

# De los sistemas a los ecosistemas de innovación

## From systems to innovation ecosystems

Jhon F. ESCOBAR [1](#); María Fernanda CÁRDENAS [2](#); Indy B. BEDOYA [3](#)

Recibido: 17/02/2017 • Aprobado: 23/03/2017

### Contenido

[1. Introducción](#)

[2. Metodología](#)

[3. Resultados](#)

[4. Conclusiones](#)

[Referencias bibliográficas](#)

#### RESUMEN:

Las ciencias administrativas y sociales permanentemente hacen analogías con las ciencias naturales con el objetivo de enriquecer el acervo científico para apoyar el proceso de construcción de ciencia. Este artículo trata de un ejercicio bibliométrico sobre los conceptos sistemas de innovación, ecosistema de innovación y ecosistema, con el objetivo de analizar el uso de la expresión ecosistema de innovación y así demostrar a la comunidad académica, administrativa y social que el uso del término ecosistema en áreas como la innovación no solo es redundante, sino de baja rigurosidad académica y científica.

**Palabras clave** Sistema de innovación, ecosistema de innovación, Sistema Regional de Innovación.

#### ABSTRACT:

Administrative and social sciences always make analogies with the natural sciences in order to enrich the scientific heritage to support the process of building science. This article deals with a bibliometric exercise on the concepts of innovation systems, ecosystem of innovation and ecosystem, with the aim of analyzing the use of the expression innovation ecosystem and thus demonstrate to the academic, administrative and social community that the use of the term ecosystem in areas such as innovation is not only redundant, but of low academic and scientific rigor.

**Keywords** System of innovation, ecosystem of innovation, Regional System of Innovation.

## 1. Introducción

El objetivo del presente artículo no es la construcción de un criterio de demarcación entre ciencias; mucho menos cuando dicho proceso pertenece al ámbito de la filosofía científica. Lo que se busca es demostrar la importancia del crecimiento de acervo científico a partir del uso correcto de términos y conceptos; en este caso, una diferencia marcada entre "sistema" y "ecosistema" para el campo de las ciencias administrativas.

Los ecosistemas pueden ser delimitados, descritos y estudiados según las necesidades del trabajo que se esté desarrollando y siguiendo los criterios de cada investigador. En general, es

común diferenciar entre sistemas sociales, sistemas ecológicos y sistemas socioecológicos como la conexión entre ambos. Esta es una simplificación útil para evitar dificultades en la práctica. Sin embargo, estas decisiones se hacen más complicadas cuando se incorporan elementos de sostenibilidad, entendida como la capacidad de crear, evaluar y mantener las condiciones de adaptación de los sistemas en el tiempo (Gunderson and Holling, 2001; Pavitt, 1992), que requieren reconciliar las imposiciones ecológicas, económicas y sociales (Dale, 2001) de los sistemas sociales y de los sistemas ecológicos. De cualquier forma, entender los ecosistemas es prerequisite para mantenerlos saludables y productivos.

En el campo de los investigadores sobre temas de innovación, emprendimiento y otros ámbitos administrativos y sociales es común el uso o la apropiación de definiciones desde la biología, la ecología y otras ciencias duras como homónimos para explicar condiciones empresariales; sin embargo, dicho uso debería hacerse cuando las ciencias administrativas no tienen otros recursos o cuando la similitud entre las dos dimensiones es tan directa que no es necesaria ninguna adaptación y basta con parear elementos y así su explicación.

No es el caso cuando hacemos referencia en innumerables ocasiones a las expresiones "ecosistema de innovación", "ecosistema de emprendimiento", "ecosistema empresarial" y muchos más, sin tener en cuenta que es suficiente nombrarlos sistemas porque ya tienen grados de complejidad lo suficientemente amplios para explicar los flujos, las relaciones y los impactos.

Este artículo presenta una revisión de literatura sobre las definiciones del término ecosistema desde su génesis y campo de aplicación para diferenciar su uso en el campo biológico y en el campo de la innovación. Se profundiza en los conceptos ecosistema, sistemas de innovación y ecosistema de innovación, y se hace una validación de estos, así como de los escenarios de aplicación, mediante un proceso bibliométrico, usando la base de datos Scopus®, acompañado de un análisis de los resultados obtenidos.

## **1.1. El ecosistema**

Los ecosistemas son la unidad básica de estudio de la ecología. En 1886, Ernst Haeckel propuso el término oecología, del griego oikos, que significa "casa", combinado con la raíz logos, que significa "la ciencia o el estudio de". De tal manera que la ecología se refiere al estudio de los pobladores de la Tierra, incluyendo plantas, animales, microorganismos y seres humanos, quienes conviven como componentes dependientes entre sí (Odum, 1994).

Para Haeckel, la ecología era el cuarto campo de la biología, que estudia las relaciones ambientales de los organismos y distingue morfología (forma), fisiología (función interna) y taxonomía (semejanzas). Originalmente se aplicaba al estudio de unos organismos con otros o de las relaciones de estos con su ambiente (Barnes et al., 1998).

En este sentido, la ecología como ciencia y los ecosistemas como unidad básica de estudio incluyen tanto los organismos como el medio ambiente no viviente, cada uno influenciado por las propiedades del otro y ambos necesarios para el mantenimiento de la vida tal como la conocemos sobre la Tierra (Odum, 1973).

En la "Evaluación de los ecosistemas del milenio" (ME, 2005), estos se definieron como un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales, microorganismos y medio ambiente inorgánico que interactúan como una unidad funcional. Los seres humanos son parte integral de los ecosistemas.

Cabe recordar que los ecosistemas, como sistemas, generalmente se entienden a partir de la teoría de sistemas atribuida al trabajo que Von Bertalanffy inició en las décadas de 1920 y 1930, aunque sus publicaciones más conocidas son de los años 60 (Waltner-Toews et al., 2008). La teoría general de sistemas de Von Bertalanffy fue una de las primeras escuelas de pensamiento que proveyeron modelos y modos alternativos de investigar las ciencias. Este pensamiento sistémico enfatiza en la conectividad, el contexto y la retroalimentación. Las

preguntas de investigación identifican y explican interacciones, relaciones y patrones. Las propiedades esenciales de las partes de un sistema solo pueden ser entendidas desde la organización de este como un todo, dado que ellas emergen de la configuración de las relaciones ordenadas, que son específicas de un sistema en particular (von Bertalanffy, 1968). Por tanto, la comprensión del sistema proviene del entendimiento de las partes, que operan juntas, más que de las partes separadas (Waltner-Toews et al., 2008).

Los ecosistemas presentan diferencias ostensibles de tamaño, ya que tanto un pequeño charco de agua lluvia como una cuenca oceánica pueden constituir uno, esto depende del objeto del análisis: la descripción de un sistema siempre depende de la perspectiva del observador y de la pregunta o el problema que esté interesado en resolver; por tanto, cuando se habla de un sistema, no se habla de un objeto físico, sino, más bien, de una representación mental limitada de él.

No obstante, en cualquier estudio de ecosistemas debe superarse su mera descripción como una lista de especies componentes, número y distribución, ya que no es información suficiente para determinar cómo trabaja una comunidad biótica. Para un entendimiento completo de la naturaleza, también debe ser investigada la proporción de las funciones. Además, hasta donde sea posible, la estructura y la función son mejor estudiadas en conjunto. Según Odum (1973), puede decirse que el flujo de energía y la circulación de los materiales son los dos grandes principios o leyes de la ecología general, puesto que estos se aplican igualmente a todos los ambientes y a todos los organismos, incluyendo el hombre. Y junto con los factores limitantes, se constituyen en elementos fundamentales para la comprensión de los servicios ambientales. A lo anterior puede sumársele el flujo de información, un tercer elemento importante en la definición de la estructura del sistema.

Perry (1994) afirma que para comprender cualquier sistema, bien sea una máquina, organismos individuales o ecosistemas, es necesario saber dos cosas: i) su fuente de poder y ii) qué influencia su trayectoria o el curso que sigue a través del tiempo. Esta trayectoria puede medirse a través de numerosos elementos del sistema de interés, como el comportamiento de organismos individuales, el desarrollo de organismos, cambios en las propiedades del ecosistema en el tiempo y ciclos del clima. Estos dos modos de entendimiento se refieren a la energía y a la información, respectivamente, donde la información es cualquier cosa que ejerce influencia sobre el patrón (el arreglo espacial y temporal de las cosas), más que sobre su contenido de energía.

Por otro lado, hay dos conceptos que son críticamente importantes para comprender los sistemas biológicos. Uno es la información o los patrones. El otro es la reacción o retroalimentación, en la cual un componente de los sistemas modifica a otro componente que es afectado por este o, tal vez, modifica su propio comportamiento dependiendo del contexto ambiental (Perry, 1994).

