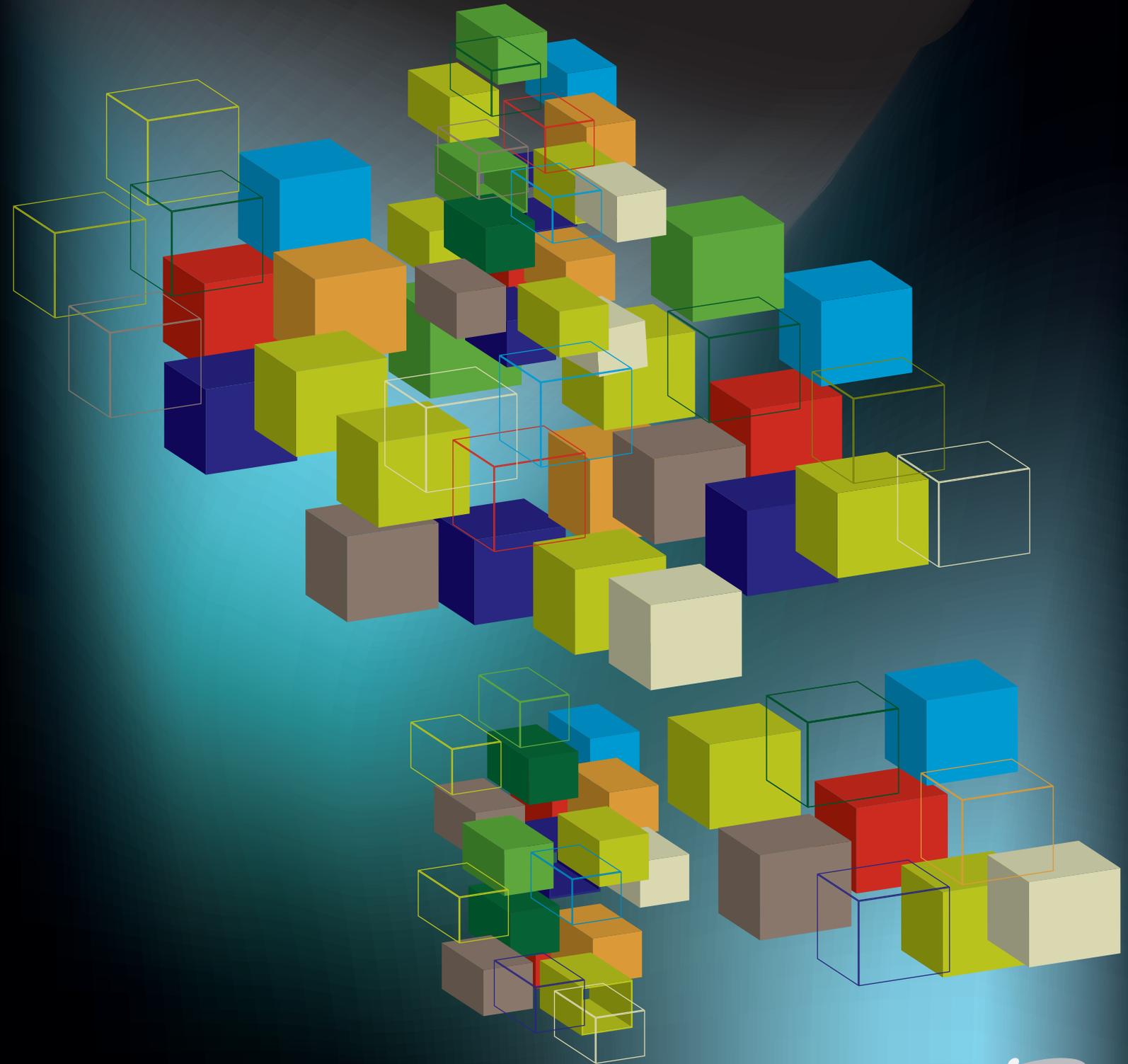


SISTEMAS DE INNOVACIÓN COMO **SISTEMAS COMPLEJOS**

Juan Saldarriaga
Joao Aguirre





Sistemas de innovación como sistemas complejos

Juan Saldarriaga

Joao Aguirre



Saldarriaga, Juan

Sistemas de innovación como sistemas complejos / Juan Saldarriaga, Joao Aguirre. --
1a ed. -- Medellín : Instituto Tecnológico Metropolitano, 2014.
139 p. -- (Investigación Científica)

Incluye referencias bibliográficas
ISBN 978-958-8743-54-7

1. Sistemas de innovación 2. Sistemas complejos I. Aguirre, Joao II. Tít. III. Serie

338.064 SCDD 21 ed.

Catalogación en la publicación - Biblioteca ITM

Sistemas de Innovación como Sistemas Complejos
© Instituto Tecnológico Metropolitano

Edición: agosto 2014

ISBN: 978-958-8743-54-7

Hechos todos los depósitos legales

Publicación electrónica para consulta gratuita

Autores

JUAN SALDARRIAGA

JOAO AGUIRRE

Rectora

LUZ MARIELA SORZA ZAPATA

Directora Editorial

SILVIA INÉS JIMÉNEZ GÓMEZ

Comité Editorial

MARÍA VICTORIA MEJÍA OROZCO, VICERRECTORA DE DOCENCIA (E)

SILVIA INÉS JIMÉNEZ GÓMEZ, MSc.

MARGARITA ROSA DÍAZ BENJUMEA, MSc.

YOLANDA ÁLVAREZ RIOS, MSc.

VIVIANA DÍAZ DÍAZ, SECRETARIA TÉCNICA

Corrección de textos

LILA MARÍA CORTÉS FONNEGRA

Diseño y diagramación

ALFONSO TOBÓN

Laboratorio Gestión de la Innovación

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Línea: Gestión de Innovación Tecnológica

Editado en Medellín, Colombia
Instituto Tecnológico Metropolitano
Calle 73 No. 76A 354
Tel.: (574) 440 5197 • Fax: 440 5382
www.itm.edu.co

Las opiniones, originales y citas del texto son de la responsabilidad de los autores. El ITM salva cualquier obligación derivada del libro que se publica. Por lo tanto, ella recaerá única y exclusivamente sobre los autores.

Esta publicación es resultado del proyecto de Investigación «Identificación, evaluación y valoración de herramientas para modelar y simular dinámicas sociales asociadas a los sistemas de innovación», realizado con el apoyo financiero y recursos del INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO, en colaboración con la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. El proyecto fue dirigido por Joao Aguirre y contó con la asesoría de Jorge Robledo Velásquez.

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra o su difusión telemática sin citar la fuente.



CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	7
PRESENTACIÓN	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1:	
MARCO CONCEPTUAL	12
1.1 Análisis metodológico	12
1.2 ¿Qué es un sistema de innovación?	13
1.3 Sistemas regionales de innovación	16
1.4 Sistemas sectoriales de innovación	18
1.5 Actores y redes en los sistemas de innovación	20
1.6 Instituciones y sociedad	21
CAPÍTULO 2:	
SISTEMAS COMPLEJOS	24
2.1 Definición de sistemas complejos	24
2.2 Características de los sistemas complejos	26
2.2.1 El Comportamiento adaptativo en los sistemas complejos	28
2.2.2 Competencia en el sistema complejo	29
2.2.3 Cooperación en sistemas complejos	31
2.2.4 Fenómeno de emergencia en la complejidad.....	32
2.2.5 Realimentación de la complejidad	32
2.2.6 Interdependencias en la complejidad.....	33
2.3 Estado del arte del concepto «sistemas complejos»	34
2.4 Institutos de ciencias de la complejidad	39

2.5	Consolidación del concepto «sistemas complejos» relacionado con la innovación.....	55
2.6	Sistemas complejos adaptativos.....	61
2.7	Sistemas complejos adaptativos relacionado con innovación.....	61

CAPÍTULO 3:

	COEVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN	74
3.1	Definición de coevolución	75
3.2	Análisis bibliométrico del concepto coevolución	76
3.3	Relación de la coevolución con innovación	81
3.4	Coevolución de los sistemas de innovación. Ejemplos.....	88
3.4.1	Ecosistemas coevolutivos	88
3.4.2	Coevolución y medios de comunicación.....	90
3.4.3	Coevolución de las instituciones, desde la evolución y la cooperación ...	91
3.4.4	El papel de las plataformas de innovación en el apoyo a la coevolución de la innovación, en el sector lácteo	93
3.4.5	Relación entre plataformas de innovación, intermediarios, coevolución e innovación	93
3.4.6	Los puntos de entrada y la dinámica entre la coevolución y una plataforma de innovación	94
3.4.7	La intermediación distributiva y la estimulación en relación con las plataformas de innovación	98
3.4.8	La coevolución en la incubación de empresas y en los sistemas nacionales de innovación en Taiwán	99
3.4.9	Procesos y mecanismos de la coevolución. El fenómeno de la incubación de negocios	100
3.4.10	Incubadora de negocios y la innovación industrial y nacional	102

CAPÍTULO 4:

	SISTEMAS DE INNOVACIÓN COMO SISTEMAS COMPLEJOS	104
	CONCLUSIONES	115
	BIBLIOGRAFÍA	119
	ANEXOS.....	130



AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos al INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO, ITM, por el apoyo logístico, administrativo y financiero; por poner a disposición los equipos de cómputo del Laboratorio de Gestión de Innovación, el acceso a las bases especializadas ScienceDirect, Springer y Scopus; por el software especializado brindado: Vantage Point y Goldfire, herramientas que permiten navegar por la información de manera diferente. A la facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, por facilitar la gestión de recursos.

Al grupo de investigación en CTS+i, especialmente a la línea de Gestión Tecnológica del ITM, y a el líder del grupo de investigación en Gestión Tecnológica de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, el profesor Jorge Robledo Velásquez, el cual ha contribuido enormemente con sus invaluable consejos, comentarios y aportes conceptuales a lo largo de este proyecto de investigación.

Especiales agradecimientos a los integrantes del semillero de Inteligencia Estratégica, los cuales acompañaron el desarrollo de la presente investigación de forma desinteresada, con sus comentarios y aportes a la logística investigativa; y por último y no menos importante, a nuestras familias, las cuales han sido y serán siempre nuestro apoyo en todas las idea que sean realizadas o convertidas en proyecto.



PRESENTACIÓN

El libro *Sistemas de innovación como sistemas complejos*, realizado por Joao Aguirre y Juan Francisco Saldarriaga, presenta en esta oportunidad, en versión electrónica patrocinada por el Fondo Editorial ITM del municipio de Medellín (Antioquia), los resultados de un proyecto de investigación. Consiste en una exposición de los sistemas de innovación, teniendo como marco de referencia los sistemas nacionales, regionales y sectoriales, pasando por los sistemas complejos, que tienen varias características como la auto-organización y la no linealidad, entre otros; como la coevolución de los sistemas.

Por último, se encuentra un marco de trabajo sobre los sistemas de innovación como sistema complejos.



INTRODUCCIÓN

Los procesos y dinámicas sociales tienen diferentes variables consideradas en la actualidad el eje fundamental de los procesos institucionales, organizacionales y en especial el motor dinamizador de los diferentes sistemas de innovación.

Las variables que interactúan en las dinámicas hacen parte de la construcción colectiva, donde las universidades, gobiernos y empresas apoyan el acceso al conocimiento y fortalecen la estructuración de investigaciones, al igual que las organizaciones, que reciben los beneficios de los grupos de investigación, y en especial de la mano de obra calificada, y las instituciones que permean los otros dos actores del sistema creando las políticas que medien en la construcción y desarrollo de las organizaciones académicas como empresariales.

En el Capítulo 1, se realiza una búsqueda de referentes académicos en relación a la definición del sistema de innovación (SI), que es considerado como una concentración de agentes, creando dinámicas de crecimiento y desarrollo en una nación, país o sector determinado. Este concepto permite analizar variables importantes, donde las interacciones son realizadas por los actores, y en este sentido, se amplía con la noción de Sistemas Nacionales de Innovación (SNI), donde se observan las diferentes definiciones propuestas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), vinculados a la concepción de sistemas de innovación y a la creación de conocimiento, porque esta nunca ocurre de forma aislada sino que es fortalecida por redes aprendizaje.

Los sistemas de innovación demandan día a día una atención especial debido a su complejidad, pues cada región o sector de la economía se comporta de forma diferente en el mercado de acuerdo con sus necesidades (Malerba, 2002), por tal razón, los países industrializados han soportado dicho desarrollo en políticas, estrategias y estructuras que se concentran en el aumento de la competitividad

de economías industriales por medio de una gran apuesta en ciencia, tecnología e innovación, implementando mecanismos de financiación para iniciativas relacionadas con la conformación de redes cooperativas y programas de integración productiva que articulan el estado, la industria y los proveedores de conocimiento y tecnología, en apuestas de largo plazo, con instrumentos concretos de seguimiento y control.

Dentro de este marco general se incluye la perspectiva de Sistemas Regionales de Innovación, los cuales hacen parten desde la concepción de Sistemas Nacionales de Innovación, siendo estos «un conjunto de sistemas cuyas interacciones determinan el resultado innovador de las empresas nacionales» (Nelson, 1993, p. 4), pero desde una visión sistémica que puede destacar la forma en la que está «constituido por elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de nuevo, y económicamente útil, conocimiento» (Lundvall, 1992, p. 2).

En el Capítulo 2, se desarrolla el concepto de sistema complejo. Al inicio se encuentra la definición y el recorrido histórico del concepto, que encierra un marco ampliado en la teoría de sistemas brindando una revolución en la comprensión de los comportamientos en los sistemas difíciles de predecir y controlar. Estos elementos corresponden generalmente a la dinámica de la biología y se han trasladado a sistemas artificiales como la innovación, las organizaciones y la economía, tanto global como local.

Los sistemas complejos cumplen con características que son diversas, porque las interacciones entre los agentes comprenden muchos elementos que hacen parte de la auto-organización del sistema, como lo es la capacidad de adaptación, la cual cambia su comportamiento en respuesta del entorno; la competencia, que puede ser llamada competitividad, propia de cualquier sistema activo debido a la necesidad de satisfacer una carencia o de obtener un bien, propiciando que las entidades del sistemas que se ven avocadas a adoptar comportamientos de cooperación.

Los sistemas de innovación se tornan como sistemas complejos por varias características que hacen parte del análisis de este trabajo, siendo estos importantes para la construcción de las economías actuales, vinculando aspectos como el conocimiento y la creatividad en la organización.

