

Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2024,
Volumen 8, Número 1.

DOI de la Revista: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1

**DISEÑO DE SISTEMAS DE INNOVACIÓN
ORIENTADOS A LA SOSTENIBILIDAD A PARTIR
DE SISTEMAS COMPLEJOS ADAPTATIVOS**

**DESIGN OF INNOVATION SYSTEMS AIMED AT
SUSTAINABILITY BASED ON COMPLEX ADAPTIVE SYSTEMS**

Carlos Humberto Contreras Ferrer

Fundación ALUNA: Ciencia y Tecnología para el Planeta, Colombia

Rodrigo Arce Rojas

Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10081

Diseño de Sistemas de Innovación Orientados a la Sostenibilidad a Partir de Sistemas Complejos Adaptativos

Carlos Humberto Contreras Ferrer¹

carlos.contreras@oruga.com.co

<https://orcid.org/0009-0002-7473-6283>

Fundación ALUNA:

Ciencia y Tecnología para el Planeta

Bucaramanga, Colombia

Rodrigo Arce Rojas

rarcerojas@yahoo.es

<https://orcid.org/0000-0003-0007-7174>

Universidad Ricardo Palma

Lima - Perú

RESUMEN

Esta investigación apunta a la concepción de un sistema de innovación orientado a la sostenibilidad a partir de sistemas complejos adaptativos. Su razón de ser se basa en que el enfoque actual de los sistemas de innovación es el de competitividad. No obstante, las condiciones actuales del planeta requieren que se haga una mirada diferente, es decir, sostenibilidad. Se realiza una revisión de literatura de diversas estructuras y componentes de sistemas de innovación y de requerimientos para avanzar en sostenibilidad. A partir del cruce de literatura, entrevistas y encuestas con actores sociales, se identifican funciones que deben existir. El resultado obtenido es una propuesta conceptual de un sistema de innovación con el enfoque de sostenibilidad. Esta se plantea a partir de funciones básicas, especializadas y complementarias. En su construcción se concluye que el concepto de “hábitat” es determinante para permitir la existencia de condiciones de emergencia y auto-aprendizaje del sistema de innovación. En complemento, las funciones “desarrollo y articulación de políticas públicas para la sostenibilidad” y “formación y sensibilización para la sostenibilidad” se presentan como las de mayor influencia en el sistema diseñado.

Palabras claves: sistema de innovación, sistema complejo adaptativo, sostenibilidad

¹ Autor Principal.

Correspondencia: Contreras.ferrer.carlos@gmail.com

Design of Innovation Systems Aimed at Sustainability Based on Complex Adaptive Systems

ABSTRACT

This research aims to design an innovation system that is oriented towards sustainability from the lens of complex adaptive systems. Its reason for being is because we have been talking about innovation systems, with a focus on competitiveness. However, the current conditions of the planet require a different look, that is, sustainability. A literature review of various structures and components of innovation systems and requirements to advance sustainability is carried out. From this cross-section of literature and interviews and surveys with diverse social actors, functions that must exist are identified. The result obtained is a conceptual proposal of an innovation system with a sustainability approach. This is based on basic, specialized, and complementary functions. In its construction, it is concluded that the concept of “habitat” is decisive in allowing the existence of emergency conditions and self-learning of the innovation system. In addition, the functions “development and articulation of public policies for sustainability” and “training and awareness for sustainability” are presented as those with the greatest influence in the designed system.

Keywords: innovation system, complex adaptive system, sustainability

*Artículo recibido 29 diciembre 2023
Aceptado para publicación: 30 enero 2024*



INTRODUCCIÓN

La innovación y el desarrollo sostenible son temas que toman protagonismo en la agenda internacional. Dentro de este marco, se ha establecido el requerimiento de mejorar las prácticas de producción y consumo, y así disminuir el impacto que las industrias tienen en el medio ambiente (Naciones Unidas, 2015). Este interés proviene del llamado de diversos sectores sociales, en donde son palpables las consecuencias ambientales de un uso desmedido de los recursos. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2018).

Ante esta necesidad de tener nuevos criterios de producción y hábitos de consumo, también se requieren nuevos conceptos y estructuras sociales de respaldo. En esta intencionalidad, el concepto de sistemas de innovación ha de revisarse y profundizarse. Para avanzar en esta vía la pregunta esencial a responder es *¿cuál debe ser la estructura de un sistema de innovación que apunte hacia la sostenibilidad?*

Para encontrar respuestas, se decide observar los sistemas de innovación desde el enfoque de “sistemas complejos adaptativos”, lo cual permite abarcar un amplio número de interacciones y dinámicas, identificando factores de autorregulación y adaptación sostenibles en el tiempo.

Teniendo en cuenta lo expuesto, el objetivo de este artículo es presentar el diseño conceptual un sistema de innovación, no desde sus orígenes basados en la competitividad, sino desde la intencionalidad de contribuir a la sostenibilidad. Este cambio de paradigma requiere de una mirada diferente y para hacerlo, se usa como marco conceptual la complejidad y más específicamente los sistemas complejos adaptativos, desde el cual se podrán identificar “funciones relevantes” de un sistema de innovación orientado a la sostenibilidad. Para la presentación de este modelo, primero se expone una visión de sostenibilidad que sirve de orientación para el enfoque del sistema. Hecho esto, se comparte un concepto general de “sistema complejo adaptativo”. Desde allí se plantean las funciones a realizar por el sistema usando una clasificación que presenta tres ramas: a) “funciones básicas”, atribuibles a cualquier sistema de innovación e independiente del contexto territorial en donde cual este se desarrolle y b) “funciones especializadas para la sostenibilidad y c) funciones complementarias. Por último, se presentarán conclusiones en donde se hace visible la importancia del concepto de hábitat con el interés de que innovación y sostenibilidad sean compatibles.



METODOLOGÍA

El estudio se basa en un enfoque transdisciplinar respondiendo a que el objeto-sistema por analizar es complejo y resultado de la interacción de diversos actores sociales, los cuales traen percepciones de realidad diferentes que son importantes combinar. En este marco, se usa la aproximación conceptual de Max Neef (2004) quien contempla la transdisciplinariedad como la integración de varias disciplinas, la cual permite una mirada más completa de una realidad en la medida en que involucra una mirada empírica (lo que existe), una propositiva (lo que somos capaces de hacer), una normativa (lo que queremos hacer) y finalmente una valórica (lo que debemos hacer). Este concepto se complementa con Morin (2015) quien plantea la transdisciplinariedad como la generación de macro-conceptos que permitan la unión de realidades diferentes y quizás opuestas. Ahora, este abordaje transdisciplinar tiene requerimientos concretos, entre otros, los que se muestran a continuación:

Dentro de un contexto de una naturaleza más amplia, la realidad – que puede ser múltiple y se relaciona con la naturaleza – debe valorarse la articulación de tres elementos: el sujeto, el objeto y lo sagrado, que son las tres facetas de una sola y misma realidad (Nicolescu, 1994).

