

Conceptos, actores y atributos de los sistemas regionales de Innovación: Una revisión desde la literatura

**Concepts, actors, and attributes of regional innovation systems:
a literature review**

**Conceitos, atores e atributos dos Sistemas Regionais
de Inovação: Uma revisão desde a literatura**

DOI: rces.v24n35.a10

Recibido: 10/09/2015

Aceptado: 28/11/2015

Julián Alberto Uribe Gómez

Grupo de Investigación en Gestión de la Tecnología y la Innovación, Escuela de Ingenierías, Universidad Pontificia Bolivariana, Circular 1, Av 73-76, B22B-piso 2, Medellín, Colombia. Correo electrónico: julian.uribego@upb.edu.co.

Diana Patricia Giraldo Ramírez

Grupo de Investigación en Gestión de la Tecnología y la Innovación, Escuela de Ingenierías, Universidad Pontificia Bolivariana, Circular 1, Av 73-76, B22B-piso 2, Medellín, Colombia. Correo electrónico: dianap.giraldo@upb.edu.co.

Santiago Quintero Ramírez

Grupo de Investigación en Gestión de la Tecnología y la Innovación, Escuela de Ingenierías, Universidad Pontificia Bolivariana, Circular 1, Av 73-76, B22B-piso 2, Medellín, Colombia. Correo electrónico: santiago.quintero@upb.edu.co.

Conceptos, actores y atributos de los sistemas regionales de innovación: una revisión desde la literatura

Palabras clave

Sistema regional de innovación, interacción, simulación, modelación basada en agentes.

Resumen

La innovación y sus sistemas de conocimiento son un fenómeno complejo, pues estos, de manera general, interactúan mediante actores para crear el Sistema Regional de Innovación, que en el sentido más estricto resultan ser las organizaciones que producen y transforman el conocimiento; sin embargo, por su característica compleja los actores también pueden ser clasificados en económicos, sociales, públicos y privados. En vista de que estos actores interactúan de forma diversa, continua y cooperativa, se hace necesario construir un marco teórico apropiado para estudiar este fenómeno emergente, por medio de una revisión bibliográfica como herramienta de análisis para determinar cuáles serían las estructuras y las dinámicas con base en su flujo de conocimiento.

Clasificación JEL: C63, C67, D22, D83, O31

Concepts, actors, and attributes of regional innovation systems: a literature review

Key Words

Regional innovation system, Interaction, simulation, agent-based simulation.

Abstract

Innovation and its knowledge systems are a complex phenomenon where these interact through agents to create regional innovation systems, which are clusters of organizations that produce and transform knowledge. However, due to the complex characteristics of these agents, they could be classified as social, economic, public, and private. Since these agents interact in different, continuous, and cooperative ways, it is important to develop a proper theoretical framework for studying this emergent phenomenon through bibliographic review as an analytical tool.

Conceitos, atores e atributos dos Sistemas Regionais de Inovação: Uma revisão desde a literatura

Palavras-chave

Sistema regional de inovação, interação, simulação, modelação baseada em atores.

Resumo

A inovação e seus sistemas de conhecimento, são um fenômeno complexo onde estes numa forma geral interagem mediante atores para criar o Sistema Regional de Inovação, os quais no sentido mais estrito da palavra resultam ser as organizações que produzem e transformam o conhecimento; Embora por sua característica complexa os atores podem ser também classificados em econômicos, sociais, públicos e privados. Em vista de que estes atores interagem de forma diversa, contínua e cooperativa, se faz necessário construir um marco teórico apropriado para estudar este fenômeno emergente, por meio da revisão bibliográfica como ferramenta de análise para estudar quais seriam as estruturas e as dinâmicas com base no seu fluxo de conhecimento.