El Capítulo 3, aborda el concepto de coevolución, donde se busca comprender los comportamientos de los agentes, la reciprocidad, la simultaneidad los patrones, sus características y el resultado de las interacciones de coevolución de las organizaciones, abriendo el horizonte para comprender las dinámicas de los sistemas de innovación, porque la capacidad de adaptación de los sectores de innovación es diferente al

de los sistemas nacionales de innovación, debido a los procesos llevados en las diferentes naciones, compuestas por instituciones que brindan un proceso diferente según su ideología y cultura, las cuales fueron creadas por diferentes circunstancias históricas, en un entorno dinámico que lleva a una evolución de las instituciones con la sociedad.

La innovación, como el modelo de coevolución, presenta una dinámica continua del sistema que no solo es importante en periodos cortos de tiempo sino en procesos que pueden alcanzar décadas, como resultado de la coevolución de las interacciones continuas entre empresas, organizaciones e instituciones.

En el desarrollo de la investigación se encontraron artículos que presentan una aplicación del concepto de coevolución en los diferentes sistemas y organizaciones de innovación, como en el caso de los ecosistemas coevolutivos expuestos por Luz Alexandra Montoya, donde aplica el concepto al ecosistema coevolutivo de la organización. La coevolución de los medios de comunicación desarrollada por Cooke y Porter es otro modelo aplicado a las instituciones, desde la perspectiva de la evolución y la cooperación, de autores como Walfram y Torsten.

En el Capítulo 4, se realiza una argumentación de por qué un sistema de innovación es considerado como un sistema complejo, con características especiales, con una estructura dinámica interdependiente, con capacidades de flujo del sistema, estructuras disgregadas y propiedades emergentes, entre otras. El enfoque desarrollado desde la perspectiva de sistema complejo permite observar el modelo de Henry Chesbrough (*Open innovation*, 2003) que tiene como fin la descripción de un nuevo imperativo para la creación y el aprovechamiento de la tecnología; en él se describe que bajo la complejidad de las organizaciones, estas son llamadas a pasar de procesos de innovación cerrada a innovación abierta. Estos procesos se dan generalmente en internet, porque es uno de los ambientes más dinámicos para el manejo de la información, creando una plataforma más prometedora para conectar a las universidades, personas y en general a todos los actores que se pueden vincular al cambio tecnológico impulsado, no solo por nuevas trayectorias de la de tecnología de la información sino por las dinámicas propias del sistema.



CAPÍTULO 1: MARCO CONCEPTUAL

Para comprender los sistemas de innovación se deben entender una serie de fenómenos presentes en las interacciones de dichos sistemas, que encierran un marco de referencia conceptual fundamental para hallar la relación de conceptos entre sistemas de innovación, sistemas complejos y dinámicas de los sistemas, entre otros temas que se presentarán posteriormente.

1.1 ANÁLISIS METODOLÓGICO

El proceso de exploración de la información se realizó utilizando el motor de búsqueda Scopus, cuyos resultados arrojados son aceptados por la comunidad académica internacional; este es un producto de Elsevier Publishing Co., lanzado comercialmente en noviembre de 2004, que muestra una abstracción del mundo donde se incluyen bases de datos indexadas, revisadas por expertos, con herramientas inteligentes, facilitando el análisis y visualización de los resultados en forma fácil y completo (Howard M., D., 2008). El motor de búsqueda de Scopus está diseñado para seleccionar información que necesitan las universidades, instituciones e investigadores, permitiendo tener una herramienta para el análisis cuantitativo de la información.

Otra herramienta que apoya el proceso de búsqueda de los temas relacionados es Google Scholar, lanzado en su versión beta en 2004, y se integra a los beneficios sin costo prestados por Google. Ofrece el acceso multidisciplinar a la información académica que es construida por el número de editores; estos han permitido que sus registros de revistas electrónicas sean indexadas por ellos. Google Scholar es un buscador básico y bastante sencillo, estas búsquedas no pueden ser exportadas a formatos *RIS* y similares, dificultando el trabajo con las referencias que aparecen. La cita de indexación está disponible, y los resultados se presentan más o menos en el orden de la cantidad de veces que han sido citados (Norris y Oppenheim, 2007).

La base de las consultas propuesta por Elsevier permite realizar un trabajo asociado con las mejores mentes en las comunidades científicas y de salud, buscando resolver problemas más apremiantes del mundo, empujando los límites de sus diferentes campos de investigación para mejorar procesos y lograr un avance de la ciencia. Utiliza una estrategia para vincular pensadores e investigadores con conocimientos de clase mundial.

Lo que pretende ofrecer Elsevier son objetivos desafiantes pero realistas: la oportunidad de desafiar el *status quo* integrando el conocimiento global y ofreciendo la oportunidad de hacer una diferencia en la vida de las personas, ayudando a la divulgación de conocimiento y ofreciendo la posibilidad de contribuir al cambio a través de la capacidad tecnológica, el trabajo flexible y colaborativo, por medio de una construcción de relaciones y redes de investigadores que crean y entregan las herramientas que inspiran a la comunidad científica. Las raíces de Elsevier son revistas y edición de libros, fomentando procesos de revisión de más de 130 años.

También se utilizó Dialnet, un portal de información multidisciplinar que brinda los servicios de difusión en las revistas de lengua española. Fue creado en 2001 por la Universidad de La Rioja; presenta una interfaz simple que no permite filtrar los resultados encontrados así como en otros motores, donde las palabras claves pueden ser seleccionadas por grupos, de acuerdo con el título, años de publicación o procedencia de la publicación.

Por otra parte, Scielo es un motor de búsqueda académico que incluye una colección seleccionada de revistas científicas, con una diferencia clara; la organización hace un énfasis en aquellas revistas de los países iberoamericanos. Scielo posee un modelo propio y opera con colecciones descentralizadas de revistas científicas seleccionadas de acuerdo con criterios preestablecidos de diferentes áreas de conocimiento; el repositorio de información que posee esta organización proviene de cada uno de los dominios que están otorgados alrededor del mundo.

1.2 ¿QUÉ ES UN SISTEMA DE INNOVACIÓN?

Un sistema de innovación (SI) es considerado como una concentración de agentes (empresas, intermediarios, entidades de educación, representantes gubernamentales) que se relacionan para generar dinámicas de crecimiento y desarrollo, orientadas al incremento de la competitividad de un país, de una región o un sector; es un proceso de implementación de un nuevo producto, proceso, o método organizacional, para introducir en la empresa nuevos elementos constitutivos.

Por otra parte, contar con empresas enmarcadas en un SI, no solamente implica una mayor competitividad en la economía sino también en cuanto a la generación de dinámicas de relacionamiento, estrategias y políticas, que influyen fuertemente en la trayectoria del desarrollo económico para un país (Wixted, 2009, p. 15).

Además Maskell, (2001, p. 937) argumenta que para que exista una teoría que aporte al desarrollo y crecimiento de una economía debe haber una explicación para la existencia y generación de aglomeraciones, basadas en la cercanía física, identificando la razón por la cual se generan actividades de relacionamiento especializado, que influyen directamente en ella.