Desde la óptica de Sotolongo y Delgado (2006), se exige la presencia de un “diálogo” entre los saberes que giren alrededor de una realidad. Para lograrlo, se deben trazar “puentes” conceptuales, metódicos y/o metodológicos entre los saberes “dialogantes”.

Lanz (2010), sugiere que la interdisciplinariedad requiere verse como una nueva forma de búsqueda o producción de conocimiento, que puede ir desde un auténtico diálogo de saberes, pasando por la elaboración de nuevos instrumentales metódicos, hasta la instauración de modalidades inéditas de gestión del conocimiento sobre la realidad en análisis.

Es Motta (2002) quien se refiere a los requerimientos desde el lenguaje en procura de la transdisciplinariedad. Esto lo lleva a requerir una triple ruptura del lenguaje actual de la siguiente manera: a) ruptura con la escala convencional de lo real; b) ruptura con el lenguaje estereotipado, y c) ruptura con un modo de vida convencional que en su comodidad lleva a ver difícil la construcción de un nuevo lenguaje a nivel transdisciplinario.

Bajo este marco, la investigación adopta un esquema mixto cualitativo – cuantitativo que se resume así: investigación básica con fuente de información documental y de campo. El lugar de la investigación es



in-situ y el control de sobre las variables es no experimental. El tiempo de observación de las variables es transversal y el alcance de la investigación es descriptivo

Lo anterior se organizó en las siguientes fases: a) construcción de un lenguaje común que permita el dialogo de saberes, b) análisis de información de la evolución de conceptos claves, c) análisis de información con actores sociales del sistema de innovación, d) conceptualización inicial de sistema de innovación hacia la sostenibilidad, e) consolidación de los elementos claves de un sistema de innovación y f) validación del modelo conceptual de sistema de innovación.

Para la consulta de literatura los resultados obtenidos son producto de un análisis de información a partir del lente de “sistemas complejos adaptativos”. En complemento, se hace una revisión descriptiva en donde de conceptos en dos áreas que se convierten en los pilares de la reflexión y en donde cada uno se mantiene en continua evolución: sostenibilidad, sistemas de innovación. Para hacerlo, se hace una búsqueda de artículos a partir de las siguientes ecuaciones de búsqueda:

- 1) TITLE-ABS-KEY (“innovation systems” AND “sustainability”).
- 2) TITLE-ABS-KEY (“innovation systems” AND “complex adaptive systems" AND "sustainability")

Esta búsqueda se realiza en Scopus, Web of Science y Sci-ence Direct concentrándose en el período 2005-2022, y dando prioridad a artículos de los últimos cinco (5) años. La búsqueda dejó un total de 134 artículos que sirvieron de base para el análisis realizado. Sobre los artículos encontrados se hace una selección a partir del criterio “concepción de sistema” el cual hace referencia a la posibilidad de encontrar componentes y funciones concretas relacionadas con el fortalecimiento de dinámicas innovadoras ya fuera para la sostenibilidad o para la competitividad. En complemento se tiene en cuenta el criterio “concepción de sostenibilidad” que permite dar prioridad a funciones en procura del desarrollo sostenible. De esta selección se toma un total de 48 artículos que presentaban funciones de un sistema de innovación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo y el papel de la innovación

Se ha entendido que la sociedad debe generar condiciones favorables a las organizaciones, para que estas como agentes innovadoras se motiven y generen dinámicas permanentes de innovación, entendida esta última como un proceso en donde se aplica conocimiento con el fin de generar valor y en respuesta



al propósito existente (Corporación ENLACE, 2013). Todo lo anterior en la búsqueda del desarrollo, refiriéndose a este como “el progreso económico, social, político y cultural de una sociedad y en armonía con su entorno ambiental” (PNUD, 2016).

Ahora, para aproximar el concepto de innovación a una perspectiva sistémica, esta se puede plantear según Maldonado (2018) como el rasgo mediante el cual un sistema toma sus propias iniciativas y le plantea retos al entorno en general, dejando así, por lo menos de manera provisional, la reacción al entorno. Esto sugiere un replanteamiento del concepto de “sistemas de innovación” en la medida en que estas reacciones actuales son diferentes a las que se tenían en décadas anteriores, especialmente desde la óptica ambiental.

Bajo esta premisa se hace una exposición de cómo han ido evolucionando las articulaciones inter-institucionales en pro del uso de la innovación para el desarrollo. Para iniciar, hay que hacer referencia de Schumpeter (1934) quien señala que el desarrollo económico requiere de organizaciones productivas que se basen en el conocimiento. Lo anterior implica que las innovaciones se convierten en el principal impulsor de la actividad empresarial.

En complemento, se ha consolidado un consenso en el que, independiente del nivel de innovación que pueda presentar una empresa, su éxito se basa no sólo en las condiciones sociológicas del emprendedor innovador, sino que, por el contrario, depende de condiciones de entorno tal como lo han señalado McClelland (1961), Evans y Jovanovic (1989), Colombo, Delmastro y Grilli (2004) y Koellinger, Minitti y Schade (2007), entre otros. Una explicación para requerir condiciones externas de soporte a la innovación es dada por Colwell y Narayanan (2010) quienes manifiestan que una empresa está en condiciones de desventaja en el momento inicial de competir en el mercado. Por esta razón se requiere que la sociedad adopte esquemas organizativos (que incluyen instituciones, reglas y elementos culturales) que les permitan a las organizaciones surgir. En el mismo sentido Baumol (1990) destaca que el entorno existente en las regiones da como resultado emprendimientos productivos o improductivos en la medida en que los potencia o los limita. Parker y Robson (2004), considerando clave la importancia de tener entornos adecuados, enfatizan en la necesidad de redes que soporten a los líderes de las organizaciones que actúan en solitario. Walrave, Talmar, Podoynitsyna, Romme y Verbong (2018) presentan el “ecosistema de innovación” como una red de actores interdependientes quienes



combinan recursos y capacidades especializadas para cocrear y entregar propuestas de valor. Sumado a lo anterior, Granstrand y Holgersson (2020) plantean un ecosistema de innovación incorporando no sólo actores sino también artefactos y actividades que mejoren las relaciones entre los participantes. Son Suominen, Seppänen y Dedehayir (2018) quienes recogen mediante un estudio bibliométrico las diferentes aproximaciones conceptuales desarrolladas, presentando dos aspectos importantes basados en las tendencias de agrupación en cuanto a los sistemas de innovación. La primera contempla la interacción de actores sociales (nacionales o regionales) y la segunda plantea que la agrupación se da más por la tecnología que agrega valor que por el tipo de actores sociales.