Introducción

Debido a que el Sistema Regional de Innovación (en lo sucesivo, SRI) es considerado un fenómeno complejo, y dada la interacción de numerosos actores y que el concepto asociado a la innovación resulta aún limitado para la comprensión de este sistema, se considera que es necesario realizar una aproximación por medio de los conceptos teóricos presentados en la literatura científica para entender cómo se presentan la interacción y la cooperación de los actores y cómo las diferentes acciones combinadas o los patrones producen sucesos innovadores de impacto regional.

Por lo tanto, este artículo propone presentar desde la concepción teórica una revisión que permita conocer las dinámicas de desempeño de los factores clave de un SRI.

Para cumplir este objetivo, se busca abordar un conocimiento y una caracterización de los SRI, identificando así los factores y las variables que generan fenómenos emergentes, con lo cual se permitirá identificar las relaciones teorizadas que mejorarían el desempeño del sistema.

Conceptualización de los sistemas regionales de innovación

El SRI no es un concepto nuevo, y ha sido estudiado por un número considerable de autores, comenzando por Cooke, quien lo define como aquel entramado constituido por "subsistemas de generación y explotación de conocimiento que interactúan y se encuentran vinculados a otros sistemas regionales, nacionales y globales, para la comercialización de

nuevo conocimiento" (Cooke, 1994, p.3). Sin embargo, dicho concepto se derivó de los estudios de Freeman y Lundvall, que en 1987 y 1988 respectivamente fundaron el concepto de *sistema nacional de innovación*, que fue rápidamente aceptado porque explica cómo las empresas transforman y absorben conocimiento por medio de sus capacidades innovadoras, a través del entorno en el cual se encuentran inmersas (Lundvall, 1995).

Los sistemas de innovación pueden ser definidos de varias formas y pueden ser nacionales, regionales, sectoriales o tecnológicos. Por lo tanto, en la literatura se reconocen cuatro conceptualizaciones de sistemas de innovación (Iandoli, Palumbo, Ponsiglione, Tortora y Zollo, 2012):

- Los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI)
- Los Sistemas Regionales de Innovación (SRI)
- Los Sistemas Sectoriales de Innovación (SSI)
- Los Sistemas Tecnológicos (ST)

Sin embargo, es importante aclarar la pregunta ¿qué es un sistema? Los ingenieros de sistemas lo definen como un conjunto de componentes interrelacionados que trabajan para lograr un objetivo en común, por lo tanto están constituidos por componentes, relaciones y atributos (Carlsson, Jacobsson, Holmén, y Rickne, 2002). Todos los sistemas de innovación involucran y tienen como función específica permitir la generación, la difusión y el uso del conocimiento y la tecnología, entendidos como artefactos físicos o como el *know-how* técnico con algún valor económico. Por lo tanto un SRI consiste en una mezcla de componentes y relaciones con características y atributos, cuyas características son denominadas *capacidades* o *competencias económicas* (Carlsson *et al.*, 2002).

Los sistemas de innovación también deben ser vistos desde diferentes dimensiones, una de estas es la física o geográfica (Carlsson *et al.*, 2002), que determina

los límites geográficos del sistema, también ayuda a definir el concepto de *región*, entendido como un arreglo de redes de innovación e instituciones geográficamente definidas y soportado administrativamente (Uyarra, 2009) con base en una alta interacción de empresas regionales y salidas de innovación (Doloreux y Parto, 2005).

Por otro lado, el acercamiento a los sistemas de innovación es criticado por sus vagos conceptos y sus límites difusos. Lo anterior trae dificultades en la recolección de datos y medidas para la construcción de conceptos teóricos, lo que significa que en teoría los sistemas de innovación están basados en estudios empíricos (Li, 2009).

Ahora bien, complementando la definición propuesta por Cooke (1992), diversos autores han brindado sus propias definiciones de lo que es un SRI, esto implica que el concepto de SRI no tiene definiciones generalmente aceptadas (Doloreux y Parto, 2005), pero es típicamente entendido como un arreglo o conjunto de intereses públicos o privados, instituciones y otras organizaciones que funcionan de acuerdo a relaciones que conducen a la generación, al uso y la diseminación del conocimiento (Doloreux y Parto, 2005). Siguiendo a Asheim e Isaksen, un SRI puede ser definido como el lugar donde las comunicaciones entre empresas, las estructuras sociales y el ambiente institucional pueden estimular socialmente y territorialmente el aprendizaje colectivo y la innovación (Pyka y Scharnhorst, 2009).

Otras definiciones implican descripciones normativas de cómo se captura el desarrollo tecnológico en un territorio (Doloreux y Parto, 2005) donde se conjugan los sistemas de producción y las instituciones (Doloreux, 2002). Las descripciones normativas pueden ser todo el conjunto de relaciones económicas, políticas e institucionales que se dan en un área geográfica

que genera procesos de aprendizaje que elevan la producción, la diseminación y el uso del conocimiento (landoli *et al.*, 2012).

Finalmente Doloreux (2003) presenta una definición más precisa y completa de lo que podría ser definido como SRI. Según el autor, esta hace referencia a las concentraciones espaciales de empresas y organismos públicos y semipúblicos, como las universidades, los institutos de investigación, las agencias de transferencia, los organismos gubernamentales, entre otros, que producen innovación sobre la base de interacciones y del aprendizaje colectivo a través de prácticas institucionales comunes.

Finalmente, basta con concluir que desde 1990 hasta nuestros días el concepto de SRI ha ganado importancia y especial atención sobre todo para los investigadores académicos y los gestores de políticas, porque se estudia el proceso y el marco analítico para entender cómo se genera el proceso de innovación en las economías de las regiones (Doloreux y Parto, 2005).

Los actores y atributos en los SRI

Para que el SRI funcione adecuadamente se requieren componentes operativos que interactúen, los cuales pueden ser muy variados, como instituciones, empresas, bancos, universidades, institutos de investigación, agencias de políticas públicas, etc. (Carlsson *et al.*, 2002). Este extenso conjunto de componentes se denominan actores, y su distribución y su clasificación dentro de los SRI han sido estudiadas extensivamente; es así como Doloreux (2002) sugiere que los actores presentes en el SRI son cuatro:

- Las empresas
- Las instituciones
- La infraestructura de conocimiento
- La política orientada a la innovación regional

Según la comunidad de Madrid (Buesa *et al.*, 2011), el SRI puede ser agrupado de acuerdo a la clasificación presentada en la ilustración 1:

Los actores para este sistema son los siguientes:

- Las empresas, relaciones interempresariales y estructuras del mercado.
- La infraestructura pública y privada de soporte a la innovación.
- Las actuaciones públicas en relación con la innovación y el desarrollo tecnológico.
- El entorno global.

A pesar de las similitudes y las diferencias entre ambos enfoques, es necesario aclarar que los actores del sistema pueden ser diferentes según el contexto al cual pertenezcan o según la región donde se encuentren (Acevedo, 2009) current state and prospects of the concept of regional innovation system (RIS. Finalmente, el sistema puede ser simplificado como en la ilustración 2 (tomada de landoli *et al.*, 2012), adaptado de Schwandt (1997) y descrito de la siguiente manera:

- Los productores del conocimiento, que son el conjunto de universidades, centros de investigación, laboratorios públicos y privados, exploran los límites del conocimiento producido, para generar nuevas ideas, nuevos métodos y nuevas técnicas, y se les denomina *exploradores*.
- Los productores son el conjunto de empresas, especialmente las pequeñas y las medianas, definidas en el SRI como *explotadores*, pues transforman el conocimiento en valor para el mercado.

- Los mediadores de la innovación, como las oficinas de alianza de las universidades, los parques tecnológicos, las incubadoras tecnológicas y las asociaciones de comercio, son definidos como *catalizadores* o *facilitadores* en el proceso complejo de transferencia, adaptación y utilización del conocimiento. Según Doutriaux (2003), las universidades deberían ser vistas con mayor precisión como "catalizadores" de la innovación tecnológica, estimulando y aumentando la producción y el flujo de conocimiento, que es una parte integral del proceso de innovación (Bramwell, Hepburn y Wolfe, 2012).
- Finalmente, el Gobierno es el que señala las políticas y guías de la región (Zollo, de Crescenzo y Ponsiglione, 2011).