De este modo, el ecosistema es entendido como una comunidad sobre la cual actúan factores ambientales y fuerzas físicas. Así, un ecosistema viable debe tener (Perry, 1994):

- **Una fuente de energía.** Normalmente es la energía solar capturada por las plantas.
- **Un suministro de materiales o materias primas,** como carbono, nitrógeno, fósforo, agua, entre otros. Una consideración importante en este punto es el movimiento de los materiales en el ecosistema. Caminos más o menos cíclicos de los elementos químicos que van y vuelven entre los organismos y el ambiente son conocidos como ciclos biogeoquímicos. Bio se refiere a organismos vivos y geo a las rocas, al suelo, al aire y al agua sobre la Tierra. La biogeoquímica es así el estudio del intercambio (esto es, el movimiento de idas y vueltas) de los materiales entre los componentes vivos y no vivientes de la biosfera (Odum, 1973).
- **Mecanismos para almacenar y reciclar.** En la mayoría de los ecosistemas, los materiales entran periódicamente desde el exterior del sistema, pero a menudo entran en cantidades insuficientes o en el momento equivocado para suplir los requerimientos. Virtualmente, en todos los ecosistemas naturales terrestres, uno o más nutrientes esenciales ingresan al sistema a tasas muy lentas y la

productividad es sostenida por alguna combinación de reciclaje y uso de reservas almacenadas. Puede enunciarse aquí el concepto de factores limitantes, dado que el éxito de una población o comunidad depende de un complejo de condiciones y cualquier condición que se aproxime o exceda el límite de tolerancia para el organismo o grupo en cuestión es un factor limitante. A pesar de que la energía proveniente del Sol y las leyes de la termodinámica fijan los límites últimos de toda biosfera, ecosistemas diferentes tienen combinaciones diferentes de factores que pueden poner limitaciones posteriores a la estructura biológica y a la función (Odum, 1973), no obstante las adaptaciones que pueden emerger para utilizar, aprovechar y reutilizar los elementos limitantes del modo más eficiente posible.

- **Mecanismos que le permitan persistir.** Las fluctuaciones climáticas y las perturbaciones periódicas de una forma u otra son comunes en casi todos los ambientes terrestres. De hecho, ellos son lo suficientemente persistentes como para considerarlos legítimos componentes de los ecosistemas. En los ecosistemas que permanecen viables, el componente biológico (la comunidad de organismos) debe ser capaz de lidiar con los "ataques" y resistir a estas perturbaciones o recuperarse eficientemente de estas. Más aún, la comunidad debe tener mecanismos para prevenir su autodestrucción, como por ejemplo evitar que los animales consumidores de plantas acaben toda la vegetación y corten así la fuente de energía. Afrontar de manera exitosa las perturbaciones no quiere decir que el carácter del ecosistema sea incambiable. Al contrario, la composición de especies y las características físicas pueden cambiar radicalmente luego de una alteración significativa y regresar lentamente al estado original después de muchos años. Por tanto, un ecosistema es más dinámico que estático y sus límites cambian en el tiempo y en el espacio.

Lo anterior, sin embargo, no debe interpretarse como que los ecosistemas son capaces de absorber cualquier ataque y seguir funcionando. Perturbaciones nuevas o aquellas que no han formado parte de la historia del sistema pueden causar cambios irreversibles. Los ecosistemas en el planeta están siendo objeto de varios tipos de perturbaciones inducidas por el hombre, para las cuales no han desarrollado mecanismos de defensa (Perry, 1994).

### **1.1.1 Características de los ecosistemas**

De acuerdo con (Perry, 1994), los ecosistemas se caracterizan por:

- Una red de interacciones e interdependencias entre las partes. Los animales y los microorganismos requieren de la energía suministrada por las plantas y, a su vez, estas no pueden persistir sin los animales y microorganismos que intervienen en el reciclaje de nutrientes y regulan los procesos del ecosistema. Nótese que la interdependencia dentro de un ecosistema se relaciona con la función que cada parte cumple. Algunas funciones dentro de los ecosistemas pueden ser desarrolladas por más de una especie (propiedad conocida como redundancia), mientras que en otros casos hay especies únicas para llevar a cabo un papel funcional determinado (llamadas keystones).
- Sinergia. Indica que el comportamiento de todo el sistema no puede predecirse por el comportamiento o las características integrales de alguna de sus partes o del sistema cuando estas se consideran de manera separada. Esencialmente, el concepto nace de una propiedad básica de la materia: el todo es mayor que la suma de las partes. Virtualmente, todos los patrones de la naturaleza emergen de interacciones de organismos y su ambiente, de diferentes especies y de distintos niveles de la jerarquía global. El resultado es la sinergia: una interacción de fuerzas locales y holísticas que generan complejidad, estabilidad de dinámicas e imprevisibilidad.
- Estabilidad. Es un concepto simple, pero a la vez complejo, que no significa ausencia de cambio, sino que el sistema puede moverse al ritmo de las transformaciones para conservar sus propiedades o funciones. Los procesos de perturbaciones, el crecimiento y el descenso producen cambios continuos en la naturaleza. La estabilidad del sistema quiere decir que a) los cambios se mantienen dentro de ciertos límites y b) los procesos claves y potenciales son protegidos y conservados.
- Límites difusos. A diferencia de un organismo, un ecosistema no tiene piel que claramente lo separe del mundo exterior. Los ecosistemas son definidos por conexidad y los conectores se extienden a través del tiempo y del espacio para integrar cada ecosistema local dentro de una red de ecosistemas cada vez mayores que conforman paisajes, regiones y, eventualmente, toda la biosfera de la Tierra.

### **1.1.2 Límites y escala**

El trazado de los límites de un sistema debe estar basado en ciencia, pero es también una forma de arte y una decisión política y ética. Por tanto, cada persona que estudia sistemas debe especificar los criterios con los cuales los delimita (Waltner-Toews et al., 2008). Según estos autores, demarcar un sistema tiene que ver con valores, expresa lo que las personas sienten que es importante en una situación dada. De esta manera, este primer paso para hacer una descripción adecuada puede expresar lo que la gente considera que debe estar en el centro del debate y lo que puede quedarse relegado.

De igual manera, la escala seleccionada para la descripción de un sistema tiene una profunda influencia en la comprensión que se logre de una situación dada. Las escalas apropiadas para considerar un caso específico dependen, igualmente, de las preguntas que se pretendan resolver y de lo que se esté buscando. El sistema debe observarse desde varias escalas para poder identificar la escala adecuada y útil según los objetivos.

Con base en las entidades biofísicas, los sistemas pueden enmarcarse en términos de comunidades, paisajes, energía y flujo de materiales, dinámica de poblaciones, etc. Diferentes ventanas al mismo mundo. Por tanto, además de considerar cuáles son las escalas apropiadas para una descripción del sistema, puede haber diversos tipos de perspectivas para hacerlo y seleccionar la apropiada puede ser tan importante como una correcta selección de la escala de estudio por las mismas razones.

Por último, para entender un sistema es necesario conocer no solo lo que hay dentro de los límites del mismo, sino también las influencias que recibe del exterior, dadas por su contexto local o regional (Waltner-Toews et al., 2008) y por las interconexiones con niveles jerárquicos superiores.

### **1.1.3 La ecología o el estudio de la naturaleza: flujos y balances**

La ecología o el estudio de los ecosistemas ha cambiado significativamente en las últimas décadas. El antiguo paradigma de la ecología se caracterizaba por una creencia en que los ecosistemas se desarrollaban como los organismos hasta alcanzar un estado final estable: los ecosistemas deben cambiar, pero esto era visto como un estado transitorio. Una intrusión extraña en una comunidad balanceada e inmutable dentro de un ecosistema saludable era rápidamente eliminada en el mismo sentido que un organismo saludable dispone de los desechos. En contraste, los cambios son entendidos como la esencia de la naturaleza en la visión moderna, y la comprensión de las reglas que la gobiernan y la mantienen dentro de ciertos límites se convierte en un elemento central de la ecología.

Entender la diferencia de estos dos enfoques y sus implicaciones en el manejo y la conservación de los ecosistemas es fundamental. El primero asume que se requiere proteger la integridad de un ecosistema para la eternidad dibujando una línea alrededor de este, para luego alejarse. El segundo reconoce que la integridad del ecosistema depende de complejos procesos que reflejan no solamente lo que ocurre en su interior, sino también lo que ocurre en su alrededor como resultado de los límites difusos del sistema y de la estructura jerárquica de la naturaleza. En este sentido, si se quiere conservar la integridad de un ecosistema, bien sea protegido o manejado, se debe conocer y entender no solamente lo que es, sino también lo que lo hace ser (Perry, 1994).

Una de las definiciones comúnmente aceptadas de biodiversidad es "la variedad de vida y sus procesos", que cubre casi todo; y añade algo importante: la biodiversidad es más que solo especies, esto es, la vida en todas sus manifestaciones. Franklin divide la biodiversidad de un ecosistema dado en tres componentes: composición, estructura y función (Franklin et al., 1981).

## **1.2 Los sistemas de innovación (SI)**

La ecología Los sistemas de innovación (SI) presentan dimensiones y condiciones

diferenciadoras para su caracterización; pueden ser nacionales, regionales, sectoriales o tecnológicos, pero tienen una característica intrínseca: implican la creación, difusión y uso del conocimiento (Carlsson et al., 2002).

La innovación es un proceso social, dinámicamente complejo y no lineal en el que participan múltiples actores con respuestas y comportamientos no conocidos a priori (Robledo Velásquez, 2010), que ha sido estudiado como un evento sistémico que se relaciona con los territorios en diferentes ámbitos.