Como se puede observar, la definición de la forma en que se estructura el tejido social soporte a la innovación, aunque ha ido ganando diversidad con los años, responde a una óptica económica. Si bien lo anterior ha traído avances, la crisis ambiental y social del planeta requiere de una mirada diferente que incluya otras percepciones del mundo y, por lo tanto, funciones y relaciones diferentes al interior de la articulación social que soporta la innovación.

Para ilustrar de mejor manera lo que se plantea como crisis ambiental, Fatheuer (2014) la ubica a partir de la visión del “homo oeconomicus” o “imperialismo económico” basado en la concepción de la existencia de un hombre orientado al mayor éxito posible usando los recursos dados con el menor gasto o esfuerzo posible. Este planteamiento, entre otras expresiones, toma forma en el planteamiento realizado por Gligo et al. (2020), quienes en un estudio para América Latina exponen la encrucijada actual en términos de sostenibilidad que vive el planeta.

El concepto orientador de sostenibilidad

Cuando se piensa en sostenibilidad la aproximación más utilizada suele ser la acuñada en el Informe de la Comisión Brundtland, en donde se define como “el desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades” (Asamblea de las Naciones Unidas, 1987, p. 23). Aunque es una definición comúnmente utilizada, para efectos de encontrar funciones de un sistema de innovación, esta no plantea elementos concretos que lo hagan posible.

Rodríguez (2009, p.24) plantea una definición que ofrece aspectos concretos en el momento de orientar un sistema de innovación. Él plantea la sostenibilidad como “el mantenimiento de la capacidad de carga



de los ecos y geosistemas, o sea, la capacidad de la naturaleza para absorber y recuperarse de las agresiones antrópicas, y de soportar una capacidad productiva acorde con su aptitud natural”. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede plantear una aproximación sistémica de desarrollo sostenible, que considerando lo dicho, pero que con una visión multidimensional, permita poner en el centro el concepto de sostenibilidad como foco de los sistemas de innovación. Para lo anterior, se toma como concepto de sostenibilidad el siguiente.

...lograr un equilibrio dinámico en el proceso de interacción entre una población y la capacidad de carga del entorno, en el que la población se desarrolla para expresar su máximo potencial sin producir efectos adversos e irreversibles sobre la capacidad de carga del entorno del cual depende. (Ben-Eli, 2015, p.3)

Esta definición brinda elementos para identificar funciones y actores más claros, ya que las interacciones se basan en un equilibrio en el presente entre sociedad y ambiente, y este puede ser sostenido en el tiempo.

El concepto orientador de sistema complejo adaptativo

La complejidad puede ser entendida como un método, una cosmovisión y una ciencia, cada una de estas interpretaciones acarrea una vasta interpretación epistemológica y filosófica de la conceptualización y desarrollo de la complejidad (Rodríguez & Aguirre, 2011). Para efectos de la investigación, se hace una mirada desde el pensamiento complejo en donde la complejidad se plantea como ciencia y método (Maldonado, 2007), más allá de la complejidad como marco filosófico de análisis sugerido por Edgar Morin. Lo anterior con el fin de encontrar elementos concretos que permitan conceptualizar los sistemas de innovación y especialmente, como lo plantea Maldonado (2014), con una filosofía del tiempo (pensando en futuro) y considerando una filosofía social, cultural y política.

Partiendo de esta aproximación, es importante usar el concepto de sistemas complejos adaptativos para explicar y comprender cómo diversos agentes, realizando diferentes funciones, se combinan colectivamente para formar propiedades emergentes a nivel global. Para esto, Castillo y Velázquez (2015) exponen que el enfoque de sistemas complejos adaptativos asume que los sistemas sociales y sistemas ecológicos son interdependientes y no lineales, con realimentaciones en diferentes niveles que permiten al sistema auto-organizarse. Para identificar un sistema como complejo adaptativo, Carmichael y Hadžikadić (2019), señalan tres propiedades claves frente al comportamiento de los

elementos en el sistema: i) las interacciones que se presentan deben tener realimentación, ii) se deben demostrar propiedades de auto-organización y iii) el sistema debe producir dinámicas no lineales de comportamiento.

El concepto orientador de sistema de innovación

En términos generales un sistema puede ser entendido como la interacción entre componentes funcionando hacia un objetivo común y es posible debido a las funciones que ejercen los actores involucrados (Carlsson & Stankiewicz, 1991). Teniendo esto en cuenta, es fácil encontrar diversidad de aproximaciones que dan claridad sobre los sistemas de innovación, pero así mismo, también deja ver la diversidad que existe en este concepto.

Jacobides, Cennamo y Gawer (2018) distinguen tres tipos de sistemas aplicables al desarrollo de los sectores productivos: i) *Empresariales* (visión unitaria de empresa); ii) *De Plataforma*, (integra actores en una plataforma y iii) *De Innovación* (articulación para la generación de valor buscando nuevos productos o servicios para la sociedad). Esto permite una mirada desde el enfoque de sistema dinámico y adaptativo acorde a Boyer (2020). Desde aquí, se pueden concebir relaciones complejas (formales, informales, orgánicas o institucionales) entre un conjunto heterogéneo de actores, realizando distintas actividades, desempeñando diferentes roles y teniendo diversas motivaciones y capacidades.

Se comprende entonces que los sistemas de innovación pueden concebirse como el conjunto evolutivo de actores, actividades y artefactos, y las instituciones y relaciones, incluyendo relaciones colaborativas y/o competitivas (Granstranda y Holgersson, 2020). Su estructura puede cambiar depende de diversos factores. Así lo plantean Días, De Souza y Moreira (2020) quienes indican que la estructura depende del ciclo de vida del sistema (nacimiento, expansión, maduración, autorenovación), del nivel de amplitud (macroscópico, medio, microscópico y otros niveles), y del nivel de capas del sistema (núcleo-periferia, triple capa, núcleo periferia de triple capa).

