debe centrarse el Gobierno colombiano. En las recomendaciones dadas, y según los resultados del índice de innovación, Colombia deberá estar comprometida en mejorar las TIC puesto que es el de menor esfuerzo de innovación en el acceso y explotación de conocimiento.

Este trabajo sirve de referencia para aplicarlo en otros países de Latinoamérica y constituir el Índice de Innovación Latinoamericano (INLA), como un referente político para toma de decisiones. Para ello, es necesario ampliar los horizontes de la medición y utilizar otras herramientas como el Análisis Envoltante de Datos (DEA, por sus siglas en inglés), para determinar una fuente de comparaciones en la región. Además, se propone como trabajo futuro, un mecanismo que pueda estandarizar la recopilación de datos en términos empresariales y de innovación para los países de Latinoamérica y

mantenerlos actualizados, esto con el propósito de obtener una cantidad de datos propios que gire en torno a la innovación y brinde información rápida y oportuna los responsables de las políticas.

Referencias

- Archibugi, D., & Coco, A. (2004). A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ArCo). *World Development*, 32(4), 629–654. <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2003.10.008>
- _____ (2005). Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice. *Research Policy*, 34(2), 175–194. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2004.12.002>
- Archibugi, D., Denni, M. & Filippetti, A. (2009). The technological capabilities of nations: The state of the art of synthetic indicators. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(7), 917–931. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.01.002>
- Archibugi, D. & Pianta, M. (1996). Measuring technological change through patents and innovation surveys. *Technovation*, 16(9), 451–468. [http://doi.org/10.1016/0166-4972\(96\)00031-4](http://doi.org/10.1016/0166-4972(96)00031-4)
- Aubert, J.-E. & World Bank. (2005). *Promoting Innovation in Developing Countries: A Conceptual Framework*. Innovation. Recuperado de <http://econpapers.repec.org/paper/wbkwbrwps/3554.htm>
- Benzaquen, J., del Carpio, L. A., Zegarra, L. A. & Valdivia, C. A. (2010). A competitiveness index for the regions of a country. *Cepal Review*, 102, 67–84.
- Castro, L., Di Serio, L. C. & De Vasconcellos, M. A. (2012). Competitiveness of nations: Review of the metric used by the world economic forum. *FÓRUM*, 52(4), 421–434.
- Crespi, G. & Zuniga, P. (2012). Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries. *World Development*, 40(2), 273–290. <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.07.010>
- De Carvalho, L. C., Di Serio, L. C. & De Vasconcellos, M. A. (2012). Competitividade das nações: análise da métrica utilizada pelo World Economic Forum. *Revista de Administração de Empresas*, 52(4), 421–434. <http://doi.org/10.1590/S0034-75902012000400005>

- De la Fuente, S. (2011). *Análisis Factorial*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid.
- Dutta, S. (2012). *The Global Innovation Index 2012. Stronger Innovation Linkages for*. Recuperado de http://www.codespring.ro/wp-content/uploads/2012/11/GII-2012_Cover.pdf
- Feinson, S. (2003). National Innovation Systems Overview and Country Cases. *Knowledge Flows and Knowledge Collectives: Understanding The Role of Science and Technology Policies in Development*, 13–38.
- Furman, J. L., Porter, M. E., & Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity. *Research Policy*, 899–933.
- Grupp, H. & Schubert, T. (2010). Review and new evidence on composite innovation indicators for evaluating national performance. *Research Policy*, 39(1), 67–78. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2009.10.002>
- Khayyat, N. T. & Lee, J.-D. (2015). A measure of technological capabilities for developing countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 210–223. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.09.003>
- Lall, S. & Pietrobelli, C. (2005). National Technology Systems in Sub-Saharan Africa Sanjaya Lall. *International Journal Technology and Globalisation*, 1(3/4), 311–342.
- Landau, S. & Everitt, B. (2004). A handbook of statistical analyses using SPSS. Recuperado de http://www.academia.dk/BiologiskAntropologi/Epidemiologi/PDF/SPSS_Statistical_Analyses_using_SPSS.pdf
- Lugones, G. & Suarez, D. (2010). Science, technology and innovation indicators for policymaking in developing countries: an overview of experiences and lessons learned. ... -*Building in Science, Technology and Innovation (STI)*, (January), 1–48. Recuperado de <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Science+,+technology+and+innovation+indicators+for+policymaking+in+developing+countries+:+an+overview+of+experiences+and+lessons+learned#0>
- Luisa, E. & Castillo, R. (2004). El sistema nacional de innovación : Un análisis teórico-conceptual The National System of Innovation : A Theoretical-Conceptual Analysis, *Revista de Ciencias Humanas y Sociales* 45(20), 94–117.
- Lundvall, B.-Å. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London, UK: Pinter Publishers.

- Mahroum, S., & Al-Saleh, Y. (2013). Towards a functional framework for measuring national innovation efficacy. *Technovation*, 33(10-11), 320–332. <http://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.03.013>
- Manrique, J., Robledo, J., & Lema, Á. (2014). Índice de desempeño innovador en los subsectores industriales colombianos. *Investigación y Reflexión*, 22(2), 79–95.
- OCDE. (1997). *National Innovation Systems*. Paris, Francia. Recuperado de <http://www.oecd.org/dataoecd/35/56/2101733.pdf>
- _____. (2008). *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*. Paris, Francia: OECD.
- _____. (2014). *Estudios de la OCDE de las Políticas de Innovación: Colombia*. Recuperado de <http://www.oecd.org/sti/inno/colombia-innovation-review-assessment-and-recommendations-spanish.pdf>
- Önsel, Ş., Ülengin, F., Ulusoy, G., Aktaş, E., Kabak, Ö. & Topcu, Y. I. (2008). A new perspective on the competitiveness of nations. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(4), 221–246. <http://doi.org/10.1016/j.seps.2007.11.001>
- Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 76(6), 77–90. <http://doi.org/10.1042/BJ20111451>
- Porter, M. E., & Stern, S. (1999). *The New Challenge to America's Prosperity: Findings from the Innovation Index, Council on Competitiveness*. Recuperado de http://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/Downloads_Porter_index1_el_be68d54c-4990-45da-88c0-ee754c99ffdb.pdf
- Robledo, J. (2013). *Introducción a la Gestión de la Tecnología y la Innovación*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.
- Sandu, S. & Ciocanel, B. (2014). Impact of R&D and Innovation on High-tech Export. *Procedia Economics and Finance*, 15(14), 80–90. [http://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00450-X](http://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00450-X)
- Schuschny, A. & Soto, H. (2009). *Guía metodológica Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL.
- Shelton, R. D. (2013). Scientometric Insight on a Bottom Line of Innovation: High-Technology Exports. *Procedia Economics and Finance*. 15. Pp. 80-90

Sirilli, G. (1997). Science and technology indicators: the state of the art and prospects for the future. En Antonelli, G. & De Liso, N. (Ed.) London: G. *Economics of Structural and Technological Change*. London, UK: Routledge.

UNIDO. (2002). *Industrial Development Report 2002/2003: Competing through Innovation and Learning* (Vol. 12). Recuperado de https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Pub_free/Industrial_development_report_2002_2003.pdf

Wagner, C. S., Brahmakulam, I., Jackson, B., Wong, A., & Yoda, T. (2001). *Science and Technology Collaboration: Building Capacity in Developing Countries ?* Ed. RAND: Pittsburgh. Recuperado de http://192.5.14.43/content/dam/rand/pubs/monograph_reports/2005/MR1357.0.pdf