Durante la década de los 80, Freeman (1982, 1987) y Lundvall (1988) hacen un acercamiento al desarrollo conceptual del sistema de innovación (SI) y presentan las bases para una definición y la caracterización; posteriormente evoluciona el concepto y aproximan el término SI a la teoría del juego schumpeteriano identificando comportamientos, agentes y reglas (Freeman and Soete, 1997; Lundvall et al., 2002; Vertova, 2014).

### 1.2.1 El sistema nacional de innovación

Las interacciones de los diferentes agentes dieron lugar al surgimiento del concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI) (Freeman, 1987a) para tratar de explicar la dinámica de innovación en los territorios; este concepto fue desarrollado más adelante por Pavitt (1992) y Nelson (1993). Inicialmente, el concepto se orientó al análisis del SNI como una red de instituciones públicas y privadas cuyas actividades e interacciones contribuyen a la producción, difusión y uso de nuevo conocimiento económicamente útil dentro de las fronteras nacionales (Vera-cruz and Lackiz, 2011), y a mejorar el desempeño innovador de las empresas.

El concepto de SNI emerge como una manera de entender la economía nacional y global. Se origina de los conocimientos sobre la teoría de política económica y su conocimiento del ascenso económico de Japón luego de la Segunda Guerra Mundial (Freeman, 1987a); y también de la exploración de Lundvall (2010) sobre las interacciones sociales de proveedores y clientes y su rol en la generación de innovación en Dinamarca. Por su parte, Freeman (1987a) también enfatizó en la red de instituciones y en las nuevas tecnologías hechas por dicha red. De acuerdo con la perspectiva de Freeman (1987a) y Lundvall (2010), la competitividad de las naciones está basada en la innovación. Por otro lado, la OCDE se enfocó en la distribución de la tecnología y en los aspectos de información de la información para definir un SNI, tal y como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1 . Diversas definiciones de SNI

Investigador	Definición de SNI
Freeman (1987)	La red de instituciones en el sector público y privado, cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías.
Lundvall (1992)	Los elementos y las relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo y económicamente útil dentro de las fronteras de un Estado nacional.
Nelson (1996)	Un conjunto de instituciones cuyas interacciones determinan el desempeño innovador de las empresas nacionales.
OCDE (1997)	El enfoque de SNI hace énfasis en que los flujos de tecnología e información entre personas, empresas e instituciones son la clave de los procesos de innovación.

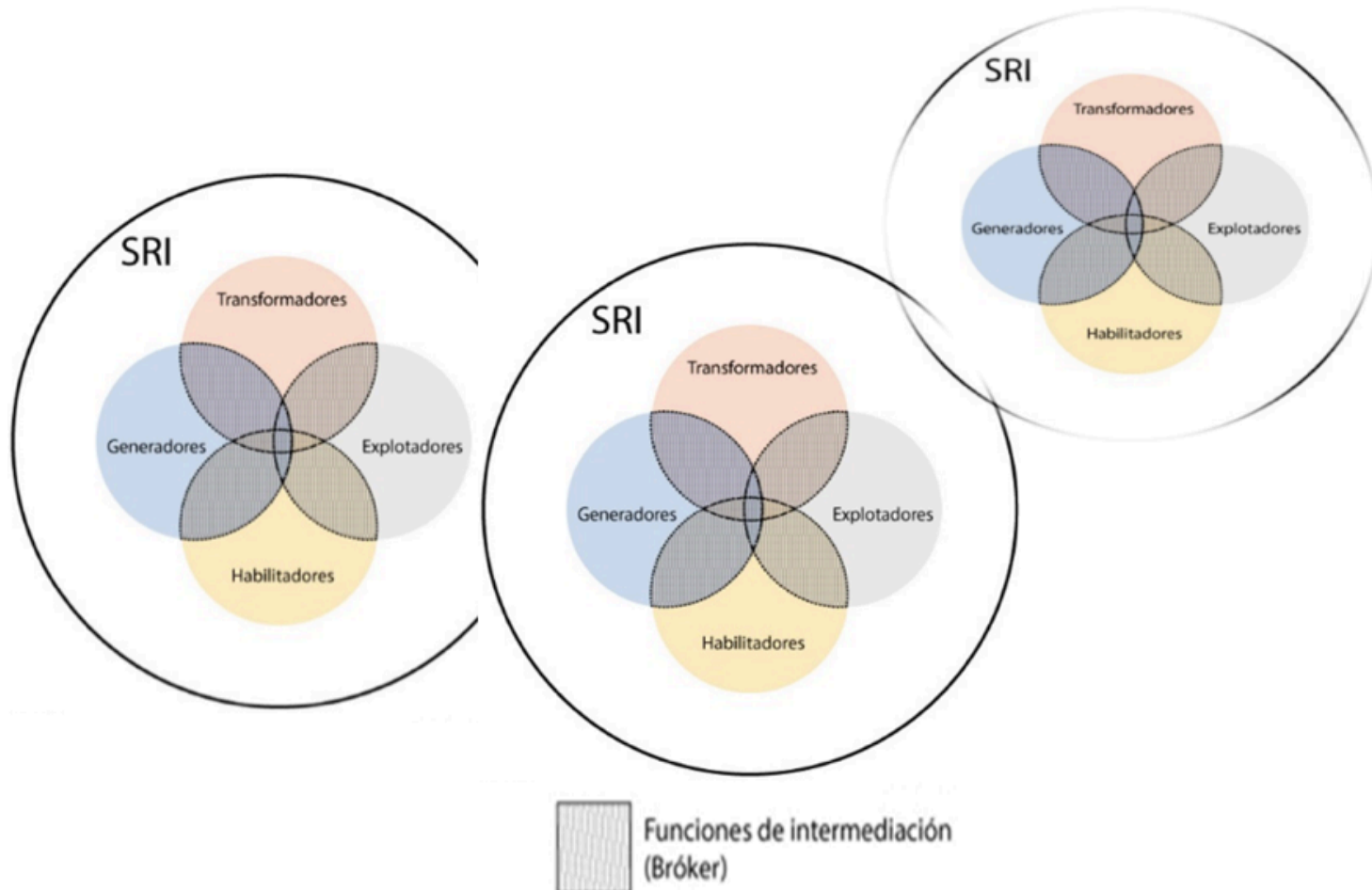
### 1.2.2 El sistema regional de innovación

La región está definida como una "porción de territorio determinada por caracteres étnicos o circunstancias especiales de clima, producción, topografía, administración, gobierno, etc." (RAE, 2016). Sin embargo, dicha definición exige integrar otros atributos que la hacen diferenciable y que son de tipo histórico, social y económico. Estas condiciones hacen que dicha porción de territorio tenga condiciones diferenciadoras de otros territorios y, por tanto, se configure en una unidad de planificación y de estudio (Sandoval, 2014). El posicionamiento de agentes e instituciones dentro de territorios específicos facilita en gran medida su articulación y hace posible la generación de sinergias hacia el conjunto del tejido social (Montero and Morris, 1999).

La razón de ser de los SRI reside en la existencia de trayectorias tecnológicas y de mejora de la productividad, que se basan en el conocimiento tácito, el aprendizaje local (Gainza Lafuente et al., 2005) y en la presencia de organizaciones de generación y difusión del conocimiento, cuyos resultados pueden ser explotados económicamente por el conjunto de las empresas de un territorio; así, los SRI se conciben como la infraestructura institucional de apoyo a la innovación y su difusión, que se desarrolla en la estructura productiva de la región (BID, 2011). Cabe resaltar que el SRI debe considerarse como un sistema abierto y ligado a otros sistemas de innovación (BID, 2011).

En la Figura 1 se muestra un modelo de SRI en el que aparecen los diferentes agentes: generadores, transformadores, explotadores y habilitadores, y en las zonas de intersección se destacan los agentes que cumplen funciones conocidas como de intermediación o bróker.

Figura 1 . Agentes de un SRI.



### 1.2.3 Ecosistema de innovación

Desde la década de los 90 se ha intentado investigar la dimensión sistémica de la innovación en diferentes niveles de la economía y la sociedad, al punto de debatir si la innovación puede ser explicada desde el enfoque de sistemas ecológicos o ecosistema, con el fin de justificar la



naturaleza evolutiva de las interrelaciones de los distintos actores, sus actividades innovadoras y su entorno (Oh, Phillips, Park & Lee, 2014). En dicho caso, se han presentado dos corrientes:

### **Posiciones a favor del desarrollo del concepto “ecosistemas de innovación”**

La analogía biológica es defendida por autores como Bailey y Ford (2003) y Nickles (2003), citados por Melrose, Perroy y Careas (2015), bajo la idea central de que la innovación puede ser entendida como un proceso evolutivo que toma lugar en un ecosistema heterogéneo (Londoño, 2012), compuesto por organizaciones e individuos en interacción (Carrillo and Contreras, 2015), como un ecosistema social, que opera de la misma manera que los biológicos (Bloom & Dees, 2008).