Por todo lo anterior, un sistema de innovación se comporta como un sistema complejo adaptativo, tal como lo sugiere Jucevičius y Grumadaite (2014), quienes exponen ocho elementos para considerarlos de esta manera: a) su interacción se basa en la autoorganización; b) las respuestas al entorno surgen de una interacción espontánea, c) se equilibran en el “borde del caos”, d) son altamente adaptables para seguir siendo vitales, e) no puede explicarse en simples procesos de entrada-salida, f) el sistema se

vuelve difícilmente predecible, g) las intervenciones importantes pueden fallar, mientras que los cambios menores pueden causar grandes resultados, y h) se caracterizan por interacciones localizadas entre una gran cantidad y diversidad de agentes.

Funciones básicas de un sistema de innovación

Conceptualizado la estructura general de un sistema de innovación, es importante plantear las funciones que estos tienen para alcanzar los resultados esperados. Dentro de este contexto, se hace un planteamiento de “funciones básicas”, que le corresponden a cualquier sistema de innovación independiente del enfoque y “funciones especializadas” relacionadas con la intencionalidad de contribuir al desarrollo sostenible. A continuación, se exponen las funciones básicas y posteriormente las funciones especializadas.

La Tabla 1 señala las funciones según Bergek, Hekkert y Jacobsson (2008).

Tabla 1. Funciones básicas de un sistema de innovación

Función	Descripción
Desarrollo y Difusión de Conocimiento	Generación y transferencia de conocimiento de diverso tipo que sirve de insumo para las innovaciones
Orientación de los procesos de investigación	Establecimiento de estrategias conjuntas en una región que motivan o presionan el desarrollo de determinados caminos tecnológicos
Experimentación a nivel de emprendimientos	Prueba permanente y revisión de resultados de nuevas tecnologías
Formación de mercados	Desarrollo permanente de estándares, conocimiento y motivación y otros aspectos para generar una base de usuarios de las innovaciones
Legitimización de dinámica emprendedora	Establecimiento de condiciones de aceptabilidad por parte de actores sociales que pueden influir en la consolidación del nuevo sector (políticas, normativas...)
Movilización de recursos hacia los emprendimientos innovadores	Generación o fortalecimiento de recursos humanos, económicos, infraestructura u otros que consoliden capacidades de innovación
Desarrollo de Externalidades Positivas	Desarrollo de condiciones regionales que motiven ya sea a actores internos o externos a ser parte activa como empresas o clientes del sector en formación

Fuente: Bergek *et al.* (2008).

En complemento a estas funciones, Bergek *et al.* (2008) también plantean otra función definida como “identificación de actores” que apunta a entender a los actores como entidades distribuidas global,

regional y localmente, que se relacionan de forma dinámica, colaborativa y competitiva, ya que no están bajo una única organización, pero comparten objetivos en común, lo que implica el flujo de información, dinero y servicios en el sistema (Konietzko, Bocken y Hultink, 2020).

Funciones especializadas de un sistema de innovación para la sostenibilidad

Las distintas funciones descritas anteriormente son básicas en cualquier sistema de innovación, sin embargo, pueden presentar limitaciones en el momento de enfocarse hacia la sostenibilidad. Esto sugiere la necesidad de agregar nuevas funciones que se complementen con las funciones previamente identificadas. A continuación, se muestran las funciones identificadas en la revisión de literatura.

Elaboración de políticas holísticas. La sostenibilidad debe partir de una visión holística, implicando el entendimiento que los fenómenos del universo están intrínsecamente relacionados en diversos niveles (Milbrath, 1996). Un enfoque de políticas más holístico emplea un conjunto más amplio de instrumentos de política que, entre otras cosas, tiene en cuenta más adecuadamente el papel crucial de la demanda de innovación tal y como lo plantean Edler y Georghiou (2007), Boon y Edler (2018) y Fagerberg (2018).

Capacidad de análisis en prospectiva y retrospectiva. Las características de autoorganización y autoconocimiento son claves para comprender la función retrospectiva y prospectiva dentro de un sistema de innovación enfocado en la sostenibilidad. Raworth (2018) señala que, un ejercicio de prospectiva permite diagnosticar debilidades y vacíos en el transcurso de etapas de la innovación a desarrollar, y así tomar acción promoviendo la interacción entre tomadores de decisión. Pombo-Juárez *et al.* (2017) establecen que, el ejercicio prospectivo contribuye a la gobernanza de los ecosistemas de innovación a través de su énfasis en la exploración de desarrollos a largo plazo (que a menudo trascienden las diferencias inmediatas de punto de vista) y en la formulación de visiones comunes, que indican acciones de innovaciones conjuntas en múltiples capas de ecosistema. Por otra parte, el ejercicio de retrospectiva está basado en una práctica de reflexión para aprender y mejorar. Es decir, en su forma más instrumental, el análisis en retrospectiva, según Weber y Rohrer (2012, p. 1044) “le da la habilidad a un sistema, de monitorear, anticipar, e involucrar actores en procesos de auto- gobernanza”.

Fortalecimiento de interconexión (intermediarios). Kivimaa, Boon y Klerkx (2019) plantean a los intermediarios como actores claves dentro de un sistema de innovación. Estos intermediarios traen consigo abundantes recursos relacionados con la innovación (Su, Zheng y Chen, 2018). En este contexto

Van Lente, Hekkert, Smits y Van Waveren (2003) distinguen tres tipos de intermediarios: Intermediarios duros (organizaciones de investigación y tecnología, que se dedican a la transferencia de conocimientos técnicos y transferencia de tecnología), Intermediarios blandos, (organizaciones que se orientan a la generación de capacidades, recursos humanos o aprendizaje desde una perspectiva de innovación empresarial) e Intermediarios sistémicos (actores más estratégicos, intermediando a múltiples actores, organizando el discurso y creando condiciones para el aprendizaje) (Klerkx y Leeuwis, 2009). Dentro de esta categoría también se agrupan intermediarios de transición, aquellos actores y plataformas que influyen positivamente en los procesos de transición sostenible al vincular actores y actividades.