Sternberg (2007) proporciona una visión en la que se puede apreciar cómo los diferentes actores que hacen parte del SRI se relacionan entre ellos, al igual que con otros SRI y con sistemas más amplios, como los SNI. Esto se puede ver en la ilustración 3.

Desde esta perspectiva se pueden apreciar solo tres actores fundamentales del sistema que interactúan con otros SRI; para este sistema son:

- Empresas innovadoras.
- Instituciones de I+D.
- Instituciones de educación superior.

Desde el contexto presentado por David Doloreux (2002) los atributos de los actores dentro del sistema son los siguientes:

Empresas:

- Actores generadores y difusores de conocimiento.
- Obligados a innovar para resistir la presión competitiva.

- Considerados como organizaciones de aprendizaje.

Instituciones:

- Actores de investigación.
- Influyen en la creación, el desarrollo, la transferencia y la utilización de tecnologías.
- Estimulan la innovación técnica.

Infraestructura del conocimiento:

- Actores encargados de producir, financiar, coordinar, supervisar y evaluar los esfuerzos de innovación.
- Estructuras de apoyo que promueven la difusión de la tecnología (parques científicos y tecnológicos).
- Actores de innovación y asesoramiento, apoyo técnico e informativo a las empresas.

Políticas orientadas a la innovación regional:

- Impactan a todo el sistema.
- Se encargan de aumentar la capacidad de aprendizaje y difusión del conocimiento a todo el sistema.
- Encargadas de mejorar la interacciones entre las empresas, instituciones e infraestructuras del conocimiento.

Los atributos son las propiedades y relaciones entre los componentes o actores (Carlsson *et al.*, 2002); las relaciones son definidas entonces como los vínculos entre cada uno de los componentes (Carlsson *et al.*, 2002); las relaciones en los sistemas de innovación tienen que ver principalmente con la transferencia de conocimientos y tecnología, los cuales tienen lugar en los mercados (Carlsson *et al.*, 2002). Dichas relaciones impulsan la cooperación entre empresas y organizaciones de conocimiento; esta cultura soportada en la innovación es la que permite al SRI evolucionar en el tiempo (Doloreux y Parto, 2005).

Propiedades, mecanismos y composición de un SRI

El contexto regional en el cual se mueven los sistemas de innovación provee una serie de reglas, convenciones y normas que prescriben los roles de los actores. Estas reglas que pueden ser de tipo económico o socioculturales facilitan las interacciones para la transmisión y el intercambio de información y conocimiento (Doloreux y Parto, 2005). La habilidad del sistema para generar, difundir e intercambiar información y conocimiento se puede evaluar mediante algunos indicadores; el más habitual es el indicador de patentes, que revela el volumen y la dirección de las capacidades tecnológicas. Podría decirse que la mejor medida de innovación está dada por el número de innovaciones que han sido comercializadas (Buesa, Heijs y Baumert, 2010). Otro indicador está relacionado con el número de ingenieros y científicos activos en los campos del conocimiento (Carlsson *et al.*, 2002); sin embargo, esto será discutido más adelante. Howells (citado por Lundvall, 1999) destaca las propiedades básicas de un SRI:

- La organización interna de las empresas.
- La relación entre las empresas.
- El papel del sector público.
- La puesta en marcha del sector financiero.
- La intensidad de la I+D.
- Las organizaciones de I+D.