Gobble (2014) define el ecosistema de innovación como un “sistema adaptativo complejo no lineal, donde los mismos insumos no siempre producen los mismos productos, y en el cual el comportamiento del sistema no es la suma de sus partes individuales y donde los efectos se producen en estado de equilibrio”. Los agentes que componen el ecosistema de innovación interactúan e intercambian (recursos e información) conocimiento entre sí en un entorno o unidad espacial determinada, que está estructurada por las interacciones de los diferentes elementos contenidos en este, que incluyen además la orientación de los marcos de actuación para los individuos en forma de leyes, normas, elementos éticos y morales, y procedimientos de intervención aceptados (Londoño, 2012).

Por lo tanto, en este sentido la gestión de la innovación es la gestión de las interacciones en un ecosistema que se quiere modificar y que está compuesto por organismos que actúan como agentes de capacidades limitadas que buscan satisfacer necesidades de adaptación y supervivencia.

El enfoque de ecosistema de innovación es visto como un complemento de los sistemas de innovación exitosos. La “ecología de la innovación” depende parcialmente de la presencia de elementos como el talento, las empresas, las instituciones y el capital; pero más aún de sus identidades, es decir, las capacidades de red, la cultura de la confianza y la cooperación pragmática (Jucevičius and Grumadaitė, 2014).

### **Posiciones en contra del desarrollo del concepto “ecosistemas de innovación”**

Autores como (Jucevičius and Grumadaitė, 2014; Oh et al., 2014; Papaioannou et al., 2007) refutan el uso de la analogía de dichos sistemas y advierten sobre el cuidado que debe tenerse al realizar comparaciones directas entre los sistemas biológicos y los socioeconómicos, puesto que sustentan que no solo son imprecisas, sino que pueden conducir a problemas de reduccionismo y funcionalismo. En dicha línea, Oh, Phillips, Park y Lee (2014) afirman que el concepto de “ecosistema de innovación” no está claramente definido, carece de rigor académico y que la analogía con los ecosistemas naturales es también deficiente, ya que un ecosistema de innovación no es una entidad evolucionada, sino más bien diseñada (Papaioannou et al., 2007) y sus agentes están geográficamente localizados y centrados en el desarrollo de una tecnología específica, por lo que suele configurarse a los ecosistemas de innovación como un elemento fundamental de las ciudades inteligentes, cuyo objetivo funcional es permitir el desarrollo tecnológico y la innovación, que a su vez son impulsados por una dinámica económica (de conocimiento y comercial), en lugar de los intercambios de energía (Jackson, 2012).

---

## **2. Metodología**

Para la realización de la vigilancia tecnológica se construyó un conjunto de ecuaciones que desarrollaron el tema de investigación partiendo de lo general para llegar a lo particular, tal y como se presenta en la Figura 2.



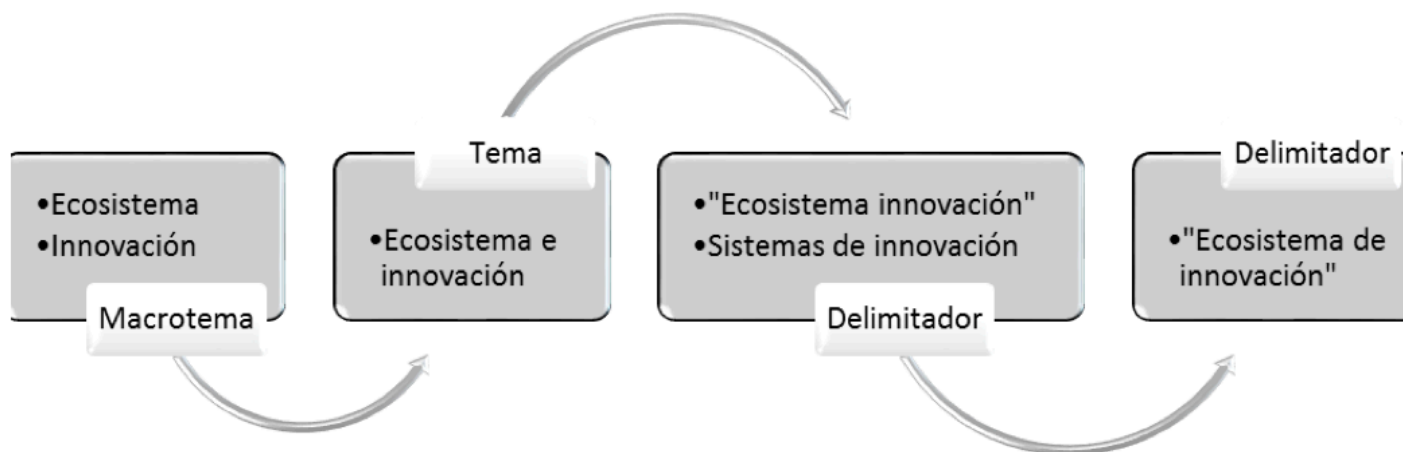


Figura 2. Ruta para la realización de la vigilancia tecnológica.

Para esto se generaron las búsquedas en la base de datos Scopus [3] aplicando las ecuaciones referenciadas en la Tabla 2 en la misma tabla se observa el proceso de depuración de las ecuaciones.

Tabla 2 . Ecuaciones de búsqueda utilizadas y resultados arrojados

Nivel de refinamiento	Ecuación	Número de resultados
Primera búsqueda	(TITLE-ABS-KEY(ecosystem))	307.395
Segunda búsqueda	TITLE-ABS-KEY(innovation)	284.364
Tercera búsqueda	((TITLE-ABS-KEY(ecosystem) AND TITLE-ABS-KEY(innovation)))	2.465
Cuarta búsqueda	(TITLE-ABS-KEY(ecosystem innovation))	13
Quinta búsqueda	TITLE-ABS-KEY (ecosystem of innovation)	10
Sexta búsqueda	TITLE-ABS-KEY(innovation systems)	91.177

Fuente: elaboración propia, 2016. Refinado por idiomas = (ENGLISH).  
Período de tiempo = máximo 20 años.

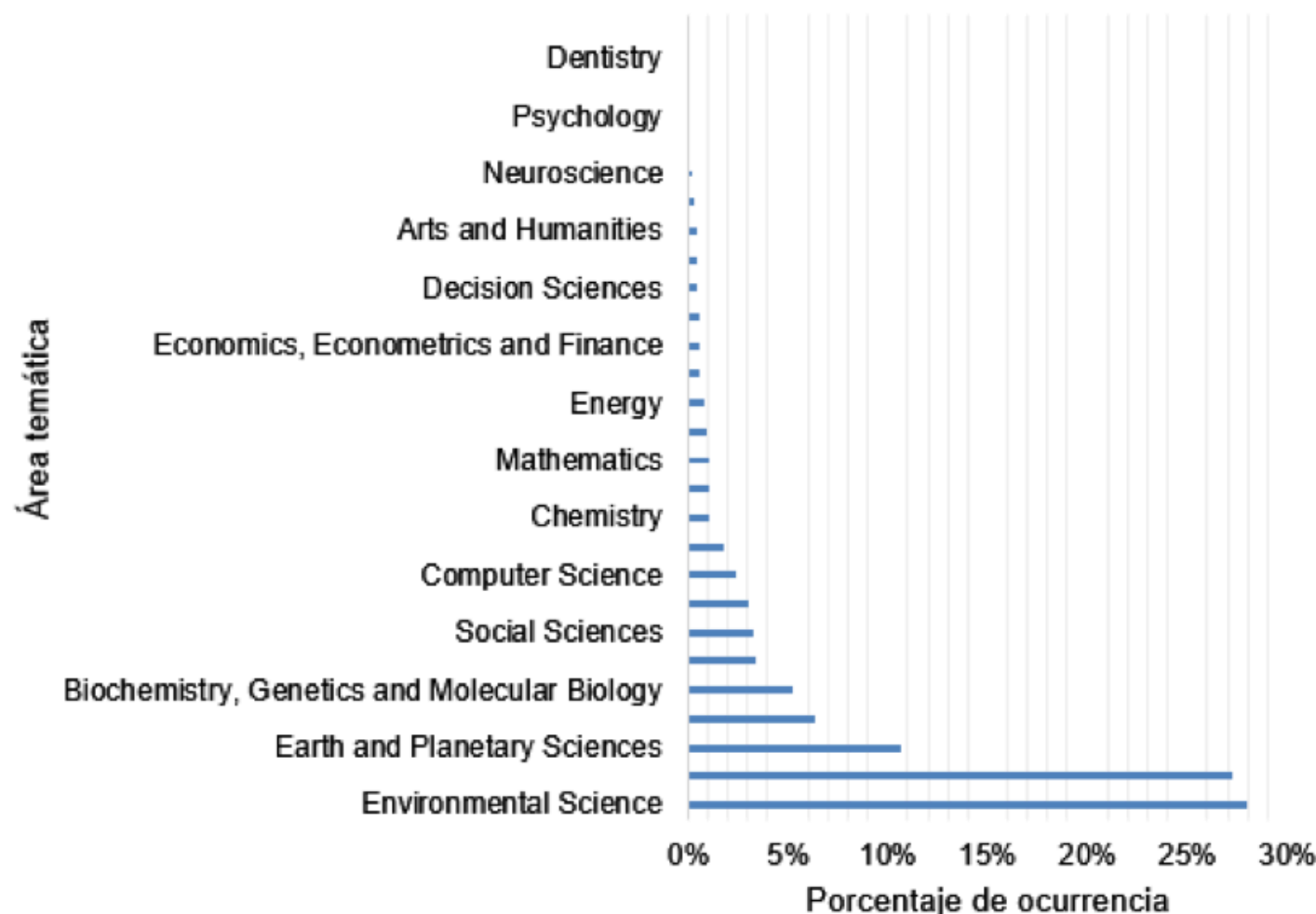
A partir del resultado bibliométrico de Scopus© y Google© se construyeron gráficos sobre áreas del conocimiento, número de publicaciones y comparaciones entre ellas.