Fortalecimiento de las visiones locales. La creación de sistemas de innovación en ambientes competitivos suele ser impulsada desde sectores oficiales y/o empresas tomadoras de decisión, imponiendo una visión sobre los consumidores y realidades locales. Esta tendencia termina obviando la visión de las localidades y genera una desconexión que limita el progreso de nuevas visiones y formas de resolver problemas. De forma contraria, los sistemas de innovación hacia la sostenibilidad deben lograr una cercanía mayor a los actores locales, ya que es común que existan iniciativas de sostenibilidad arraigadas en contextos geográficos, culturas y políticas impulsadas por ciudadanos o empresarios comprometidos (Hekkert, Janssen, Wesseling y Negro, 2020). Weber y Rohracher (2012) establecen la necesidad no sólo de generar innovaciones de la manera más eficiente posible, sino también de contribuir hacia una dirección particular de cambio transformador. Esta dirección se define por la identificación de los principales problemas o desafíos sociales para ser atendidos desde la innovación. En este sentido Loorbach, Wittmayer, Avelino, Won Wirth y Franzeskaki (2020) señalan que, al profundizar en las prácticas y condiciones locales, se puede alcanzar un mayor cambio transformador que luego abandone lo local y se proyecte a lo global.

Monitoreo de recursos ambientales y flujos de energía asociados a las innovaciones. Esta función guarda una relación cercana con los procesos de introspección, en la medida en que se alimenta de datos internos del sistema. Con esta información es posible avanzar en innovaciones y establecer metas que apunten a una disminución del consumo de recursos ambientales y energéticos.

Transformación de prácticas rutinarias de la sociedad. Desde la literatura, este componente de cambio de hábitos es descrito por Raworth (2018) desde el diseño regenerativo, en donde los humanos



deben adquirir una posición consciente y participativa en los procesos cíclicos de la vida en la tierra. Rodríguez (2009) agrega que estos cambios de comportamiento garantizan el factor evolutivo de los recursos, ya que se permiten la generación de transformaciones que asegura la permanencia en el tiempo de los recursos. Se requieren cambios a nivel de paradigmas, sentimientos, emociones, discursos y prácticas.

Funciones de un sistema de innovación según actores sociales

En paralelo a la estructuración de un marco conceptual sobre las funciones especializadas para la sostenibilidad de los sistemas, se realiza un análisis con actores sociales sobre lo que ellos consideran cuáles deben ser estas funciones. La tabla a continuación muestra el resumen de los resultados obtenidos mediante entrevista a 12 actores sociales, encuesta con 60 actores sociales y análisis estructural con 6 expertos.

La Tabla 2 muestra los resultados resaltando la clasificación de cada función

Tabla 2. Resumen de funciones especializadas de un sistema de innovación para la sostenibilidad

Nombre	Descripción	Tipo
Formación y sensibilización para la sostenibilidad	Brindar a la sociedad elementos actitudinales, conceptuales y procedimentales para entender la sostenibilidad	Poder (Especializada)
Establecimiento y articulación de políticas públicas para la sostenibilidad	Fortalecer y articular políticas públicas diversas que, en su conjunto, apalanquen la sostenibilidad	Conflicto (Especializada)
Fortalecimiento de visiones territoriales para contextualización de la pertinencia de innovaciones	Desarrollar programas que permitan una reflexión sobre las condiciones de desarrollo de un territorio específico y así evaluar la pertinencia de innovaciones concretas en dicho territorio	Salida (Complementaria)
Divulgación permanente de resultados sostenibles	Comunicar de resultados concretos de innovaciones orientadas hacia la sostenibilidad	Poder (Especializada)
Optimización metodológica del hacer innovador con criterios de sostenibilidad	Mejorar los procesos de creatividad e innovación que conducen al desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios, esto	Salida (Complementaria)

Nombre	Descripción	Tipo
	con el fin de que los resultados a obtener sean sostenibles	
Direccionamiento hacia la sostenibilidad de generadores de conocimiento	Establecer políticas e incentivos que permitan que centros de investigación, emprendedores o unidades de innovación de las empresas, apunten a la sostenibilidad	Salida (Complementaria)
Desarrollo normativo y restrictivo en pro de la sostenibilidad	Plantear normas que, a diferentes niveles, restrinjan el uso de productos, proceso o servicios que atenten contra la sostenibilidad	Autónoma (Complementaria)
Monitoreo de recursos ambientales y flujos de energía asociados a las innovaciones	Valorar permanente la magnitud en que una innovación dada compromete los recursos ambientales existentes o el uso de energía ya sea en su fabricación, uso o disposición final	Poder (Especializada)
Análisis y prospectiva sobre cambios del planeta desde la óptica de sostenibilidad	Valorar permanente las condiciones del planeta en términos de sostenibilidad y exposición de los requerimientos más importantes	Conflicto (Especializada)
Fortalecimiento de intermediarios que permitan la transferencia y desarrollo de innovaciones sostenibles	Crear y fortalecer instituciones que faciliten procesos de innovación sostenible ya sea orientando o articulando a los generadores de innovaciones	Autónoma (Complementaria)

Fuente: Elaboración Propia (2023)

Después de un análisis con los participantes en el proceso se obtienen las siguientes reflexiones:

- Se hace claridad de que el nombre final que se adopta para las funciones que están tanto en la literatura como propuestas por los actores sociales, es el consolidado dado por estos últimos,
- Es claro que hay funciones más relevantes que otras a partir del análisis de influencia y dependencia. A partir de lo anterior, se sugiere no eliminar ninguna función sino hacer una clasificación que permita hacer un posterior diseño. Las funciones ubicadas en las zonas de poder y conflicto (caracterizadas por ser de “alta influencia”) son “funciones especializadas” y las ubicadas en las zonas de autonomía y salida (baja influencia) se denominan “funciones complementarias”.
- Lo anterior lleva a tener funciones clasificadas así: funciones básicas, especializadas y complementarias.

- La condición del territorio que más influye en que la innovación impacte la sostenibilidad es “la cultura y los comportamientos cotidianos de los habitantes del territorio”.

A partir de la información se presenta el diseño conceptual de un sistema de innovación para la sostenibilidad usando el enfoque de “sistemas complejos adaptativos”.

Criterios de diseño del sistema de innovación orientado a la sostenibilidad

Uno de los planteamientos iniciales sobre sistemas complejos adaptativos es realizado por Holland (1992). Para hacerlo, el autor plantea inicialmente la característica de “complejo” centrándola en la existencia de diversidad y cantidad de agentes (componentes) que se integran en innumerables tipos de relaciones manteniendo su condición de “adaptativo” a partir de un comportamiento de agregación, evolución, y anticipación.