Aunque tomó algún tiempo identificar cuáles implicaciones de las teorías de innovación basadas en la competitividad se aplicarían a toda la gama de industrias (Edquist y Hommen, 1999), es reiterativo en las investigaciones de Maskell demostrar que el sistema de innovación estimula el crecimiento económico mediante el desarrollo de tecnología y comercialización de la misma (Carlsson, 2006; Conceição, Heitor, y Lundvall, 2003; Niosi, Saviotti, Bellon, y Crow, 1993; Robledo, López, Zapata, y Pérez, 2010).

Además, el concepto de SI permite analizar el crecimiento económico de un país desde una perspectiva subyacente al crecimiento de la productividad del trabajo en las distintas regiones y sectores de una economía, especialmente si se analiza este contexto desde un enfoque de la teoría evolutiva del conocimiento. (Metcalf, 1992, 2004; Soete, Verspagen y Ter Weel, 2010). Esto se logra identificando uno de los factores claves para generar el dinamismo del crecimiento: la gestión de información oportuna, es decir, remitirse a la persona indicada, en el momento preciso, lo cual promueve distintos escenarios tecnológicos e institucionales de beneficio colaborativo, identificando una oportunidad para innovar en una economía dinámica y competitiva en territorios internacionales (Scheel y Pineda, 2011).

Al analizar la dinámica funcional de los sistemas de innovación, se logra identificar que diversos investigadores y analistas científicos han realizado estudios empíricos de estos, a fin de comprender su estructura actual y proponer dinámicas de evolución. Estos observadores argumentan que, en repetidas ocasiones, en la literatura se estudia este fenómeno desde diversas perspectivas, así como los procesos de crecimiento, las relaciones y redes de trabajo, los sistemas de aprendizaje, la política entre otros (Lundvall, Johnson, Andersen y Dalum, 2002; Malerba, 2002; Metcalfe, 1992; Smith, 2000).

Muchos gobiernos han desarrollado políticas financieras y programas centrados en el apoyo a empresas innovadoras como respuesta estratégica a la crisis económica

y financiera. Estos programas se instauran a largo plazo y propenden restaurar el crecimiento y crear un futuro económico sostenible. En este sentido, surge la noción de Sistema Nacional de Innovación (SIN) como un modelo interactivo de creación y uso de conocimientos, en el cual participan diferentes actores relacionados con la producción y desarrollo tecnológico.

Según la OCDE, diferentes definiciones han sido propuestas para el concepto de SIN, entre ellas las más relevantes se destacan:

- Una red de instituciones públicas y privadas cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías (Freeman, 1987).
- Un conjunto de instituciones cuyas interacciones determinan el rendimiento innovador (...) de las empresas nacionales (Nelson y Winter, 1982).
- Los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimientos nuevos y útiles, desde el punto de vista económico, que están localizados en una región determinada (Lundvall et al., 2002).
- Los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y económicamente, útil nuevos conocimientos... y están dentro o raíces dentro de las fronteras de una nación del Estado (Wixted, 2009).

La selección de definiciones previas muestran que la idea de SNI está basada en el supuesto entendimiento de los vínculos o relaciones entre los agentes involucrados en la innovación; este es un factor esencial para mejorar el desempeño tecnológico, en otras palabras, dado que la innovación y el progreso tecnológico son el resultado de una compleja serie de relaciones entre los agentes para producir, generar, distribuir y aplicar conocimiento, está estrechamente ligado con el fenómeno que se desea estudiar, que corresponde a la coevolución de las instituciones.

Además Seliger (2001, p. 426) subraya la importancia de adoptar una perspectiva sistémica frente a la innovación y la creación del conocimiento, dado que la innovación nunca ocurre en forma aislada sino siempre en el contexto de relaciones estructuradas, redes e infraestructuras, así como dentro de un contexto social y económico más amplio. Sin embargo, el conocimiento está en la base del cambio tecnológico y desempeña una función central en la innovación, tal y como lo ha mostrado la literatura evolutiva (Bottazzi, Dosi, Fagiolo, y Secchi, 2008; Metcalfe, 1992; Nelson y Nelson, 2002) y en la economía basada en el conocimiento (Cowan, Sanditov y Weehuizen, 2011; Lundvall et al., 2002).

El mundo está cambiando y cada vez son más complejos los procesos y dinámicas de los sistemas de innovación, debido a las variables de los procesos económicos, sociales, ambientales. Para entenderlos con cierta racionalidad se pretende explicar esa complejidad a través de un enfoque de sistemas, conformando un gran sistema de innovación. Si se logra entender la complejidad de este fenómeno se podría también definir políticas, estrategias y caminos a seguir, dentro de los cuales están enmarcados los sistemas regionales y sectoriales que explican el comportamiento de la actividad productiva (Malerba, 2002; Miozzo y Yamin, 2012).

Los sistemas de innovación demandan día a día una atención especial debido a su complejidad, pues cada región o sector de la economía se comporta de forma diferente en el mercado, lo hace de acuerdo con sus propias necesidades (Malerba, 2002), por tal razón, los países industrializados han soportado dicho desarrollo en políticas, estrategias y estructuras, que se concentran en el aumento de la competitividad de economías industriales, por medio de una gran apuesta en ciencia, tecnología e innovación y de mecanismos de financiación para iniciativas relacionadas con la conformación de redes cooperativas y programas de integración productiva, que articula el estado, la industria y los proveedores de conocimiento y tecnología. Estas propuestas son pensadas a largo plazo y se desarrollan con instrumentos concretos de seguimiento y control.

1.3 SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN

Al realizar un acercamiento de los Sistemas Regionales de Innovación (SRI) se deben tener en cuenta diferentes elementos que conforman el marco referencial de los procesos y desarrollos que se llevan a cabo en cada región. Los SRI parten desde la concepción de Sistemas Nacionales de Innovación, estos son «un conjunto de sistemas cuyas interacciones determinan el resultado innovador de las empresas nacionales» (Nelson, 1996), pero desde una visión sistémica se puede destacar que está «constituido por elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de nuevo, y económicamente útil, conocimiento» (Lundvall et al., 2002). Estas dos concepciones señalan la interacción de Sistemas de Innovación y componentes del sistema para la producción y difusión de las innovaciones, basado en comportamientos institucionales y jalonado desde un sistema dinámico y complejo.

Pero los SNI, se pueden tomar de forma específica realizando una limitación espacial, llegando así a los Sistemas Regionales de Innovación, que al igual que las capacidades tecnológicas expresadas para una nación, se manifiestan directamente en las regiones (Nelson, 1996); el redescubrir la importancia de investigadores de la región, en una escala nacional, se convierten en actores, que estimulan las capacidades

de innovación (Cookey, 1999) de los agentes y actores. Estos estudios de carácter regional, con inversión también regional, deben considerarse como propuestas clave en la vinculación de un Sistema Nacionales de Innovación, partiendo de la base de una conceptualización, de la definición de actores, estructura, dinámicas, e indicadores de desempeño, brindando un marco de referencia en el desarrollo histórico de las relaciones entre ciencia y política. Así lo señalan, los estudios realizados por Carlos Acevedo (Álvarez, Gómez, y Gómez, 2012).

Freeman (1966), señala que las diferentes interacciones entre agentes del sistema tecnológico, hacen fortalecer el sistema de innovación, por la creación de maquinaria y la necesidad de suplir necesidades básicas de las empresas. La innovación es un concepto desarrollado a lo largo del proceso histórico que acompaña los sistemas, impulsado por el cambio en las organizaciones y en los comportamientos de los agentes interrelacionados en un determinado sistema (Cooke, 2002).