Por su parte, Doloreux (2002) definió de la siguiente manera los mecanismos internos que componen un SRI:

- Aprendizaje interactivo: Relacionado estrechamente con la innovación, luego esto se puede entender como un proceso generador de aprendizaje y conocimiento entre actores; este proceso se puede entender como una red de co-

nocimiento donde pueden interactuar empresas e instituciones; esto, por lo tanto, puede llevar a pensar que se puede aplicar un enfoque de análisis de redes sociales a los SRI, generando así tres medidas (Pyka y Scharnhorst, 2009):

- La *multiplexidad*, que puede ser medida como el número de vínculos entre dos actores; por ejemplo si dos actores de un SRI son vinculados por la transferencia de conocimiento y si su transferencia es basada en una confianza mutua, entonces un vínculo refleja la transferencia de conocimiento y un segundo vínculo refleja la confianza.
 - El *valor del vínculo* es descrito por la frecuencia o la intensidad de la interacción entre actores.
 - Los *grados de libertad* miden el número de vínculos con los cuales un actor se conecta con otros.
- Producción de conocimiento: Este ítem se desarrolla en un ambiente menos organizado y se puede referir a compartir el conocimiento, que puede aparecer en forma tácita o codificada; en términos de la red de actores que integran el SRI, este conocimiento puede ser compartido más fácilmente si se tienen los mismos valores, fondo y comprensión de los problemas.
 - Proximidad: Según Pyka y Scharnhorst (2009), la proximidad regional es un recurso que promueve la generación y la difusión de conocimiento, al igual que un proceso de aprendizaje más rápido y una variable que incrementa la innovación. Para Cambridge, (1999) la proximidad geográfica tiene una influencia fundamental en cómo una empresa busca socios estratégicos en términos de investigación para identificar nuevos y más sofisticados componentes de equipos. También es importante resaltar que este factor no

solamente beneficia la reducción de la distancia física, el transporte asociado y los costos, sino que también facilita el intercambio de información, disminuye la incertidumbre, incrementa la frecuencia de los contactos interpersonales y por lo tanto una mayor distancia geográfica decrece la frecuencia de interacción entre actores del sistema de innovación (landoli *et al.*, 2012), también facilita la confianza, difundiendo valores comunes y creencias, y promoviendo el aprendizaje (Zollo *et al.*, 2011). En conclusión, se explica que el conocimiento y el intercambio tecnológico que se produce por la cercanía entre las instituciones resultan ser un factor de éxito para los SRI (Bramwell *et al.*, 2012). Por lo tanto, la innovación ocurre más fácilmente en situaciones de concentración geográfica y proximidad (Doloreux y Parto, 2005).

Finalmente, citando a Doloreux (2002) se puede decir que las aglomeraciones de empresas como los distritos industriales que comparten un común socioeconómico pueden ser beneficiosas para compartir conocimiento tácito, convirtiendo esta red en una forma de organización industrial.

- Arraigo social: Este mecanismo de los SRI se podría entender como un aspecto social y de naturaleza cultural. En este orden de ideas se concibe el arraigo como un actor con alto grado de valor social y cultural, que interactúa con otros actores para generar un aprendizaje colectivo.

Conclusiones y discusiones

Un SRI responde a una agrupación compleja y heterogénea de actores que, a través del tiempo, busca agrupaciones de otros actores para cooperar en el

sistema, aprendiendo mediante reglas de decisión a transformar este espacio. De esta forma se puede evidenciar que el SRI responde a las características de un Sistema Adaptativo Complejo, abarcando así la ciencia de la complejidad como medio para entender las comunidades inmersas en los diversos SRI.

Un SRI puede ser comprendido e ilustrado de diferentes modos, haciendo especial énfasis en elementos clave del sistema. Los conceptos varían a través del tiempo y principalmente dependen del contexto en el cual se encuentre inmerso el sistema de estudio.

Los mecanismos y las propiedades presentados en la literatura evidencian que un SRI puede ser entendido y modelado a través de diferentes paradigmas de simulación o mediante conceptos matemáticos como la teoría de grafos, debido principalmente a que un SRI puede ser entendido como una red de múltiples actores con un objetivo específico dirigido a incrementar la innovación.