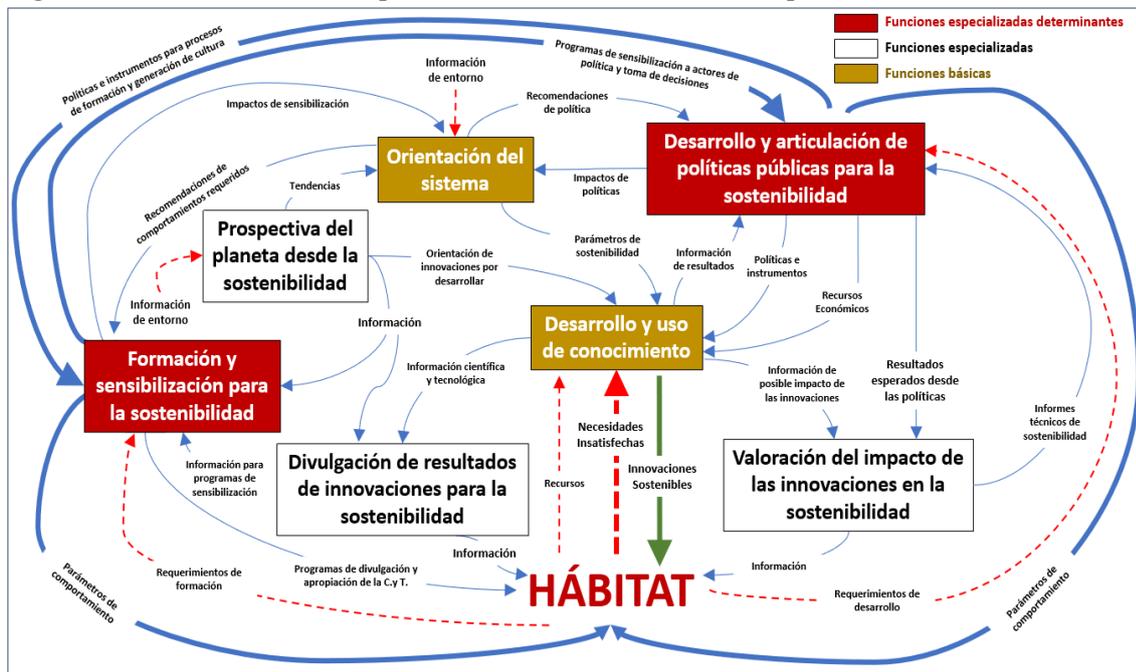
En respuesta a estos atributos, Castillo y Velázquez (2015) exponen que el enfoque de sistemas complejos adaptativos asume que los sistemas sociales son interdependientes y no lineales, con realimentaciones en diferentes niveles que permiten al sistema auto-organizarse, adaptarse continuamente y cambiar de manera impredecible. Son Carmichael y Hadžikadić (2019), quienes señalan tres propiedades claves del sistema, los cuales se deben ubicar dentro de unos límites establecidos: a) las interacciones que se presentan deben tener realimentación en más de un nivel de interacción, b) deben demostrar propiedades de auto-organización y regulación de sus procesos como sistema y c) el sistema debe producir dinámicas no lineales de comportamiento.

A partir de lo anterior, los aspectos a tener en cuenta son:

- El comportamiento agregado (¿para qué del sistema?) debe apuntar hacia la sostenibilidad.
- Se deben involucrar dentro del diseño del sistema los elementos que permitan el aprendizaje y la auto-organización de este y así abrir la posibilidad de “emergencias”, ya sean de funciones o relaciones.
- Los componentes del sistema deben ser las funciones identificadas, haciendo énfasis en las especializadas y buscando formas de incorporar las otras funciones básicas y complementarias.
- Condiciones de entorno tales como aspectos culturales, tensiones existentes, situaciones extremas y articulación con otros posibles sistemas han de plantearse.

Los elementos que se muestran a continuación son la profundización del diseño conceptual de un sistema de innovación para la sostenibilidad, el cual se resume en la siguiente figura

Figura 1. Planteamiento conceptual de un sistema de innovación para la sostenibilidad



Fuente: Elaboración Propia (2023)

El concepto del sistema de innovación para la sostenibilidad.

A la luz del análisis realizado y que se condensa en el diseño conceptual, a continuación, se comparte la definición de sistema de innovación para la sostenibilidad que es el aporte esencial de la investigación. Se entiende por sistema de innovación para la sostenibilidad el conjunto evolutivo de funciones determinantes, especializadas y básicas que permiten que la generación y uso del conocimiento contribuya al desarrollo de la vida dentro de un hábitat dado.

El foco del sistema de innovación

El foco del sistema de innovación es la sostenibilidad, entendiéndola como la relación armoniosa entre la sociedad y la capacidad de carga del entorno (Ben-Eli, 2015). En esta vía, se considera importante que el hábitat sea el elemento central de acción, usándose el siguiente concepto:

El área que proporciona apoyo directo a una especie determinada (una población o a una comunidad), considerando factores bióticos y abióticos (por ejemplo, espacio físico, calidad del aire, del agua, asociaciones vegetales, alimento, cobertura de protección, suelo, orografía, entre otras) (Delfin, Gallina y López, 2014, p. 287).

Esta definición concibe una relación bidireccional entorno - sociedad, lo que reduce la visión antropocéntrica de un sistema de innovación en la cual todo el conocimiento a aplicar tiene que ver con la satisfacción de las necesidades del hombre, sin tener en cuenta las necesidades del espacio físico en el que este habita.

La lógica del sistema de innovación

En la Figura 1 se resume el diseño conceptual del sistema de innovación. En esta se observan un total de siete (7) funciones las cuales plantean relaciones entre sí, estas últimas representadas por las flechas que conectan unas funciones con otras. Las funciones a su vez se dividen en tres grupos. El primero es el grupo de dos (2) funciones especializadas determinantes que se catalogaron como tal a partir del análisis ampliado realizado con la aplicación de encuestas y lo son en la medida en que ejercen más influencia que las otras funciones. Luego están las tres (3) funciones especializadas que, a pesar de ser necesarias para contribuir a la sostenibilidad según el estudio, no tuvieron el alto nivel de influencia que las determinantes. Finalmente aparecen las dos (2) funciones básicas agregadas. Aquí están las funciones básicas según los sistemas de innovación tradicionales y que se agrupan en la función “desarrollo y uso del conocimiento” y la función “orientación del sistema” que proviene de la necesidad planteada por el lente de los sistemas complejos adaptativos, y no desde los sistemas de innovación, de dar la posibilidad al auto - aprendizaje y emergencias al sistema.