Se realizó un análisis de clusterización de términos usando el software OSviewer\_1.6.5® con la siguiente estructura: se parte de una base de datos del corpus del archivo de texto. Sobre los términos extraídos que cumplan con criterios de coocurrencia entre los artículos se crea un mapa en el que la distancia entre dos términos proporciona una indicación de la cantidad de coocurrencia: cuanto menor es la distancia entre dos términos, mayor es el número de coocurrencias de los mismos. El tamaño hace referencia al número de coocurrencias y el color

al clúster con el que el término tiene mayor afinidad; por lo general, el software configura entre tres y seis clústeres. Las líneas muestran la conexión entre datos dentro del clúster y entre términos de diferentes clústeres.

### 3. Resultados

El término ecosistema, entendido desde la biología, ha trascendido su uso análogamente o como campo de estudio a otros sistemas para referirse a ámbitos territoriales, sociales, económicos, industriales o empresariales, como se muestra en la Gráfica 1.

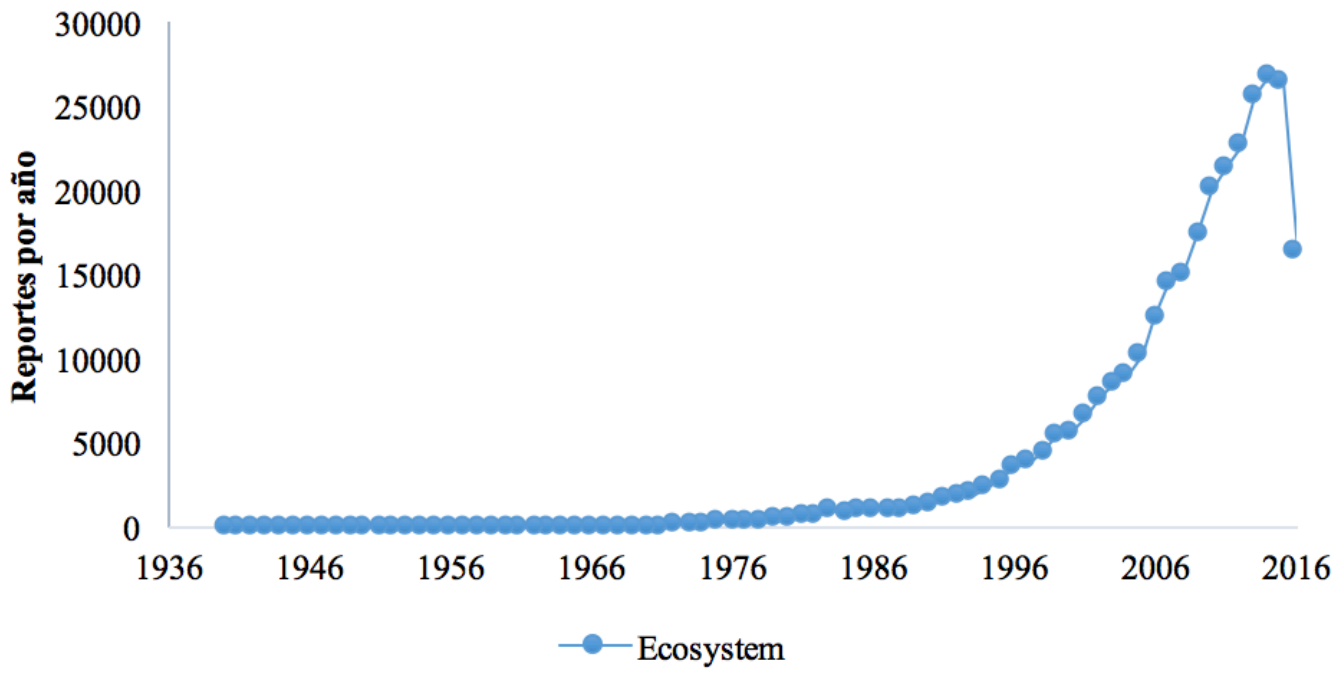


Gráfica 1 . Reporte del término "ecosistema" en diferentes publicaciones científicas por áreas del conocimiento.  
Fuente: Scopus 2016.

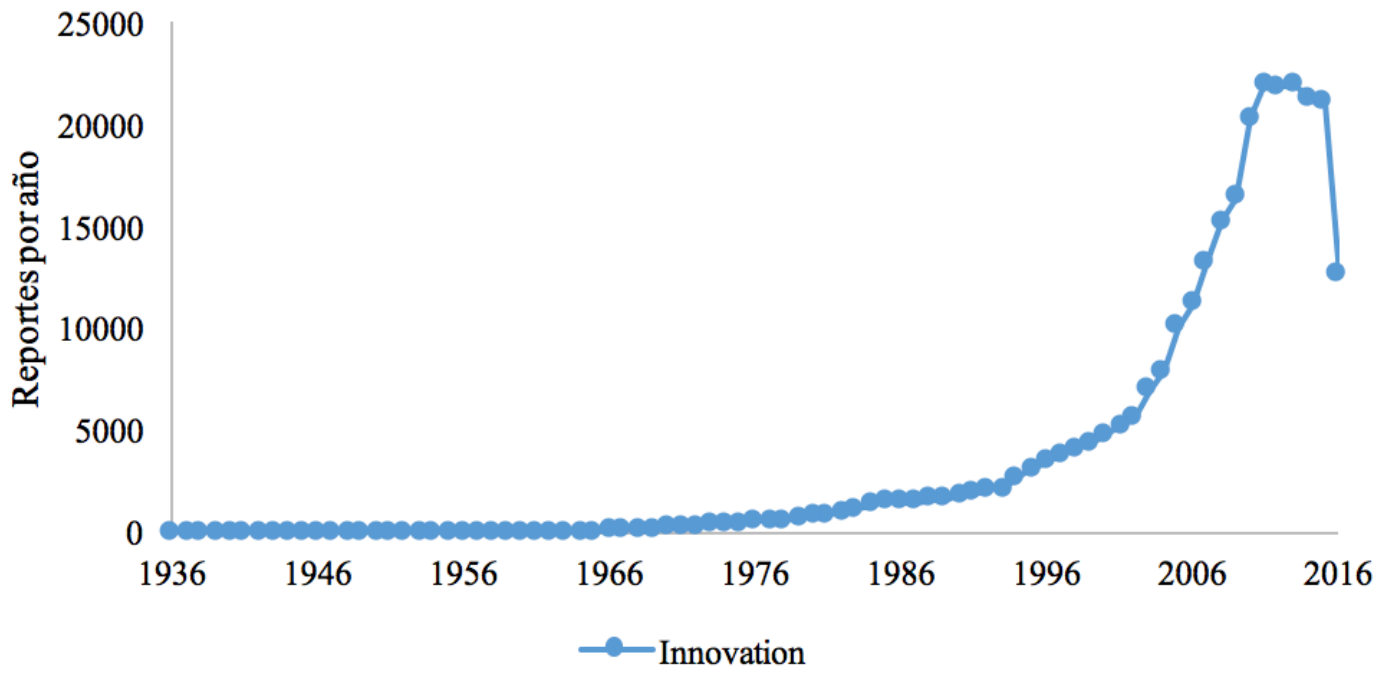
Desde el punto de vista bibliométrico, la asociación de los términos "ecosistema" e "innovación", refleja que según la Gráfica 2 los resultados que aparecen en Scopus como fuente formal y en *Google Trends* como fuente informal o de literatura gris lo siguiente:

Las Gráficas 2a y 2b muestran que las referencias de los términos "ecosistema" e "innovación" en los títulos, resúmenes y palabras clave de las publicaciones científicas son comunes en las tres últimas décadas. La Gráfica 2c hace referencia a procesos de innovación y su asociación con ecosistemas; sin embargo, al profundizar en los resultados es común encontrar dicha relación sobre innovaciones tecnológicas para el estudio y monitoreo de los ecosistemas. La expresión "ecosistema de innovación" aparece en artículos científicos a partir del 2006, con un promedio de una referencia por año hasta 2015, pero pocas veces aparece una definición, tampoco sus condiciones, estructura, modelos de evaluación o similares; esto implica que, al no contar con una delimitación clara, es muy complejo entender sus alcances y, por esto, apropiarlo. El concepto de "sistema de innovación" tiene más de 5.300 referencias en promedio entre el 2006 y el 2014, y dentro de estos artículos sobresalen autores que han definido, delimitado, propuesto modelos y clasificado los SI (Freeman, 1987; Joseph et al., 2013; Kline and Rosenberg, 1986; Nelson, 1993; Pavitt, 1992; Rothwell, 1994; Vera-cruz and Lackiz, 2011). La Gráfica 2d muestra cómo es el comportamiento de las expresiones "ecosistema de