La revisión de la estructura y función de las redes de conocimiento entre las universidades y el contexto empresarial, en el contexto de economías regionales, permiten a las redes de innovación participar activamente y dan fuerza a la oportunidad de crecimiento entre estos dos agentes, que a menudo presentan dificultad para contribuir con una mayor competitividad regional en algunos países (Huggins, Johnston, y Steffenson, 2008).

Los actores que se observan en el sistema regional de innovación tienen un papel importante en la economía, ellos son los grandes motores de las economías en desarrollo, gracias a las competencias y procesos de aprendizaje; los cuales pueden conducir a ventajas competitivas regionales cuando se basan en capacidades localizadas, como los recursos, conocimientos e instituciones en todas sus manifestaciones (Maskell y Malmberg, 1999).

La capacidad de los agentes y actores en el proceso de innovación, para reaccionar a las condiciones de producción, son la expresión más sencilla de las interacciones de los Sistemas Regionales de Innovación, estos tienen un costo de producción que cambia por regiones y por ubicación de los sectores; factores de la región favorecen las capacidades del sistema y dan respuesta a las necesidades globales; agentes como las empresas se convierten en piezas valiosas de conocimiento a nivel nacional.

Las empresas se muestran capaces de crear, adquirir, acumular y utilizar el conocimiento; en este proceso aprenden de una estrecha interacción con proveedores, clientes y competidores. Es así como el proceso de creación de conocimiento está fuertemente influenciado por las capacidades localizadas específicas, como los

recursos, las instituciones, las estructuras sociales y culturales. (Maskell y Malmberg, 1999).

1.4 SISTEMAS SECTORIALES DE INNOVACIÓN

Un Sistema Sectorial de Innovación (SSI) es un conjunto de productos y de agentes con los cuales se realizan las interacciones del mercado para la creación, producción y venta de los productos especializados (Breschi y Malerba, 2011). El concepto de SSI fue utilizado por primera vez por (Warf, 1995), en un trabajo donde analiza las geografías cambiantes basadas en el conocimiento para el sector de las telecomunicaciones. Posteriormente (Breschi y Malerba, 1997), abordan el tema desde un punto de vista conceptual, el cual presenta los fundamentos de un posterior trabajo (Malerba, 2002) que marcó un hito importante en su propuesta.

En ella propone que un SSI es un conjunto de productos, conocimiento y agentes, que tienen diversas interacciones para la creación, producción y venta de estos productos, que interactúan a través de procesos de comunicación, intercambio, cooperación y competencia, en búsqueda de generar una coevolución de estos distintos elementos (Aguirre y Restrepo, 2012).

La evidencia empírica Malerba y Orsenigo, (1999) sugieren la existencia de diferencias entre los sistemas sectoriales en los patrones de actividades innovadoras, y para cada sistema sectorial, tiene grandes similitudes entre las condiciones de apropiación, acumulación y oportunidad, siendo éstas bastante similares en todos los países.

Por otro lado Chung (2002), fundamenta su investigación desde una perspectiva amplia, donde debate la construcción de los sistemas de innovación y los subsistemas regionales y sectoriales como elemento clave y habilitador de una innovación sostenible, en términos de la distribución de sus agentes, el relacionamiento y el aprendizaje interactivo entre ellos. Posteriormente Geels (2004), propone un nuevo enfoque en SSI a partir de un análisis de sistemas socio-técnicos de los agentes, contemplando la articulación entre los agentes y las estructuras, fundamentado en la inercia y la estabilidad de las instituciones y proporcionando una coherencia conceptual desde el enfoque sociológico, la teoría interinstitucional y los estudios de innovación bajo la primicia de relacionamiento a largo plazo.

A partir del 2006 se presenta el mayor interés en publicación de forma continua, donde se destacan los estudios de Albino, Carbonara, y Giannoccaro (2006); L. Coenen, Moodysson, Ryan, Asheim, y Phillips (2006); Gilsing y Nooteboom (2006); Rametsteiner y Weiss (2006) presentando casos de estudio en diferentes sectores,

y en especial los que están fundamentados en el conocimiento y los avances tecnológicos.

Por otro lado Sapsed, Grantham, y De Fillippi (2007), abordan la relación existente entre las organizaciones y los SSI, analizando algunos factores para promover la creatividad y la innovación al interior de las empresas, demostrando que estos son factores clave para el desarrollo y crecimiento de un sector. Adicionalmente (Dalziel, 2007), propone un enfoque alternativo para la clasificación de la industria, la cual debe auto-organizarse de forma colaborativa, para promover la innovación.

Además Beerepoot y Beerepoot (2007), analizan la relación entre las políticas gubernamentales y su influencia en el desarrollo de la innovación sectorial, mediante un ejemplo en el sector de la construcción holandesa; de forma similar, mediante la documentación de un caso empírico, Gutiérrez de Mesa y Muñoz, (2007) analizan factores de mayor influencia en el sector biofarmacéutico de España.

El 2008 fue el año donde se publicó un mayor número de artículos científicos relacionados con SSI, cabe señalar que gran parte de las propuestas son estudios de casos aplicados en industrias específicas, bajo el parámetro e interés particular de cada investigador, así como la propuesta de Pitt y Nelle (2008), que realizan una aplicación en la industria cárnica en Australia, explorando diferentes opciones para desarrollar la cultura innovadora y su influencia en los SSI.

Siguiendo con estudiosos del tema (Rezazadeh Mehrizi y Pakneiat (2008), realizaron el análisis comparativo de los SSI con el modelo de diamante de Porter en la industria de telecomunicaciones, un trabajo similar es realizado por Vale y Caldeira (2008), donde analizan la moda y la gestión del conocimiento para el caso del sector de calzado en Portugal. Por otro lado, Kristinsson Rao, (2008) estudian el aprendizaje interactivo y la transferencia de conocimiento en la industria eólica en Dinamarca e India. Además, Yoon-Zi y Lee (2008) estudiaron la convergencia tecnológica en la industria de los bienes de capital en Corea, trabajo que se encuentra en la misma dirección de la investigación de (Xin, 2009) aunque abordado desde la industria de telecomunicaciones.

Ulrich (2009) presenta un estudio de gran interés, donde aborda la capacidad transformadora, los patrones de cambio y la adaptabilidad de los SSI, analizando su impacto sustancial e incremental sobre el cambio socioeconómico, las instituciones y los actores frente a las nuevas posibilidades del mercado; estos factores están estrechamente ligados con las capacidades de adaptación durante largos periodos de ajuste que requieren los distritos industriales. Otro elemento clave a destacar es la relación de los SSI con temas de coevolución de las instituciones, que si bien han

sido investigados a lo largo del tiempo, (Elsner y Heinrich, 2009) son los primeros en analizar el fenómeno de emergencia y su relación con el crecimiento económico de los países.

De forma similar, las publicaciones del 2009 y siguientes tienen una corriente empírica, aplicando estudios en sectores como el automotriz (Oltra y Saint Jean, 2009; Xi, Lei, y Wu, 2009), en telecomunicaciones (Xin, 2009), en nanotecnología (Islam y Miyazaki, 2009) en software (Klincewicz y Miyazaki, 2006; Sarma y Krishna, 2010) agrícola (Berkers y Geels, 2011; Cusmano, Morrison, y Rabellotti, 2010; De-Haan y Juárez, 2010) y en turismo (Aldebert, Dang, y Longhi, 2011).