CONCLUSIONES

Es posible concebir un sistema de innovación desde las funciones y categorizar estas en respuesta a las prioridades que se quieran establecer. Ahora, la importancia de definir el sistema desde las funciones está en que se puede usar como marco genérico de reflexión sobre el qué hacer innovador en un territorio. No obstante, se requiere de la identificación de actores concretos, según realidades específicas para efectos de una implementación real del sistema.

Se identificó que ante el cambio del foco final del sistema, ir de la competitividad a la sostenibilidad, las funciones que se hacen relevantes son aquellas que implican variaciones en el marco cultural y regulatorio. En esa vía, las funciones “desarrollo y articulación de políticas públicas para la sostenibilidad” y “formación y sensibilización para la sostenibilidad” se presentan como las de mayor



influencia en el sistema diseñado. Esto no significa que las otras funciones pierden relevancia, sino que es desde estas en donde el cambio de paradigma se puede alcanzar.

El uso del concepto “hábitat” es clave en la medida en que permite dejar a un lado la visión antropocéntrica de desarrollo y pone a la vida en todas sus dimensiones como eje central. El hábitat así mismo, le da un sentido pleno de apertura al sistema diseñado en la medida en que permita el ingreso de diferentes insumos (recursos, necesidades, requerimientos de información) hacia las funciones definidas como parte del sistema.

El diseño de un sistema de innovación orientado a la sostenibilidad no puede desconocer los avances en la identificación de funciones de sistemas de innovación que se han planteado desde otros paradigmas. En este sentido, la función “desarrollo y uso de conocimiento” integra los avances conceptuales previos y mantiene la condición necesaria de uso del conocimiento desde donde se desprenden innovaciones que responden a necesidades insatisfechas del hábitat. Sin esta función y las que están dentro de ella, el sistema perdería su condición de sistema de innovación.

El diálogo con actores sociales permitió profundizar y contextualizar diferentes funciones para que la innovación se oriente a la sostenibilidad. En esta vía, manteniendo el lente de diseño, se tomaron algunas funciones planteadas y en diálogo con los mismos actores se establece la función “orientación del sistema”. Esto con el fin de hacer posibles condiciones de auto-regulación, aprendizaje y posibilidad de emergencias dentro del sistema.

Finalmente, algunas preguntas que se sugieren para posteriores investigaciones son las siguientes:

¿Cómo se puede fortalecer la gobernanza de un sistema de innovación sin que esto implique el establecimiento de jerarquías o la eliminación de continuas emergencias para hacer posible la coordinación entre las funciones con las que se diseña el sistema?

¿Cómo articular dos o más diferentes sistemas de innovación para la sostenibilidad cuando para cada uno de ellos aplican elementos concretos y quizás diferentes de diseño y de concepción de sostenibilidad?



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea de las Naciones Unidas (1987). El desarrollo sostenible. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. *Asamblea General de las Naciones Unidas*. Recuperado de: <https://desarrollosostenible.wordpress.com/2006/09/27/informe-brundtland>
- Baumol, W.J. (1990). Entrepreneurship: productive, unproductive and destructive. *Journal of Political Economy*, 98, 893–921
- Ben-Eli, M. (2015). *Sustentabilidad: Definición y cinco principios fundamentales*. New York, USA: The Sustainability Laboratory
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research policy*, 37(3), 407-429. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>
- Boon, W., & Edler, J. (2018). Demand, challenges, and innovation. Making sense of new trends in innovation policy. *Science and Public Policy*, 45(4), 435-447. <https://doi.org/10.1093/scipol/scy014>
- Boyer, J. (2020). Toward an evolutionary and sustainability perspective of the innovation ecosystem: Revisiting the panarchy model. *Sustainability*, 12(8), 3232. <https://doi.org/10.3390/su12083232>
- Carlsson, B., Stankiewicz, R., (1991). On the nature, function, and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics* 1, 93–118. <https://doi.org/10.1007/BF01224915>
- Carmichael, T., Hadžikadić, M. (2019). The Fundamentals of Complex Adaptive Systems. En Carmichael, T., Collins, A., Hadžikadić, M. (Eds.), *Complex Adaptive Systems. Understanding Complex Systems*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20309-2_1
- Castillo-Villanueva, L., & Velázquez-Torres, D. (2015). Sistemas complejos adaptativos, sistemas socioecológicos y resiliencia. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 17(2), 11-32. <https://quivera.uaemex.mx/article/view/9811>.
- Colwell K., Narayanan V.K. (2010). Foresight in economic development policy: Shaping the institutional context for entrepreneurial innovation. *Futures*, 42, 295–303.
- Colombo, M., Delmastro, M., Grilli, L. (2004). Entrepreneurs' human capital and the start-up size of new technology-based firms. *International Journal of Industrial Organization*, 22, 1183-1211.



Corporación ENLACE (2013). *Manual de Innovación para empresas*. Bucaramanga, Colombia:

ENLACE

Delfín A., Gallina S. y López C.A. (2014). El hábitat: definición, dimensiones y escalas de evaluación para la fauna silvestre. En Gallina S. y López C.A. (Ed.). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna (pp. 385-310)*. México DF, México: Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro

Dias Sant' Ana, T., de Souza Bermejo, P. H., Moreira, M. F., & de Souza, W. V. B. (2020). The structure of an innovation ecosystem: foundations for future research. *Management Decision*, 58(12), 2725-2742. <https://doi.org/10.1108/MD-03-2019-0383>.

Edler, J., & Georghiou, L. (2007). Public procurement and innovation—Resurrecting the demand side. *Research policy*, 36(7), 949-963. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.03.003>.

Evans, D., Jovanovic, B. (1989). An estimated model of entrepreneurial choice under liquidity constraints. *Journal of Political Economy*, 97, 808– 827.

Fagerberg, J. (2018). Mobilizing innovation for sustainability transitions: A comment on transformative innovation policy. *Research Policy*, 47(9), 1568-1576. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.012>.

Fatheuer, T. (2014). *Nueva economía de la naturaliza: Una introducción crítica*. Fundación Heinrich Böll. Santiago de Chile.

Gligo N., Alonso G., Barkin D., Brailovsky A., Brzovic F., Carrizosa J., [...], Villamil J. (2020). *La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: NACIONES UNIDAS – CEPAL.

Granstrand, O., & Holgersson, M. (2020). Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*, 90, 102098. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098>.

Hekkert, M. P., Janssen, M. J., Wesseling, J. H., & Negro, S. O. (2020). Mission-oriented innovation systems. *Environmental innovation and societal transitions*, 34, 76-79. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.11.011>.

Holland J.H. (1992). Complex Adaptive Systems. *Daedalus*, 121 (1), 17-30. <https://www.jstor.org/stable/20025416>.



- Jacobides, M. G., Cennamo, C., & Gawer, A. (2018). Towards a theory of ecosystems. *Strategic management journal*, 39(8), 2255-2276. <https://doi.org/10.1002/smj.2904>.
- Jucevičius, G., & Grumadaitė, K. (2014). Smart development of innovation ecosystem. *Procedia-social and behavioral sciences*, 156, 125-129. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.133>.
- Kivimaa, P., Boon, W., Hyysalo, S., & Klerkx, L. (2019). Towards a typology of intermediaries in sustainability transitions: A systematic review and a research agenda. *Research Policy*, 48(4), 1062-1075. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.10.006>.
- Klerkx, L., & Leeuwis, C. (2009). Establishment and embedding of innovation brokers at different innovation system levels: Insights from the Dutch agricultural sector. *Technological forecasting and social change*, 76(6), 849-860. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.10.001>.
- Koellinger, P., Minniti, M., Schade, C. (2007). “I think I can, I think I can”: Overconfidence and entrepreneurial behavior. *Journal of Economic Psychology*, 28 (4), 502–527.
- Lanz, R. (2010). Diez preguntas sobre transdisciplina. *Revista de Estudios Transdisciplinarios*, vol. 2, núm. 1, enero-junio.
- Loorbach, D., Wittmayer, J., Avelino, F., Von Wirth, T., & Frantzeskaki, N. (2020). Transformative innovation and translocal diffusion. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 35, 251-260. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.01.009>.
- Maldonado, C. E. (2007). Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicación. Buenos Aires: *Fundación Universidad Externado de Colombia*. Recuperado de <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/28616>.
- Maldonado C.E. (2014) ¿Qué es un sistema complejo? *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*. 14.29: 71-93. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41438646004>
- Maldonado C.E. (2018). *Educación e Investigación en Complejidad*. Managua, Nicaragua: Editorial Universitaria UNAN
- Max-Neef M. A. (2004). *Fundamentos de la Transdisciplinaridad*, Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile
- McClelland, D. (1961). *The Achieving Society*. New York, USA: Free Press



- Milbrath, L. W. (1996). *Learning to think environmentally: While there is still time*. Albany, USA: State University of New York Press
- Morin E. (2015). *Sobre la interdisciplinariedad*. Comunidad de Pensamiento Complejo. Recuperado en www.pensamientocomplejo.com.ar.
- Motta R. (2002). Complejidad, Educación y Transdisciplinariedad. *Polis: Descentramiento y nuevas miradas*. 3 (1-20)
- Naciones Unidas (2015), *Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC)*. Recuperado de: <https://www.refworld.org/es/docid/602021b64.html>.
- Niculescu B. (1994). *La Transdisciplinariedad. Manifiesto*. Paris, Francia: Ediciones Du Rocher
- Parker, S.C., Robson, M.T. (2004). Explaining international variations in self-employment: evidence from a panel of OECD countries. *Southern Economic Journal*, 71 (2), 287–301.
- Pombo-Juárez, L., Könnölä, T., Miles, I., Saritas, O., Schartinger, D., Amanatidou, E., & Giesecke, S. (2017). Wiring up multiple layers of innovation ecosystems: Contemplations from Personal Health Systems Foresight. *Technological forecasting and social change*, 115, 278-288. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.04.018>.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2018), *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*, Santiago, Chile: Programa de las Naciones Unidas
- Pupo R. (Sin identificar año de publicación). Imagen, Metáfora y Verdad: Hacia una visión hermenéutica compleja. *Doctorado en Pensamiento Complejo. Multiversidad Mundo Real - Edgar Morin*. Descargado de Multiversidad Mundo Real.
- Raworth, K. (2018). *Economía rosquilla*. Buenos Aires, Argentina: Paidós Empresa
- Rodríguez, J. (2009). La cuestión ambiental desde una visión sistémica. *Revista ideas ambientales*, 2, 1-35
- Rodríguez, L. G. & Aguirre, J. L. (2011). Teorías de la complejidad y ciencias sociales. Nuevas estrategias epistemológicas y metodológicas. *Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences*, 30(2). http://dx.doi.org/10.5209/rev_NOMA.2011.v30.n2.36562



- Schumpeter, J.A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Londres, Inglaterra: Transaction Publishers
- Sotolongo P. y Delgado C. (2006). La Complejidad y el Dialogo Transdisciplinario de Saberes. En Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO) (Eds.), *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. Hacia unas ciencias sociales del nuevo tipo*. (pp. 65-77). Buenos Aires, Argentina: Editorial CLACSO
- Su, Y.-S., Zheng, Z.-X. and Chen, J. (2018), "A multi-platform collaboration innovation ecosystem: the case of China", *Management Decision*, Vol. 56 No. 1, pp. 125-142.
<https://doi.org/10.1108/MD-04-2017-0386>
- Suominen, A., Seppänen, M., & Dedehayir, O. (2018). *A bibliometric review on innovation systems and ecosystems: a research agenda*. Doi: 10.1108/EJIM-12-2017-0188. En
<https://doi.org/10.1108/EJIM-12-2017-0188>.
- Van Lente, H., Hekkert, M., Smits, R., & Van Waveren, B. A. S. (2003). Roles of systemic intermediaries in transition processes. *International journal of Innovation management*, 7(03), 247-279. <http://dx.doi.org/10.1142/S1363919603000817>.
- Walrave, B., Talmar M., Podoyntsina, K.S., Romme, L.G., Verbong, G.P.J., (2018). A multi-level, perspective on innovation ecosystems for pathbreaking innovation. *Technological Forecasting and Social Change*. 136, 103–113
- Weber, K. M., & Rohracher, H. (2012). Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive ‘failures’ framework. *Research policy*, 41(6), 1037-1047.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.015>.