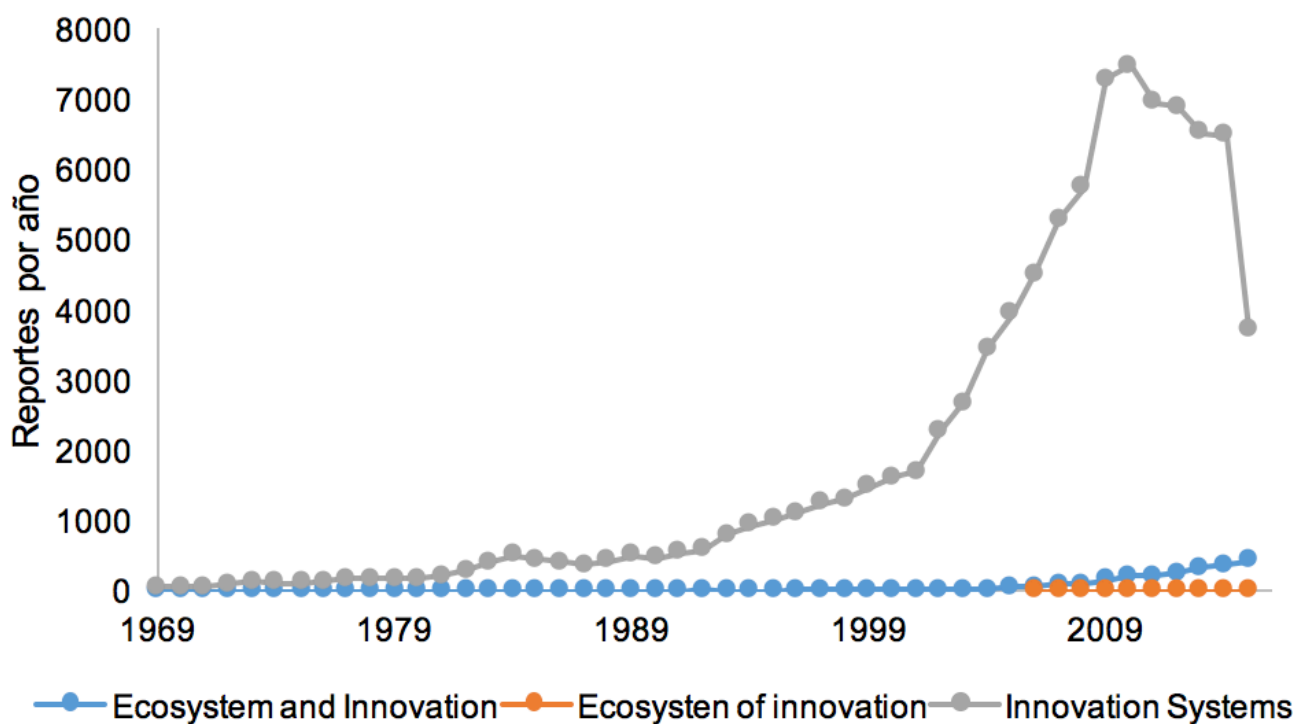
innovación", "ecosistema" e "innovación" en Google desde el 2002 al 2016.



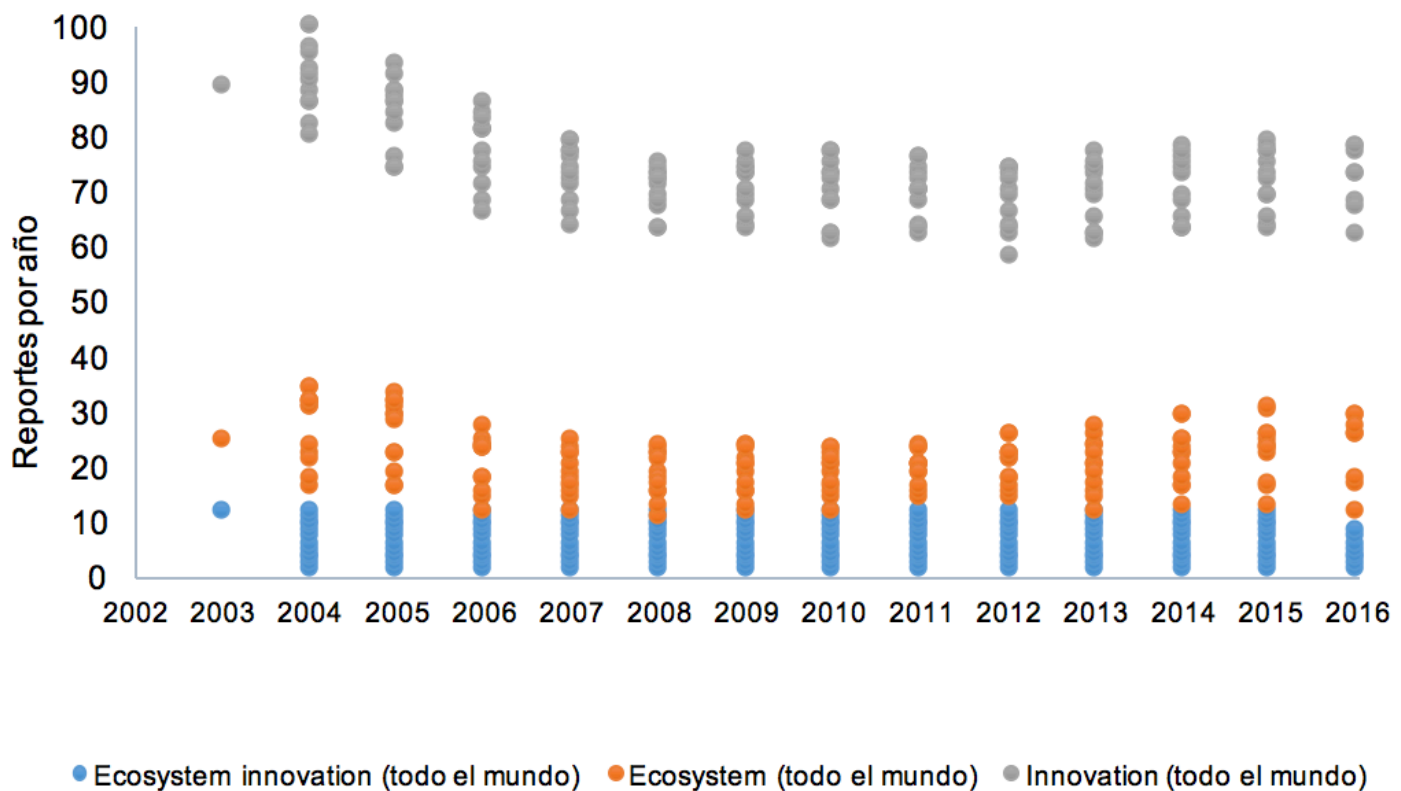
a)



b)



c)



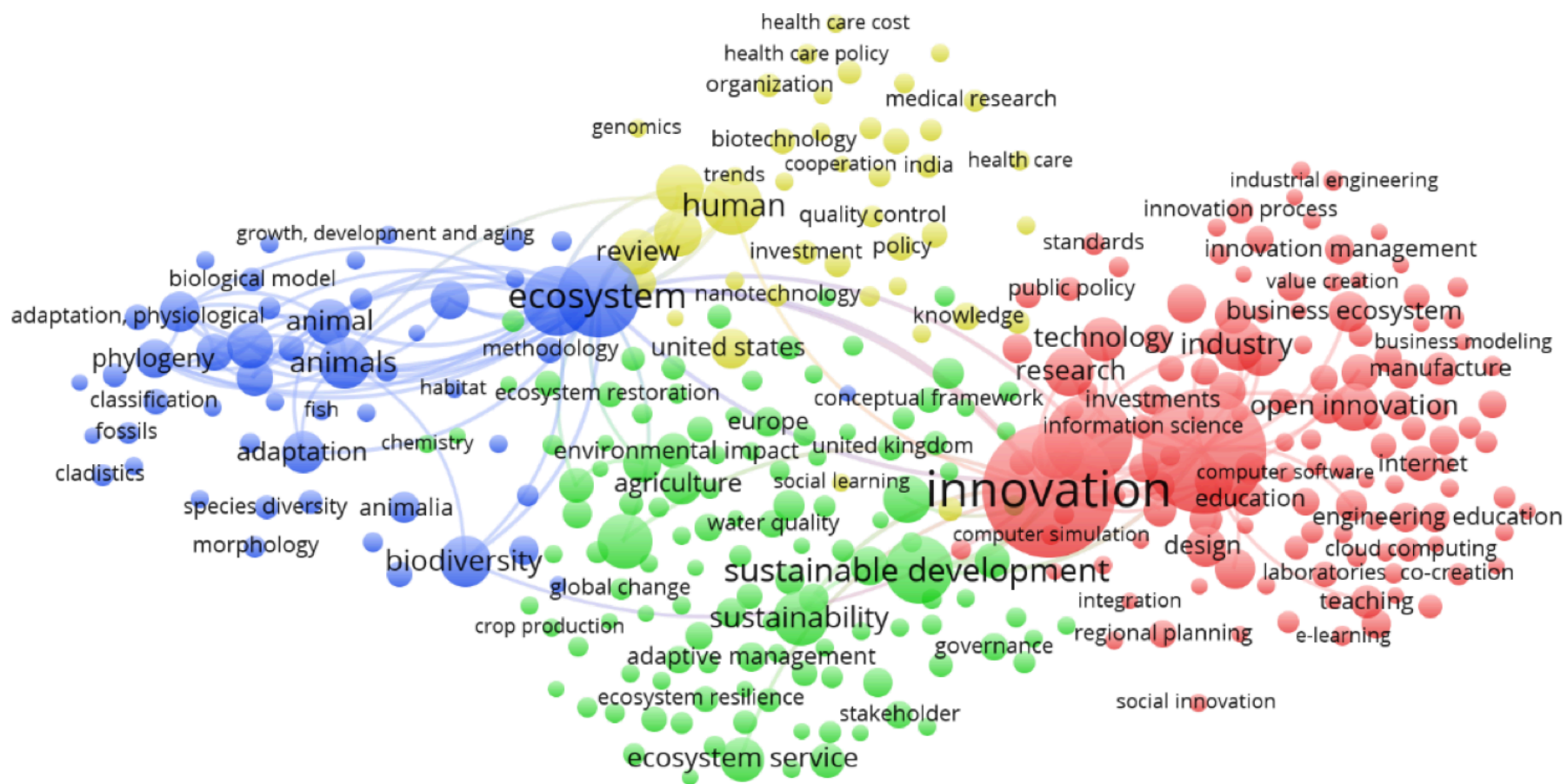
d)