(Coenen y Díaz López, 2010) Realizan una comparación de los sistemas de innovación bajo el enfoque del cambio tecnológico para la economía sostenible y competitiva, este estudio es un análisis conceptual de las diferencias socio-tecnológicas; en este se presenta un análisis y comparación los SSI a partir de dimensiones específicas, así como las fronteras del sistema, los actores y las redes, las instituciones, el acercamiento a la política, las dinámicas de relacionamiento y el conocimiento específico necesario para que estas dimensiones sean complementarias.

Recientemente se destacan las publicaciones realizadas por Aldebert et al. (2011); Aoki (2011); Berkers y Geels (2011); Klincewicz y Miyazaki (2006); Oliveira y Antunes (2011); Wirth y Markard (2011) entre otros, abordando el tema desde enfoques teóricos, económicos y e incluso casuísticos, pero ninguno de estos realiza una exploración directa en la dirección que tiene la presente investigación.

Uno de los factores más importantes a resaltar es que el tema SSI se encuentra en etapa de crecimiento y evolución, gracias al interés particular de la comunidad académica en desarrollar investigaciones en esta dirección. Es una línea de investigación que se encuentra vigente y ha presentado una dinámica de crecimiento en la última década. Por esta razón, por su vigencia, se presentan diversas perspectivas y enfoques. En la actualidad es de gran interés para las diversas instituciones y, sobre todo, para el acervo de académicos a nivel mundial, en especial en la comunidad oriental y europea.

1.5 ACTORES Y REDES EN LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN

Un sistema de innovación está compuesto por agentes heterogéneos, que son las organizaciones y los individuos. Ellos interactúan a través de procesos de comunicación, intercambio, cooperación, competencia y mando. Dentro de los sistemas sectoriales, los agentes heterogéneos están conectados de diferentes

maneras, a través de las relaciones de mercado y, no de mercado. Así, en una perspectiva de sistema sectorial, la innovación y la producción son consideradas como procesos que involucran la interacción sistemática entre una amplia variedad de actores, para la generación e intercambio de conocimientos relevantes, y también, para la innovación y su comercialización. La interacción incluye las relaciones de mercado de licencias tecnológicas y el conocimiento, las alianzas entre empresas, y las redes formales de las empresas. A menudo, su resultado no se refleja adecuadamente en los sistemas existentes de medición de la producción económica (Malerba, 2004).

1.6 INSTITUCIONES Y SOCIEDAD

La sociedad entendida como una serie de desarrollos tecnológicos, movida por la interacción de los agentes que por medio del conocimiento conforman un círculo virtuoso, en el cual el progreso del conocimiento y las innovaciones tecnológicas, mutuamente determinados producen más conocimiento en el tiempo; brindando una aceleración en los procesos y políticas sociales, generando sinergias positivas dentro de la trayectoria de la innovación tecnológica, posee características propias de modelos dinámicos y evolutivos.

Entre las instituciones, los sistemas nacionales de innovación, sistemas regionales de innovación, la tecnología, la técnica, el conocimiento, las empresas, las organizaciones, se encuentran acuerdos establecidos por la sociedad, y mediados por las instituciones tanto formales, como no formales; que no permiten abrir la posibilidad de reflexión sobre las dinámicas de cambio de los sistemas regionales de innovación que durante el tiempo, ha tenido la sociedad como referente para mejorar las condiciones de vida, y la integración de la plataforma de innovación nacional, pasando por las innovaciones regionales y ámbitos sectoriales de innovación, los cuales son de gran evidencia en nuestras empresas locales.

Dentro de las dinámicas de los sistemas regionales se resalta que los agentes cohabitan y se relacionan de forma directa gracias a la cercanía entre ellos. Además, estos agentes, se integran por medio de las redes de innovación a todos los procesos de desarrollo de la sociedad, de la educación, de la región y de la empresa, ubicando la capacidad de la innovación en los Sistemas Regionales de Innovación en ejes articuladores de la creación de nuevos productos, para llegar a impactar el mercado de forma positiva.

Pocas veces se logra identificar las relaciones y las interacciones entre las instituciones formales y no formales que conforman los Sistemas Regionales de

Innovación, porque los agentes y actores que interactúan con el sistema utilizan formas de comunicación en todas las partes del proceso, desconociendo el alcance y el poder que tienen el conocimiento y la integración de Este con grupos que promueven el desarrollo de las redes de innovación.

En la sociedad colombiana no se identifican trabajos que demuestren el desarrollo en estos campos de manera novedosa, sin embargo se puede observar un reconocimiento creciente del gobierno, la universidad y el sector privado. En Colombia estas Instituciones están promoviendo procesos de integración y redes de innovación sobre aspectos centrales de la ciencia, la tecnología, la innovación e investigación (CTI+i), basadas en un marco institucional, entendiendo que las interacciones de los diferentes sectores están relacionadas por las mediaciones de las instituciones, las cuales incluyen hábitos comunes, rutinas, prácticas establecidas, normas y leyes.

Estas instituciones han evolucionado por las interacciones entre los diferentes tipos de agentes, en especial, por las que se presentan entre los agentes y los sistemas de innovación; ellos son los que crean, renuevan y fortalecen la dinámica de innovación, por medio de las mediaciones.

En el ámbito de las instituciones, muchas de ellas son de carácter nacional o regional, en Colombia la entidad que posee el liderazgo en temas de investigación e innovación es Colciencias, la cual promueve las políticas públicas para fomentar y construir capacidades para CT+I, y propicia la circulación y el uso de ellos para el desarrollo integral del país y el bienestar. Estos programas tienen la posibilidad también de coordinar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación-SNCTI, crean sinergias e interacciones para construir una cultura científica, tecnológica e innovadora, promueven la integración de regiones del sector productivo, del profesional y no profesional, y de estudiantes, con una agenda estratégica de investigación y desarrollo.

Pero las instituciones pueden crear redes para dinamizar las regiones y en ellas los sectores específicos, como es el caso de la Ruta N¹, la cual es una apuesta regional y casi municipal a la construcción de la economía del conocimiento de la ciudad, con varios ejes importantes como el aprovechar y potenciar las capacidades existentes, propiciando un trabajo en red, en un entorno de conexión con el mundo, trabajando con el intercambio de conocimiento, capitales, talento humano, servicios y productos, focalizando, sobretodo, los sectores estratégicos.

¹ Ruta N de la ciudad de Medellín es una corporación creada por la alcaldía de Medellín, UNE y EPM en Antioquia Colombia, para promover el desarrollo de negocios innovadores basados en tecnología, que incrementen la competitividad de la ciudad y de la región

Un caso de integración de los diferentes actores del sistema de innovación es Ruta N que integra a las líneas estratégicas de competitividad de la ciudad de Medellín, dentro de las cuales está la política de clústeres. Inicialmente, priorizará algunas de sus actividades en los sectores, energía, salud y TIC. Adicionalmente a esta labor instaure programas que desarrollan capacidades de manera transversal para el beneficio de toda la economía regional.

Estas relaciones entre las instituciones nacionales y los sistemas sectoriales son de gran importancia, las instituciones a nivel nacional son aquellas que pueden regular e impulsar de forma macro el sistema de innovación; también estas instituciones nacionales puede asumir características diferentes en los distintos países, por ello pueden afectar la innovación de acuerdo con las condiciones regionales y variables que tengan presente.