Como trabajo futuro se recomienda realizar modelos de simulación que permitan conocer los fenómenos de adaptación y emergencia en los SRI como patrones de difusión del conocimiento, y sus procedimientos localizados de búsqueda y exploración en sus procesos de innovación.

Referencias

- Acevedo, C. A. (2009). Los clúster del sistema regional de innovación antioqueño: más debilidades que fortalezas en su desempeño. *Tecnológicas*, (23), 187-222.
- Archibugi, D., Howells, J., y Michie, J. (1999). *Innovation policy in a global economy*. Cambridge: Cambridge University Press. Recuperado de <http://assets.cambridge.org/97805216/33277/sample/9780521633277web.pdf>.
- Bramwell, A., Hepburn, N., y Wolfe, D. A. (2012). *Growing innovation ecosystems: University-industry knowledge transfer and regional economic development in Canada*. Recuperado de <http://sites.utoronto.ca/progris/presentations/pdfdoc/2012/Growing%20Innovation%20Ecosystems15MY12.pdf>.
- Buesa, M., Casado, M., Heijs, J., Gutiérrez, A., y Martínez, M. (2011). *El sistema regional de I+D+I de la Comunidad de Madrid*. Recuperado de www.madrimasd.org.
- Buesa, M., Heijs, J., y Baumert, T. (2010). The determinants of regional innovation in Europe: A combined factorial and regression knowledge production function approach. *Research Policy*, 39(6), 722-735. Doi:10.1016/j.respol.2010.02.016.
- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., y Rickne, A. (2002). Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research Policy*, 31, 233-245.
- Cooke, P. (2004) 'Introduction: regional innovation systems – an evolutionary approach', in Cooke, P., Heidenreich, M. and Braczyk, H. (Eds): *Regional Innovation Systems*, 2nd ed. Routledge, London.
- Doloreux, D. (2002). What we should know about regional systems of innovation. *Technology in Society*, 24(3), 243-263. Doi:10.1016/S0160-791X(02)00007-6.
- Doloreux, D. (2003). *Le système régional d'innovation dans la périphérie: observations, synthèse et interrogations*. Recuperado de http://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/publications/pdf/12-d-doloreuxet_s_dionne.pdf.
- Doloreux, D., y Parto, S. (2005). Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues. *Technology in Society*, 27(2), 133-153. Doi:10.1016/j.techsoc.2005.01.002.
- landoli, L., Palumbo, F., Ponsiglione, C., Tortora, C., y Zollo, G. (2012). *Prospettive e strumenti per lo sviluppo di sistemi regionali di innovazione auto-sostenibili*. Recuperado de <https://www.iris.unina.it/handle/11588/564867#.WHGdMlPhDcc>.
- Li, X. (2009). China's regional innovation capacity in transition: An empirical approach. *Research Policy*, 38(2), 338-357. Doi:10.1016/j.respol.2008.12.002.

- Lundvall, B.-Å. (1995). National Systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning. *Research Policy*, 24(2).
- Pyka, A., y Scharnhorst, A. (2009). *Innovation Networks: new approaches in modelling and analyzing*. Berlín: Springer.
- Sternberg, R. (2007). Entrepreneurship, proximity and regional innovation systems. *Tijdschrift Voor Economische en Sociale Geografie*, 98(5), 652-666. Doi:10.1111/j.1467-9663.2007.00431.x.
- Uyarra, E. (2009). What is evolutionary about "regional systems of innovation"? Implications for regional policy. *Journal of Evolutionary Economics*, 20(1), 115-137. Doi:10.1007/s00191-009-0135-y.
- Zollo, G., de Crescenzo, E., y Ponsiglione, C. (2011). A gap analysis of regional innovation systems (RIS) with medium-low innovative capabilities: the case of campania region (Italy). Recuperado de https://issuu.com/campania-innovazione-spa/docs/esu_a_gap_analisis.