Gráfica 2 . Comportamiento de las búsquedas. (a) Se presenta el número de reportes para el término ecosystems en Scopus 1940-2016. (b) El número de reportes en Scopus 1940-2016 para el término innovation. (c) El número de reportes de ecosystems e innovation y de ecosystem of innovation desde 1969 al 2015. (d) Se presenta el número de reportes de innovation systems y ecosystem of innovation, respecto al porcentaje de búsquedas desde 2011 al 2016 en Google

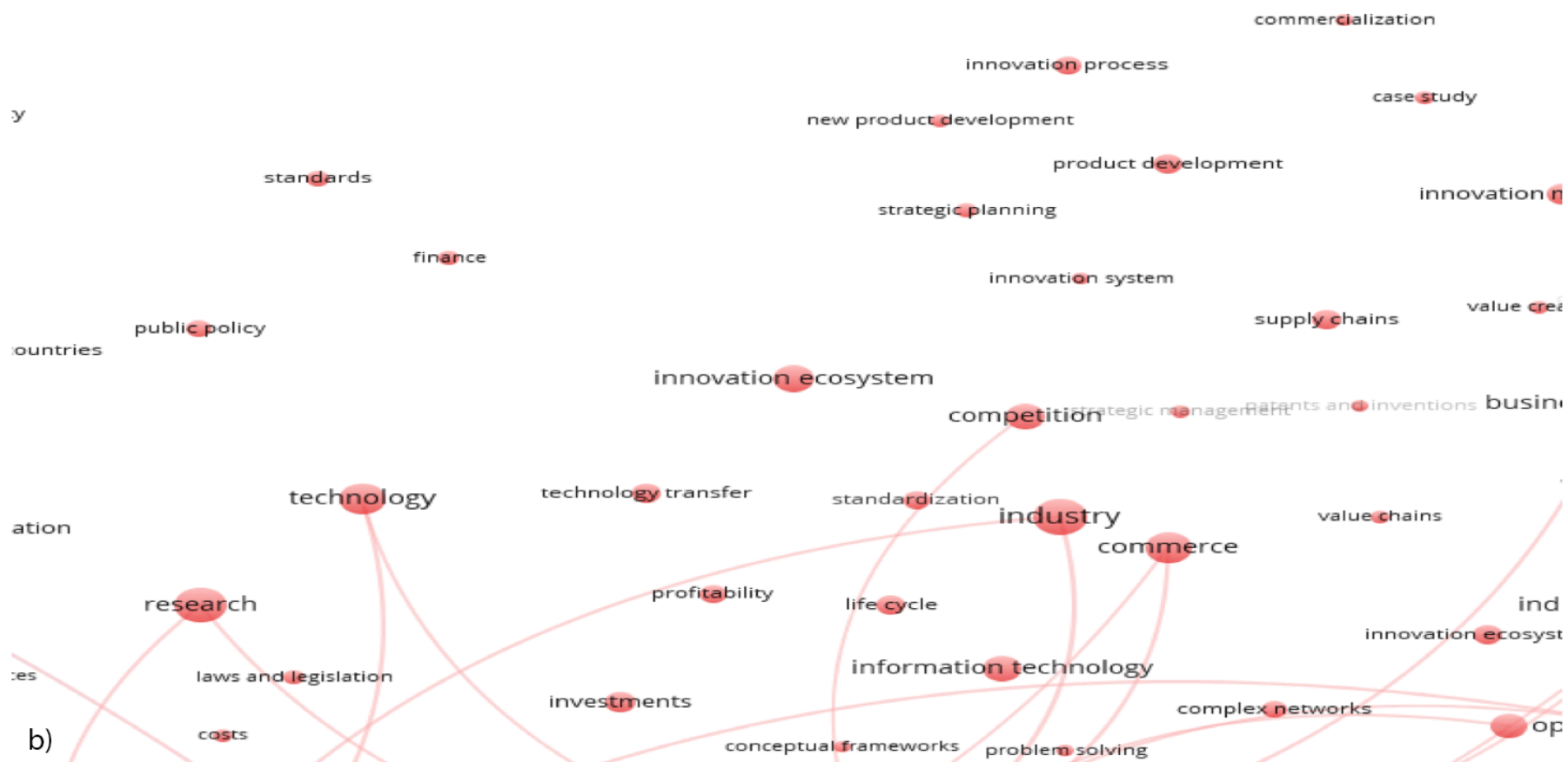
En la Gráfica 2 se puede observar que la expresión *ecosystem of innovation* (ecosistema de innovación) es marginal en las fuentes formales (Scopus) e informales (Google), lo que indica que es poco usada por la comunidad académica y medianamente referenciada en espacios no académicos.

A partir de los datos exportados de la tercera búsqueda en Scopus ((TITLE-ABS-KEY (ecosystem) AND TITLE-ABS-KEY (innovation))) se realizó un análisis de clusterización de términos usando el software OSviewer\_1.6.5®; como se presenta en la Gráfica 3 se generaron cuatro clústeres partiendo de mínimo 10 coocurrencias de un término entre los 2.465

artículos. El primer clúster de color rojo, que representa el concepto *innovation*, con 131 términos asociados; el segundo, *sustainable development*, con 122 términos asociados; el tercero, *ecosystem*, con 52 términos asociados; finalmente, el cuarto clúster, *human*, con 42 términos asociados (Ver Gráfico 3a ).



a)



b)





Gráfica 3 . Clusterización de las búsquedas en Scopus (a) se presenta el mapa de análisis para los 2456 resultados, clusterizados en cuatro grupos. (b y c) Se presentan *innovation ecosystem* e *innovation ecosystems* con un acercamiento, dado que no se pueden observar en los resultados genéricos

De las Gráficas 3 b y c se puede inferir que *innovation ecosystem* e *innovation ecosystems*, si bien aparecen en la documentación científica, se ubican en el clúster de *innovation*, pero no se encuentran relacionados con otros términos del mismo clúster, lo que implica su marginalidad con un reporte de ocurrencia del 0,75 % en un universo de 9.018 coocurrencias.

Lo anterior va en la línea de los autores que refutan el uso del término “ecosistema de innovación”, Jucevičius y Grumadaitė (2014); Oh y otros (2014); Papaioannou, Wield y Chataway (2007) , puesto que sustentan que no solo son imprecisas, sino que pueden conducir a problemas de reduccionismo y funcionalismo; reduccionismo es lo que hace Colciencias (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación), por ejemplo, al introducir el término “ecosistema científico” y usar indiscriminadamente “ecosistema de innovación” al referirse, en el caso del primero, a una ...

*... red de actores nacionales (Instituciones de Educación Superior –IES acreditadas, no acreditadas, empresas/agremiación, y opcionalmente centros de investigación, de desarrollo tecnológico y/o de innovación) e internacionales que se articulan alrededor de focos estratégicos a partir de las necesidades de país que respondan a las características de contextos regionales para generar y usar conocimiento en función del desarrollo social y productivo del país (Colciencias, 2016a).*

## 4. Conclusiones

Los resultados bibliométricos demuestran que el concepto “ecosistema de innovación” es usado en el ámbito científico de manera marginal y que la expresión que mejor describe la integración de acciones de creación, difusión, apropiación y comercialización de productos y procesos de conocimiento, al igual que las interacciones entre ellos, es “sistemas de innovación”. Si bien “ecosistema de innovación” aparece con mayor recurrencia en fuentes informales o de literatura gris (Google), su importancia es marginal.