Pero el impulso dado por estos sistemas nacionales esta también sujeto a los comportamientos económicos de innovación de las políticas transnacionales, y pueden llegar incluso a limitar el desarrollo de la innovación en sectores específicos, dándose paradojas que pueden ser sujeto de modelado en relación con las dinámicas propias de los sistemas regionales de innovación.

Los Sistemas Regionales de Innovación, regidos por las instituciones tanto nacionales como regionales y sectoriales, pueden tener gran incidencia en aspectos macroeconómicos como el crecimiento económico, los mercados de trabajo y el desempleo, incluso con los instrumentos de la política macroeconómica, pensados como competitividad de las regiones, nivel de confianza de los inversionistas, aceleración, desaceleración económica y percepción sobre las condiciones económicas contemporáneas, que pueden partir de los SRI e impactar positivamente en el sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J. y Restrepo, M. (2012). Scientific research analysis of sectoral innovation systems. En PICMET 2012. Portland International Center for Management of Engineering and Technology.
- Albino, V.; Carbonara, N. y Giannoccaro, I. (2006). Innovation in industrial districts: An agent-based simulation model. *International Journal of Production Economics*, 104(1), 30–45. doi:10.1016/j.ijpe.2004.12.023
- Aldebert, B.; Dang, R. J.; y Longhi, C. (2011). Innovation in the tourism industry: The case of Tourism@. *Tourism Management*, 32(5), 1204–1213.
- Allen, P. M.; Engelen, G. y Sanglier, M. (1986). Self-organizing systems and the “laws of socio-economic geography.” *European Journal of Operational Research*, 25(1), 127–140. doi:10.1016/0377-2217(86)90122-0
- Álvarez, C. A. A.; Gómez, A. O. y Gómez, A. F. O. (2012). El sistema de innovación colombiano: fundamentos, dinámicas y avatares. *Trilogía*, (6), 105–120.
- Aoki, M. (2011). Institutions as cognitive media between strategic interactions and individual beliefs. *Journal of Economic Behavior y Organization*, 79, 20–34.
- Baldwin, J. S.; Allen, P. M. y Ridgway, K. (2010). An evolutionary complex systems decision-support tool for the management of operations. *International Journal of Operations y Production Management*, 30(7), 700–720. doi:10.1108/01443571011057308
- Barabási, A. (2007). The Architecture of Complexity - from network structure to human dynamics. *IEEE Control Systems Magazine*. Retrieved from <http://issuu.com/gfbertini/docs/the-architecture-of-complexity---from-network-stru>
- Barnhart, R. K. (2003). *Chambers dictionary of etymology [...] [...]*. Edinburgh [u.a.]: Chambers.

- Beerepoot, M. y Beerepoot, N. (2007). Government regulation as an impetus for innovation: Evidence from energy performance regulation in the Dutch residential building sector. *Energy Policy*, 35(10), 4812–4825.
- Berkers, E., y Geels, F. W. (2011). System innovation through stepwise reconfiguration: The case of technological transitions in Dutch greenhouse horticulture (1930–1980). *Technology Analysis and Strategic Management*, 23(3), 227–247.
- Berkhout, G. y Van Der Duin, P. (2004). Mobile data innovation: Lucio and the cyclic innovation model (p. 603). ACM Press. doi:10.1145/1052220.1052297
- Bigley, G. A. y Roberts, K. H. (2001). The incident command system: high-reliability organizing for complex and volatile task environment. *Academy of Management Journal*, 44(6), 1281–1299. doi:10.2307/3069401
- Bottazzi, G.; Dosi, G., Fagiolo, G. y Secchi, A. (2008). Sectoral and geographical specificities in the spatial structure of economic activities. *Structural Change and Economic Dynamics*, 19(3), 189–202. doi:doi: 10.1016/j.strueco.2007.05.002
- Brabazon, A.; Silva, A.; Sousa, T. F.; De O’Neill, M. y Matthews, R. (2005). Agent-based modeling of product invention. *Proc. of the ACM Genetic and Evolutionary Computation Conf.*, 129–136.
- Breschi, S. y Malerba, F. (1997). Sectoral innovation system: Technological regimes, shumpeterian dynamics, and spatial boundaries. *Systems of Innovation: Technology, Institutions and organizations*, 130–156.
- Breschi, S. y Malerba, F. (2011). Assessing the scientific and technological output of EU Framework Programmes: evidence from the FP6 projects in the ICT field. *Scientometrics*, 88(1), 239–257.
- Carlisle, Y. y McMillan, E. (2006). Innovation in organizations from a complex adaptive systems perspective. *Emergence: Complexity and Organization*, 8(1), 2–9.
- Carlsson, B. (2006). Internationalization of innovation systems: A survey of the literature. *Research Policy*, 35(1), 56–67. doi:10.1016/j.respol.2005.08.003
- Castellacci, F. y Natera, J. M. (2013). The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity. *Research Policy*, 42(3), 579–594. doi:10.1016/j.respol.2012.10.006
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
- Chung, S. (2002). Building a national innovation system through regional innovation systems. *Technovation*, 22(8), 485–491.

FIGURAS

Figura: 1	Modelo de sistemas complejos.....	28
Figura: 2	Procesos de alimentación de los ciclos	33
Figura: 3	Tendencia de publicación de los sistemas complejos, 1981-2012	35
Figura: 4	Revistas que han publicado sobre sistemas complejos	35
Figura: 5	Autores con mayor número de publicaciones sobre el tema de la complejidad asociado a la innovación	36
Figura: 6	Tendencia de publicación de los sistemas complejos asociados a la innovación 1995-2012	56
Figura: 7	Los autores más relevantes de búsqueda sistemas complejos asociados a la innovación.....	56
Figura: 8	Tendencia de publicación de los sistemas complejos adaptativos incluido el concepto de innovación	62
Figura: 9	Número de publicaciones por autor sobre sistemas complejos adaptativos relacionados con la innovación	63
Figura: 10	Universidades con mayor número de publicaciones sobre sistemas complejos adaptativos relacionados con la innovación.....	69
Figura: 11	Redes de publicaciones por autores sobre sistemas complejos adaptativos relacionado con la innovación	70
Figura: 12	Tendencia de publicaciones sobre coevolución.....	77
Figura: 13	Línea del tiempo de publicaciones de los autores sobre coevolución.....	77
Figura: 14	Red de publicación del profesor Volberda, H. W	79
Figura: 15	Redes de publicaciones por autores.....	80
Figura: 16	Dinámica de publicación de los países	81
Figura: 17	Proceso de gestión del sistema de integración empresarial.....	88



TABLA

Tabla: 1	Principales artículos con mayor número de citas sobre sistemas complejos relacionados con la innovación.....	58
Tabla: 2	Artículos publicados por Frances Westley desde el 2009 hasta el 2012	64
Tabla: 3	Artículos publicados por Levent Yilmaz desde el 2009 hasta el 2012	65
Tabla: 4	Artículos publicados por Bill McKelvey desde el 2009 hasta el 2012	66
Tabla: 5	Artículos publicados por John Foster desde el 2000 hasta el 2012	68
Tabla: 6	Principales artículos relacionados con los Sistemas Complejos adaptativos relacionados con la innovación.....	73
Tabla: 7	Artículos con mayor número de citas sobre el tema de coevolución relacionado con la innovación.....	86
Tabla: 8	La coevolución de la innovación y los intermediarios de los procesos de apoyo	96
Tabla: 9	La coevolución de la innovación relacionada con los procesos de crianza y los intermediarios de los procesos de apoyo	96
Tabla: 10	La coevolución de la innovación relacionado con la alimentación y los intermediarios de los procesos de apoyo	97
Tabla: 11	Taxonomía de la innovación	106
Tabla: 12	Tipos de sistemas, grados de orden y estabilidad.....	112

Juan Francisco Saldarriaga Hernández

Estudiante de la Maestría en Gestión de Innovación Tecnológica Cooperación y Desarrollo Regional, del Instituto Tecnológico Metropolitano ITM. Especialista en Gerencia de Proyectos Informáticos. Ingeniero informático de la Universidad Católica del Norte y Licenciado en Filosofía de la Universidad Pontificia Bolivariana. Es estudiante de Ingeniería de Sistemas e Informática en la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, adicionalmente, es investigador del Laboratorio de Gestión de la Innovación ITM.

Ha desempeñado cargos en el sector privado y público en la parte de gerencia de proyectos informáticos y gestión tecnológica. Docente en diferentes universidades e instituciones. Ha realizado sus investigaciones en áreas que hacen referencia a sistemas complejos, sistemas regionales de innovación, gestión tecnológica, gestión del conocimiento, PMI, CMMI, ITIL, metodologías ágiles de desarrollo de proyectos, transferencia tecnológica, políticas de innovación, desarrollo social, vigilancia y prospectiva tecnológica, economía de la innovación, sistemas de información y comunicación, sistemas operativos, modelos matemáticos y estadísticos aplicados a temas de investigación y empresariales.

Joao Aguirre Ramírez

Actualmente, candidato a Doctor en Ingeniería. Es Magíster en Ingeniería Administrativa e Ingeniero de Control de la Universidad Nacional de Colombia. Se desempeña como asesor de proyectos en la Dirección de Investigación del Instituto Tecnológico Metropolitano, adicionalmente, es el Coordinador del Laboratorio Gestión de Innovación y líder de maestría en Gestión de Innovación Tecnológica Cooperación y Desarrollo Regional.

Cuenta con amplia experiencia docente en diferentes instituciones universitarias a nivel nacional e internacional. Se ha desempeñado como consultor en gestión tecnológica e innovación, interviniendo empresas y asesorando su dirección estratégica basada en la innovación.

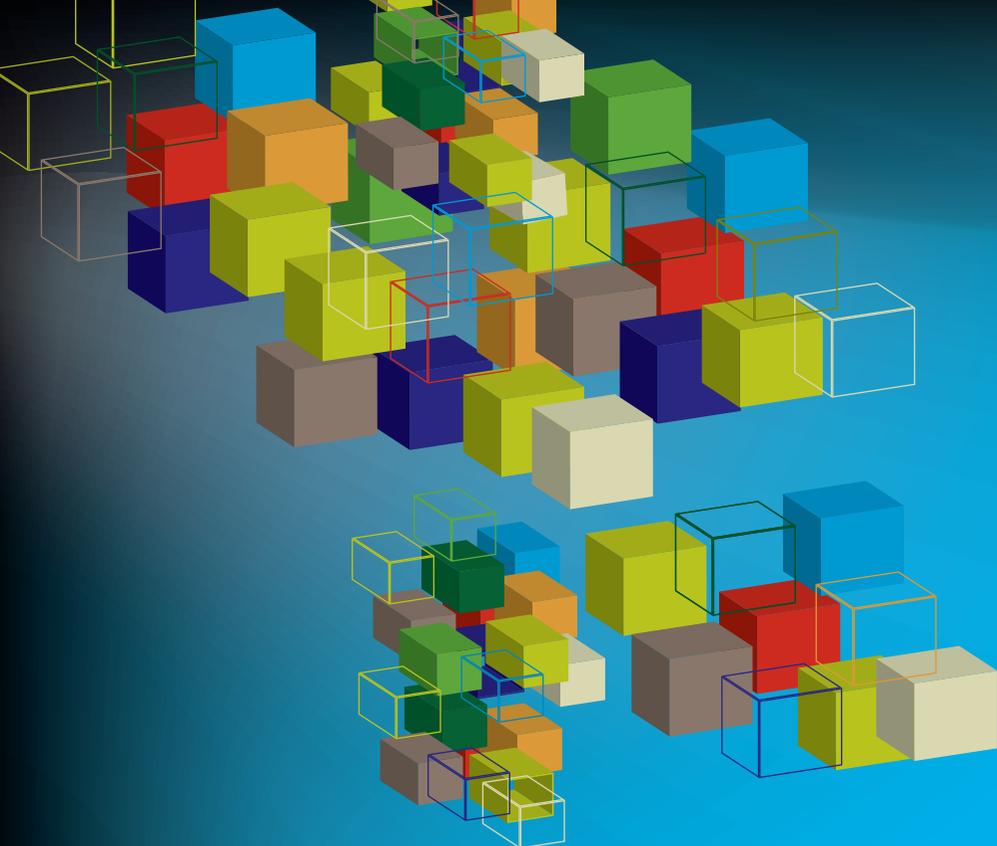
Ha realizado ponencias en congresos internacionales en Canadá, Malasia, México, Cuba, Perú, y tiene publicaciones en libros y revistas indexadas. Cuenta con amplias capacidades de investigación y desarrollo, donde ha liderado trabajos de diferentes áreas, entre ellas se destacan: la innovación, sistemas sectoriales y regionales de innovación, estrategia, inteligencia estratégica, gestión tecnológica, lógica difusa, inteligencia artificial, capacidades de innovación, vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva, prospectiva e inteligencia estratégica.



Sistemas de innovación como sistemas complejos

Se terminó de diseñar en el Fondo Editorial ITM, en agosto de 2014.

Fuentes tipográficas: *Helvetica Neue* para texto corrido, en 11 puntos.
para títulos en *Caviar Dreams*, en 22 puntos y subtítulos en 11 puntos



El libro *Sistemas de Innovación como Sistemas Complejos* consiste en un análisis exhaustivo de la literatura relacionada con los sistemas de innovación, empleando como marco de referencia los sistemas nacionales, regionales y sectoriales, para comprender los mismos desde el fundamento epistemológico y luego como sistemas complejos, ya que tienen diversas características como la auto-organización, la no linealidad, entre otros. En conclusión, la presente obra expone las variables que interactúan en las dinámicas que hacen parte de la construcción colectiva de los sistemas de innovación, brindando la posibilidad de comprender que estos no responden a fenómenos tradicionales o lineales, y que dado su nivel de relacionamiento, un Sistema de Innovación se comporta exactamente como un Sistema Complejo.

The present work consists of a deep analysis of the innovation systems related literature for which the national, regional and sector systems frame is used in order to comprehend them from the epistemological point of view and also as complex systems, since they have different characteristics, namely self-organization, non-linearity, etc. In other words, this work sets forth the variables that are present in the dynamics involved in the group construction of innovation systems. By doing so this work helps the reader to understand that these systems are not an answer to traditional or lineal phenomena, and that given their relationship, an Innovation system behaves exactly the same as a Complex system does.