En la literatura, el estudio del sistema de innovación se viene dando desde las ciencias administrativas y económicas y desde las ciencias naturales; es por esto que se encuentra en

las dos primeras la suficiente robustez conceptual y estructural para describir de manera adecuada los SI.

Se propone usar el concepto "sistema de innovación" en lugar de "ecosistema de innovación" para analizar las relaciones entre los agentes generadores, transformadores, explotadores y habilitadores que configuran un sistema de innovación en sus diferentes dimensiones, así como el análisis sobre las funciones de intermediación o bróker que estos realizan.

---

## Referencias bibliográficas

- Bailey, J. R., Ford, C. M., 2003. Innovation and evolution: managing tensions within and between the domains of theory and practice. *The International Handbook on Innovation*. Elsevier, 248-257. doi:10.1016/B978-008044198-6/50016-4.
- Barnes, B., Zak, D., Denton, S. Spurr, S., 1998. Forest ecology (4.a edición) Nueva York: ed. John Wiley and Sons.
- BID, 2011. Los sistemas de innovación en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Bloom, P.N., Dees, G., 2008. Cultivate your ecosystem. *Stanford Soc. Innov. Rev. Winter*, 47-53.
- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., Rickne, A., 2002. Innovation systems: analytical and methodological issues. *Res. Policy*, 31, 233-245. doi:10.1016/S0048-7333(01)00138-X.
- Carrillo, J., Contreras, Ó., 2015. Los enfoques analíticos y políticas de innovación en el norte de México. En *Experiencias estatales y transfronterizas de innovación en México*. México.
- Colciencias., 2016. Ecosistema Científico.
- Dale, A., 2001. *At the Edge. Sustainable development in the 21th century*. Vancouver: University of British Columbia Press.
- Franklin, J.F., Cromack, K., Denison, W., McKee, A., Maser, C., Sedell, J., Swanson, F., Juday, G., 1981. Ecological characteristics of old-growth Douglas-fir forests, Pacific North-west Forest and Range Experiment Station. Portland: USDA Forest Service.
- Freeman, C., 1987a. *Technology and economic performance: lessons from Japan*, Research Policy. London: Pinter Publishers.
- Freeman, C., 1987b. Technology policy and economic performance: lessons from Japan. *Res. Policy*.
- Freeman, C., 1982. The economics of industrial innovation (2.a edición). Cambridge: MIT Press.
- Freeman, C., Soete, L., 1997. The economics of industrial innovation. *Econ. Ind. Innov.*, 14.
- Gainza Lafuente, E., Uriarte Salazar, G., Imanol, J., Mendia, A., 2005. *Los clústeres como elemento dinamizador de la innovación* 1-16.
- Gobble, M., 2014. Charting the innovation ecosystem. *Res. Technol. Manag.*
- Gunderson, L., Holling, C. (Eds.), 2001. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press.
- Jackson, D.J., 2012. What is an Innovation Ecosystem?, National Science Foundation, Arlington, VA The. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Joseph, J., Won, D., Hwang, B., Jung, W., 2013. Exploration of the effects of open innovation policies on national innovation systems through system dynamics simulation: applying the results to Cambodia. *Allen Inst. Artif. Intell.*, 1-24.
- Jucevičius, G., Grumadaitė, K., 2014. Smart Development development of innovation ecosystem. *Procedia-Soc. Behav. Sci.*, 156, 125-129. doi:10.1016/j.sbspro.2014.11.133
- Kline, S.J., Rosenberg, N., 1986. An overview of innovation. *Eur. J. Innov. Manag*, 38, 275-305. doi:10.1108/14601069810368485.



- Londoño, J., 2012. La gestión de la innovación como la gestión de un ecosistema heterogéneo y estructurado. *Cuad. Gest.*, 12, 125-137. doi:10.5295/cdg.110305ja.
- Lundvall, B.-Å., 2010. *National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning*. Anthem Press.
- Lundvall, B.-Å., 1992. *National innovation systems: towards a theory of innovation and interactive learning*. London.
- Lundvall, B.-Å., 1988. Innovation as interactive process: from user producer interaction to the national systems of innovation. *Tech. Chang. Econ. Theory*.
- Lundvall, B.-Å., Johnson, B., Andersen, E.S., Dalum, B., 2002. National systems of production, innovation and competence building. *Res. Policy*, 31, 213-231. doi:10.1016/S0048-7333(01)00137-8.
- ME, M.E.A., 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington D. C.: Island Press.
- Melrose, J., Perroy, R., Careas, S., 2015. The International Handbook on Innovation. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Montero, C., Morris, P., 1999. *Territorio, competitividad sistémica y desarrollo endógeno: metodología para el estudio de los sistemas regionales de innovación* (1.a edición). Santiago de Chile.
- Nelson, R.R., 1996. National innovation systems: a retrospective on a study, in: organization and strategy in the evolution of the enterprise. *Palgrave Macmillan UK*, London, 381-409. doi:10.1007/978-1-349-13389-5\_17.
- Nelson, R.R., 1993. National innovation systems: a comparative analysis, University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship.
- Nickles, T., 2003. Evolutionary models of innovation and the meno problem. En *The International Handbook on Innovation*. Elsevier, 54-78. doi:10.1016/B978-008044198-6/50006-1.
- Odum, H., 1994. *Ecological and general systems: an introduction to systems ecology*. Colorado: University Press of Colorado.
- Odum, H., 1973. Energy, ecology, and economics. *Ambio* 2, 220-227.
- OCDE. 1997. *National Innovation Systems*.
- Oh, D.S., Phillips, F., Park, S., Lee, E., 2014. Innovation ecosystems: a critical examination. *Technovation* 54, 1-6. doi:10.1016/j.technovation.2016.02.004.
- Papaioannou, T., Wield, D., Chataway, J., 2007. Knowledge ecologies and ecosystems? An empirically grounded reflection on recent developments in innovation systems theory, in: The Open University's Repository of Research Publications. Conference Item. In: The 6th International Triple Helix Conference on University-Government-Industry Relations, 16-18 May 2007, Singapore.
- Pavitt, K., 1992. National Systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning, *Research Policy*. London. doi:10.1016/0048-7333(95)90017-9.
- Perry, D., 1994. *Forest ecosystems*. Colorado: Johns Hopkins University Press.
- RAE, 2016. *Diccionario de la lengua española*. Edición del tricentenario [WWW Document]. *Dicc. la Leng. Española*. Edición del tricentenario. URL <http://dle.rae.es/?id=VioIAfG> (accessed 6.1.16).
- Robledo Velásquez, J., 2010. *Introducción a la gestión tecnológica* (pp. 1-122).
- Rothwell, R., 1994. Towards the fifth-generation innovation process. *Int. Mark. Rev.*, 11, 7-31. doi:10.1108/02651339410057491.

Sandoval, C., 2014. Métodos y aplicaciones de la planificación regional y local en América Latina. Desarrollo territorial, CEPAL Serie Desarrollo Territorial n.o 17. Santiago de Chile.

Vera-Cruz, A.O., Lackiz, A.R., 2011. *Organizaciones intermedias de los sistemas de innovación agrícola: el caso de las Fundaciones Produce en México.*

Vertova, G., 2014. The state and national systems of innovation: a sympathetic critique. *Levy Econ. Inst. Bard Coll*, 20.

Von Bertalanffy, L., 1968. *General systems theory: foundations, development, applications.* New York: George Brazillier.

Waltner-Toews, D., Kay, J., Lister, N.-M., 2008. *The ecosystem approach. Complexity, uncertainty and managing for sustainability, complexity in ecological systems.* New York: Columbia University Press.

---

1. PhD (c) en Administración, Universidad de Misiones, Argentina. MsC en Gestión Tecnológica, UPB. Investigador SENNOVA, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia. E-mail: [jfescob1@gmail.com](mailto:jfescob1@gmail.com)

2. PhD (c), en Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia. E-mail: [mfcarden@unal.edu.co](mailto:mfcarden@unal.edu.co)

3. Estudiante PhD en Administración, Universidad de Misiones, Argentina. MsC en Gestión Tecnológica, UPB. Investigador SENNOVA, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia. E-mail: [indybibiana@gmail.com](mailto:indybibiana@gmail.com)

4. Scopus es una base de datos bibliográfica de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas. Cubre aproximadamente 18.000 títulos de más de 5.000 editores internacionales, incluyendo 16.500 revistas revisadas por pares de las áreas de ciencias, tecnología, medicina y ciencias sociales, además de artes y humanidades. Es editada por Elsevier y es accesible en la web para los suscriptores. Las búsquedas en Scopus incorporan páginas web científicas mediante Scirus, también de Elsevier, y bases de datos de patentes. Scopus también ofrece perfiles de autor que cubren afiliaciones, número de publicaciones y sus datos bibliográficos, referencias y detalles del número de citas que ha recibido cada documento publicado. Tiene sistemas de alerta que permiten a quien se registre rastrear los cambios de un perfil. Usando la opción Scopus Author Preview se pueden realizar búsquedas por autor con el nombre del afiliado como limitador, verificar la identificación del autor y poner un sistema de aviso automático que alerte de los cambios en la página del mismo mediante RSS o e-mail, lo cual permite indagar en la base de datos.

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 34) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados