

EL ENFOQUE DE SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS EN LAS CIENCIAS AMBIENTALES

The approach of socio-ecological systems
in environmental sciences

Víctor Alfonso Cerón Hernández

Universidad del Cauca

Gabriel Fernández Vargas

Universidad del Valle

Apolinar Figueroa

Universidad del Cauca

Inés Restrepo

Universidad del Valle

VÍCTOR ALFONSO CERÓN HERNÁNDEZ

ESTUDIANTE DE DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES, UNIVERSIDAD DEL CAUCA-POPAYÁN, COLOMBIA, PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI, UNIVERSIDAD DEL VALLE Y UNIVERSIDAD NACIONAL. VICTORACERON@UNICAUCA.EDU.CO

GABRIEL FERNÁNDEZ VARGAS

ESTUDIANTE DE DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES, UNIVERSIDAD DEL VALLE-CALI, COLOMBIA. PROFESOR DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA-CVC. GABRIEL.FERNANDEZ@CORREOUNIVALLE.EDU.CO

APOLINAR FIGUEROA

DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNIVERSIDAD DE VALENCIA-ESPAÑA, PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA-POPAYÁN, COLOMBIA. APOLINARFIGUEROA@GMAIL.COM

INÉS RESTREPO

DOCTORA EN INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LEEDS, REINO UNIDO, PROFESORA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE-CALI, COLOMBIA. INES.RESTREPO@CORREOUNIVALLE.EDU.CO

RESUMEN

Este artículo analiza el enfoque conceptual de los sistemas socioecológicos en las ciencias ambientales. En este se incorporan conceptos y metodologías analíticas de múltiples disciplinas, las cuales permiten ser aplicadas en el concepto de *sistemas socioecológicos*, y generar así un enfoque holístico e integrador. Dentro de este marco teórico-conceptual, se busca integrar conceptos como *resiliencia*, *adaptabilidad*, *sistemas complejos* y *servicios ecosistémicos*, y su relación con el sistema social. En este abordaje se muestra la gestión de los ecosistemas, en atención a las múltiples interacciones y fenómenos que rigen su dinámica, que permite, en última instancia, avanzar en una perspectiva interdisciplinaria en la gestión de los ecosistemas y posibilitar la integración de las nuevas condiciones de una sociedad evolutiva, adaptativa y cambiante, que responda a la necesidad de preservar los ecosistemas de los cuales depende el equilibrio social y económico.

PALABRAS CLAVES: sistemas socioecológicos, ciencias ambientales, cuencas hidrográficas y servicios ecosistémicos.

ABSTRACT

The review analyzes the conceptual approach of Socioecological Systems (SSEs) in the environmental sciences. It incorporates analytical concepts and methodologies of multiple disciplines, which can be applied in the concept of SSEs, to generate a holistic and integral approach. Within this theoretical-conceptual framework, we seek for integrate concepts such resilience, adaptability, complex systems, ecosystem services and their relationship with the social system. This approach shows the management of ecosystems, considering the multiple interactions and phenomena that govern their dynamics. This discussion ultimately allows to advance in an interdisciplinary perspective in the management of ecosystems, enabling an integration of the new conditions within an evolutionary, adaptive and changing society, with the need to preserve the ecosystems on which the social and economic equilibrium depends.

KEYWORDS: *socioecological systems, environmental sciences, watersheds and eco-systemic services.*

INTRODUCCIÓN

El abordaje de problemas complejos requiere una perspectiva multidisciplinaria y, en el caso óptimo, transdisciplinar (Barboza, 2013; Dooley, 2003; Holzer, Carmon & Orenstein, 2018; Sauvé, Bernard & Sloan, 2016). Se hace indispensable un principio científico reflexivo, integrador, basado en el método, dirigido a la solución o transición de problemas sociales y simultáneamente de problemas científicos relacionados, diferenciando e integrando el conocimiento de diversos cuerpos científicos y de base social (Berrouet, Machado & Villegas-Palacio, 2018; Burkhard & Maes, 2017), entre los cuales el conocimiento local, basado en el entendimiento espacio-temporal de la comunidad, permite una aproximación clara. La transdisciplinariedad representa, entonces, la coordinación general de la ciencia (Zscheischler & Rogga, 2015), la educación y la innovación hacia un propósito social específico (Pohl, 2008; Zscheischler & Rogga, 2015).

En este sentido, la producción del conocimiento en un contexto transdisciplinar es un proceso colaborativo (Sauvé et al., 2016), en el que el conocimiento que se genera involucra múltiples disciplinas y actores de todos los sectores de la sociedad (Loibl, 2006; Pohl, 2008) *the private sector, or civil society of the results of research?* The interacting policy cultures serve as a framework for studying transdisciplinary projects funded by two environmental research programs, the Swiss Priority Program Environment (SPPE, en busca de soluciones a problemas complejos (Zscheischler & Rogga, 2015), con lo cual se aumenta la capacidad de toma de decisiones de las partes interesadas (Walter, Helgenberger, Wiek & Scholz, 2007). La investigación transdisciplinaria logra, entonces, la capacidad de racionalizar los conflictos (Schoolman, Guest, Bush & Bell, 2012; Zierhofer & Burger, 2007), para comprender la complejidad (Pohl, 2008) *the private sector, or civil society of the results of research?* The interacting policy cultures serve as a framework for studying transdisciplinary projects funded by two environmental research programs, the Swiss Priority Program Environment (SPPE e integrar diversas perspectivas y fuentes de conocimiento (Godemann, 2008).

Desde esta perspectiva, las ciencias ambientales integran el pensamiento complejo como una de sus características destacadas (Sáenz, 2007; Singh, 2006), lo cual permite una mayor comprensión de la evaluación de los servicios prestados por los ecosistemas dentro de un marco conceptual como los sistemas socioecológicos (Millennium Ecosystem Assessment [MEA], 2005a; Wang & Ho, 2011) y obtener la interacción entre los activos socioeconómicos y el fundamento biofísico del funcionamiento propio del ecosistema, la representación del rango temporal y espacial de la provisión de servicios prestados por los ecosistemas dentro de los sistemas socioecológicos y diferenciar entre los tipos de beneficiarios y su poder de influir en las decisiones relacionadas con el manejo, flujo y uso de los servicios prestados por los ecosistemas por cada componente (Jorda-Capdevila & Rodríguez-Labajos, 2017).

Lo anterior se logra debido a que las ciencias ambientales se nutren de intercambios de conocimientos (Roche et al., 2019), no solo entre las más variadas disciplinas científicas, sino también entre distintos modos de producción de conocimiento (Chapin, Folke & Kofinas, 2009; Hodbod & Adger, 2014), como el conocimiento indígena local (Pascual et al., 2017) presente en las comunidades. En su marco de acción, intentan comprender la relación que existe entre los usos de los servicios prestados por los ecosistemas (Arias-Arévalo, Gómez-Baggethun, Martín-López & Pérez-Rincón, 2018; Chan et al., 2016; Muraca, 2016), su percepción (Granada, 2002), los ecosistemas y el desequilibrio de los sistemas naturales (Sauvé et al., 2016) presentes dentro de los sistemas socioecológicos. El objetivo de este trabajo fue establecer cómo el enfoque del concepto de *sistemas socioecológicos* puede ser utilizado en las ciencias ambientales.

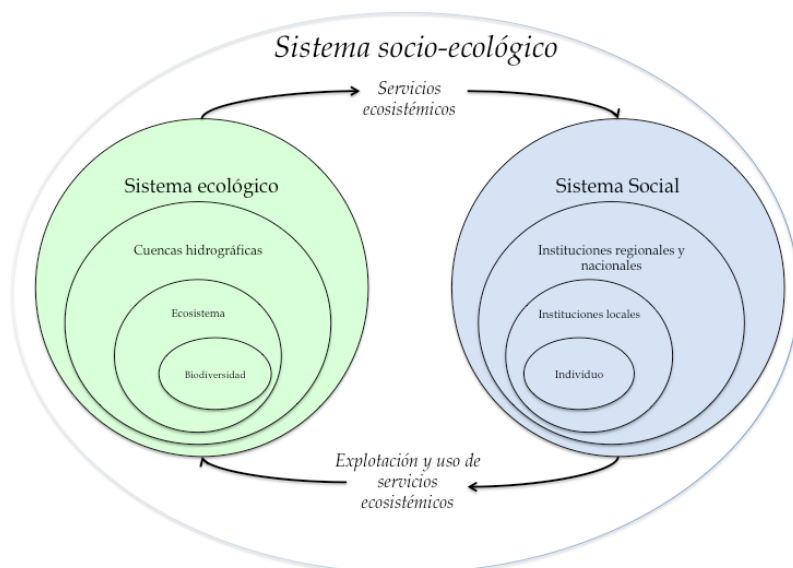
SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS

La base teórica y conceptual adoptada y utilizada en este sentido proviene de la teoría amplia e integrada de la ecología de sistemas o panarquía (Barboza, 2013; Holling, 2001) que surgió a finales de la década de 1990 como resultado de una síntesis multidisciplinaria a largo plazo; por ejemplo, de la ecología, la biología, la ecología hu-

mana, la economía ecológica, la biología de la conservación, las matemáticas, entre otras (Vadineanu, 2007). Este nuevo marco de los sistemas socioecológicos fue propuesto por primera vez por Berkes y Folke en 1998, con el objetivo de balancear la dimensión social y la natural, con énfasis en el concepto integrado de *humanos en la naturaleza* (Berkes, Folke & Colding, 1998).

El concepto ha venido siendo trabajado por entidades en el mundo, como el Centro de Resiliencia de Estocolmo, parte de entender el sistema social y el sistema ecológico como un solo sistema, ve la dimensión humana como parte de la naturaleza y reconoce que la delimitación entre ambos sistemas es algo arbitrario (Rincón-Ruiz et al., 2014). Dentro del marco conceptual, la integración de las palabras socioecológico permite entender un sistema totalmente integrado entre personas y naturaleza, lo que favorece el análisis de las situaciones de diferente manera (Cumming, 2011). El estudio de los sistemas socioecológicos está dominado por conceptos como *resiliencia*, *vulnerabilidad*, *adaptación* y *robustez* (Cumming, 2011; Wilson, Pearson, Kashima, Lusher & Pearson, 2013). Además de considerar estos conceptos, los sistemas socioecológicos son un sistema complejo adaptativo (Berkes et al., 1998) en el cual se dan fenómenos tales como la no linealidad, las valoraciones, los umbrales definidos y no definidos, los estados estables alternativos y la autoorganización (Costanza, 2014; Norberg & Cumming, 2008).

Entonces, los sistemas socioecológicos reconocen los diferentes agentes de interacción que no solo consisten en entes físico-químicos que siguen leyes naturales, sino también entes biofísicos que siguen sus procesos evolutivos (Maass, s. f.), con lo cual permiten comprender cómo las reglas, las normas, las instituciones y las culturas evolucionan y cambian (Costanza, 2014) siguiendo procesos y dinámicas (Axelrod & Cohen, 1999; Costanza, 2014). Por tanto, un aproximación a este enfoque, no solo implica el estudio de la ecología, sino también dimensiones como las prácticas sociales, la gobernabilidad, las estructuras institucionales, la tecnología (Rincón-Ruiz et al., 2014), al igual que cómo valoran las personas el ambiente (Burkhard & Maes, 2017) y las dimensiones que en un relación armónica mantienen la estabilidad del sistema (figura 1).



Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Esquema conceptual del sistema socioecológico

LAS CIENCIAS AMBIENTALES Y LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS

Las aproximaciones científicas tradicionales actuales difícilmente logran contestar las complejas preguntas sobre la crisis ambiental (Guhl & Leyva, 2014; Ahn et al., 2015), pues, en la toma de decisiones importantes, involucran altos niveles de incertidumbre, la cual es evaluada con métodos sencillos que resultan ser inadecuados (Banos-Gonzalez, Julia, Esteve-Selma & Esteve-Guirao, 2018; Mogollón, 2010; Perz, Mu, Kiker & Holt, 2013). Esta situación exige la producción de nuevo conocimiento e involucra las ciencias sociales y naturales de manera transdisciplinar, así como nuevos marcos de análisis basados en una perspectiva holística, como es el concepto de los sistemas socioecológicos (Banos-González, Martínez-Fernández & Esteve-Selma, 2015; Farhad, 2012; Hallida & Glaser, 2011). En este proceso de interlocución de disciplinas, las ciencias ambientales intentan llenar los vacíos que desde las ciencias tradicionales existen, como la interpretación y comprensión del problema ambiental actual;

apuestan a romper las barreras de conocimiento por el paradigma científico occidental, construido sobre la base del realismo natural y el constructivismo social; reconocen que los sistemas sociales y ecológicos están estrechamente conectados (Maass et al., 2016) y que, por tanto, el delineamiento de sus fronteras y la delimitación exclusiva de un ecosistema o de un sistema social resulta artificial y arbitraria (Berkes et al., 1998; Rincón-Ruiz et al., 2014).

El concepto de *sistemas socioecológicos* se ha difundido rápidamente y se utiliza con frecuencia en la literatura científica para resaltar la conexión intrínseca que existe entre el sistema natural y el sistema humano (Berrouet et al., 2018; Rincón-Ruiz et al., 2014), a partir de sus complejas retroalimentaciones recíprocas e interdependencias, en un contexto espacial y temporal, como la provisión de servicios ecosistémicos, la vulnerabilidad (Berrouet, Machado & Villegas-Palacio, 2018), el uso del suelo (Díaz et al., 2011), entre otras. Por tanto, los sistemas socioecológicos se entienden como un sistema complejo y adaptativo en el que distintos componentes culturales, políticos, sociales, económicos, ecológicos y tecnológicos (Bardsley & Wiseman, 2016; Kopperoinen, Luque, Tenerelli, Zulian & Viinikka, 2017) interactúan (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia [MinAmbiente], 2010) de manera continua, aportan una visión integral de la complejidad que exige el problema ambiental, entre ellos, la gestión del ecosistema, del agua o la gobernanza, y tiende puentes entre las ciencias naturales y sociales (Ortiz, Masera & Fuentes, 2014; Rembao, 1948). Es decir, el concepto de *sistemas socioecológicos* se constituye quizá en un escenario que puede propiciar el encuentro de diversas disciplinas del conocimiento, superar su reduccionismo y cimentar la construcción de las ciencias ambientales.

No obstante, el concepto se encuentra todavía en desarrollo teórico, por lo que existen diversas aproximaciones o enfoques desde la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad (Loibl, 2006) para su entendimiento, lo que se constituye en su principal riqueza, al establecer un marco integrador (Farhad, 2010) de las ciencias y de los conocimientos. Por ello, es indispensable el uso adecuado y moderado del concepto en contextos y escalas determinados, pues su

uso generalizado puede convertirlo en un término de “moda” en el lenguaje científico. Por tal motivo, el escenario adecuado en el que se discuta este enfoque tiene que ser desde la epistemología basada en la visión sistémica y compleja, que observe e integre características esenciales de los sistemas socioecológicos, como la no linealidad, no previsibilidad, incertidumbre, vulnerabilidad, transformación, emergencia, multiescala, resiliencia, heterogeneidad, autoorganización y adaptación (Farhad, 2010; Price, 2004).

CARACTERÍSTICAS DESTACADAS DEL LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS

Dentro de las características de los sistemas socioecológicos, la resiliencia (Sterk, Leemput & Thm, 2017), los servicios ecosistémicos y la adaptabilidad tienen especial consideración (Partelow, 2018). La primera tiene su origen en el latín, en el término *resilium* que significa “volver atrás”, “volver de un salto”, “resaltar”, “rebotar”. Procede de la física de los materiales, este concepto ha sido utilizado y desarrollado en un sinnúmero de disciplinas científicas, tanto sociales como naturales y exactas, y se ha adaptado a los contextos propios de las fronteras del conocimiento, pero tratando de conservar la idea inicial de “resistencia al cambio” (Brown, 2013). Por ejemplo, desde la ecología, Holling en 1973 introduce por primera vez el concepto para comprender las dinámicas no lineales y los procesos mediante los cuales los ecosistemas se automantienen y persisten frente a perturbaciones y cambios (Calvente, 2007). En las ciencias sociales, se asume la resiliencia como la capacidad para mantener un funcionamiento adaptativo de las funciones físicas y psicológicas en situaciones críticas (Carretero, 2010), incluso la palabra *resiliente* ha sido generalmente aplicada a las personas que se sobreponen a las dificultades (Sarkar, 2017; Villalba, 2004).

La resiliencia (Salas-Zapata, Ríos-Osorio y Del Castillo, 2012) se entiende como la capacidad que tiene el sistema para mantenerse en el tiempo a pesar de la volatilidad ambiental (Sterk et al., 2017), inducida por el aprendizaje, la transformación, la renovación y la evolución continua (Calvente, 2007). Por ejemplo, el incremento de

la resiliencia a escala de paisaje depende ampliamente de encontrar un apropiado vínculo entre la escala de demanda de los ecosistemas por las sociedades humanas y la escala en la cual esos ecosistemas son capaces de tolerar esas demandas (Cumming, Olsson, Chapin & Holling, 2013).

Tanto la resiliencia como la adaptabilidad se relacionan de manera conjunta en las interacciones que se establecen entre el sistema social y ecológico, pues, sin la capacidad adaptativa que tienen los sistemas (tanto el social como ecosistémico), la resiliencia de estos se vería seriamente amenazada. Los procesos adaptativo-resilientes provistos por los sistemas socioecológicos, que tienen lugar mediante interacciones tales como prácticas de manejo sostenibles, de adaptación y uso de recursos o servicios ecosistémicos, ocurren a múltiples escalas y mediante ciclos cambiantes (Virapongse et al., 2016). El intento de comprensión de estos ciclos estimuló, en la década de 1990, un cambio de paradigma de la gestión, con nuevas perspectivas teóricas, en que los sistemas ambientales eran altamente complejos, dinámicos y inadecuados para enfoques de gestión convencionales y prescriptivos. Como resultado, se desarrollaron enfoques holísticos, adaptativos e inclusivos para administrar los recursos como parte de procesos fluidos entre humanos y el ambiente (Chapin et al., 2009; Virapongse et al., 2016).

Por otra lado, adicional a los conceptos expuestos, los sistemas socioecológicos se tienen que analizar en atención a la complejidad, no linealidad y no previsibilidad, que dejan ver ciclos de adaptabilidad en sus dinámicas que los hacen no imprevisibles (Partelow, 2018; Walker et al., 2002). Estos conceptos se pueden entender como parte de la estructura jerárquica de los sistemas naturales y humanos, así como de los sistemas combinados (humano-naturaleza y socioecológicos), la cual está interconectada en ciclos de adaptabilidad inagotables de crecimiento, acumulación, reestructuración y renovación, por lo que su funcionamiento y sustentabilidad están dados por la comunicación que existe entre ellos (Barboza, 2013; Cumming et al., 2013; Holling, 2001), lo que es la base estructurante de los sistemas socioecológicos. Actualmente, estos se consideran como una herramienta de

referencia obligada para el análisis de sistemas trascendentes originados por la interacción de múltiples sistemas, como el ecológico y el social (Barboza, 2013; Holling, 2001).

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS

Además, de los conceptos estructurantes de los sistemas socioecológicos que se mencionaron, el concepto de *servicios ecosistémicos* es clave en el manejo teórico-práctico de los sistemas socioecológicos, pues es el puente de interacción entre la dimensión social y ecosistémica. Sin embargo, este concepto tiene sus orígenes en las denuncias del movimiento ambientalista sobre los efectos negativos de la contaminación y deforestación, entre otros (1960-1970), luego en los estudios sobre el papel de los ecosistemas sanos en el bienestar humano (1970-1980) y, finalmente, en la evaluación del beneficio para los seres humanos derivados de los recursos naturales (1980-2000) (Balvanera & Cotler, 2007; Balvanera et al., 2012; Boyd & Banzhaf, 2007; Hernández, Urceli & Pastor, 2002). Este concepto surge de la necesidad de hacer énfasis en la estrecha relación que existe entre la salud de los ecosistemas y el bienestar de los seres humanos (Balvanera & Cotler, 2007; Rincón-Ruiz et al., 2014). No obstante, y aun cuando el concepto sigue en construcción desde que Westman lo introdujera en 1977 como “servicios de la naturaleza”, hoy existe algún grado de consenso global alrededor de la definición adoptada en la evaluación de los ecosistemas del milenio como aquellos beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas (MEA, 2005b). Costanza et al. (2017) lo redefinen como una visión de “todo el sistema consciente” de los seres humanos integrados en la sociedad y en el resto de la naturaleza.

El objetivo principal del concepto hace énfasis en las preocupaciones ecológicas en términos económicos y busca resaltar la dependencia de la sociedad de los ecosistemas naturales e impulsar el interés público en la conservación de la biodiversidad (Camacho & Ruiz, 2012; Costanza et al., 2017), a Burkhard & Maes,. Para ello, los servicios ecosistémicos típicamente se “compartmentalizan” siguiendo una clasificación de valores (aprovisionamiento, regulación, mantenimiento y culturales) y el tipo de contribución a los procesos

económicos (Gowdy & Erickson, 2005; Schröter et al., 2014) derivados de esos recursos (secuestro de carbono, regulación de agua, etc.) (Rival & Muradian, 2012a).

Además, es criticado por la exclusión del valor intrínseco de las diferentes entidades en la naturaleza (Arias-Arévalo et al., 2017; McCauley, 2006; Sagoff, 2009). Esta crítica tiene sus raíces en un debate extenso todavía no resuelto dentro de la ética ambiental, en el cual se analiza si las acciones humanas hacia la naturaleza deben basarse en una visión antropocéntrica que establece los valores instrumentales de la naturaleza (Muraca, 2016) o si deben basarse en el razonamiento biocéntrico que constituye los valores intrínsecos de la naturaleza (Jax et al., 2013). Desde una postura tradicional, se ha entendido el ambiente como objeto al servicio del ser humano, lo que conlleva rupturas en varios campos de acción del ser humano e involucra novedades, como reconocimiento de derechos propios de la naturaleza, redefiniciones del concepto de *ciudadanía*, hasta llegar a las concepciones sobre la justicia (Gudynas, 2010), lo que proporciona un sólido apuntalamiento científico de una gran cantidad de desafíos legales ambientales (Aragao, Jacobs & Cliquet, 2016) de la sociedad. Este enfoque viene desde hace varios siglos, cuando toda exigencia o deber, por los que puedan sentirse interpolados, y su imputación a una naturaleza desprovista de espíritu, no es más que una libertad antropomórfica (Jonas, 2000), es decir, que los atributos morales que el ser humano brinda a la naturaleza son a su voluntad, mas no en sí misma.

A pesar de las críticas, desde que se introdujo el concepto, este se ha difundido rápidamente en el mundo y se ha convertido tanto en una herramienta analítica para académicos (Banos-González et al., 2015; Costanza et al., 2017; Hackbart, De Lima, Guilherme & Dos Santos, 2017) as land and water resources, are more evident. The hyperarid island of Fuerteventura (The Canary Islands, Spain como en una herramienta discursiva poderosa para conservacionistas y formuladores de políticas interesados en la preservación de la herencia natural (Rival & Muradian, 2012a). Ello puede dar un marco de trabajo más efectivo para analizar las decisiones que se to-

man sobre el aprovechamiento de los recursos naturales del ecosistema, con visión hacia la sustentabilidad (Camacho & Ruiz, 2012) y generar un mayor impacto en los tomadores de decisiones (Balvanera & Cotler, 2007), académicos, sociedad civil organizada e, incluso, en la opinión pública sobre la relación sociedad-ecosistemas.

Para el estudio de los servicios ecosistémicos, existen diversos tipos de abordaje, los cuales varían en función de los intereses del investigador o de la institución e, incluso, de la fuente que financia el estudio o proyecto de investigación. Por ejemplo, se destacan, entre otros: a) marcos conceptuales y metodológicos inter- o transdisciplinarios, b) análisis de los distintos servicios que provee un ecosistema o un componente particular de los ecosistemas, c) valoración económica y d) análisis de experiencias concretas conducentes a modificar los patrones actuales de toma de decisiones en la búsqueda de opciones que permitan maximizar el mantenimiento de estos servicios (Balvanera & Cotler, 2007). Sea cual sea el enfoque, el marco de los servicios ecosistémicos tiene como objetivo dar a conocer y comunicar la dependencia de los procesos económicos de estos y hacer explícito el vínculo entre los usuarios de los recursos naturales y los beneficiarios de los servicios ecosistémicos derivados de esos (Rival & Muradian, 2012a, 2012b). Por su amplio uso, en 2012, se creó el Panel Intergubernamental de la Biodiversidad y los Servicios de los Ecosistemas (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [IPBES]) como el órgano principal en el mundo para evaluar el estado de la biodiversidad del planeta, sus ecosistemas y los servicios esenciales que prestan a la sociedad, el cual tiene 121 países miembros en la actualidad (Ahn et al., 2015; Ferrier et al., 2016; Pascual et al., 2017).

Esta organización menciona que la capacidad de un ecosistema de proveer una variedad de servicios depende de una combinación particular de características y propiedades (Rival & Muradian, 2012a), las cuales son típicamente complejas debido a la multidimensionalidad, no linealidad y multiescalar (geográfica y temporal) de la naturaleza de las dinámicas ecológicas (Wilson, 2006). Tal complejidad (que el mercado usualmente es incapaz de comprender) ha sido el

sujeto de la investigación ecológica por décadas; pero, a pesar de ello, el entendimiento de las funciones de los ecosistemas, incluso sus *drivers* y *trade-offs* es todavía limitado (Rival & Muradian, 2012a). En tal sentido, y aun cuando el concepto de *servicios ecosistémicos* ha dado luces sobre el estrecho vínculo entre naturaleza y sociedad, existen críticas fuertes a la definición, pues no permite diferenciar entre los procesos y las funciones que ocurren dentro del ecosistema y el beneficio que obtiene la humanidad del ecosistema (Balvanera & Cotler, 2007).

La importancia de entender el concepto de *servicios ecosistémicos* descansa en el hecho de que todos los países del mundo están íntimamente relacionados con los ecosistemas y sus servicios, y todos dependen directamente de ellos. Si continúa el daño a los ecosistemas, estos no podrán seguir suministrando bienes y servicios (Oropesa, Urciaga y Ponce, 2015), de los cuales depende la estabilidad socioeconómica de las naciones. Es esta la razón del porqué el crecimiento en la investigación en los servicios ecosistémicos (servicios prestados por los ecosistemas), que, en otras palabras, permite evidenciar explícitamente cómo los ecosistemas suplen las necesidades humanas. Sin embargo, la aplicación específica, el enfoque y el resultado del marco de trabajo de investigación y las intervenciones de este concepto de servicios prestados por los ecosistemas no pueden interpretarse sin prestar atención a la forma en que se definen los enfoques y el contexto histórico, geográfico y político en que se desarrolla cada investigación (Balvanera et al., 2012).

Probablemente, la contribución más importante del reconocimiento de los servicios ecosistémicos (servicios prestados por los ecosistemas) es que replantea la relación entre los humanos y el resto de la naturaleza (Costanza et al., 2014; Rincón-Ruiz et al., 2014). Una mejor comprensión del papel de los servicios de los ecosistemas hace hincapié en los activos naturales como componentes críticos de la riqueza, el bienestar y la sostenibilidad. Mantener y mejorar el bienestar humano requiere un equilibrio social e individual, para comprender los parámetros que definen cómo se construye la interpretación económica en los ecosistemas. Este replanteamiento de la forma en que se mira la naturaleza es esencial para resolver el

problema de cómo construir un futuro sostenible y deseable para la humanidad (Barrena, Nahuelhual, Báez, Schiappacasse & Cerda, 2014; Costanza et al., 2014).

El grado de afectación de las actividades que se desarrollan sobre los ecosistemas depende de la manera como la sociedad percibe, valora y usa el ambiente. Es en esta relación tripartita compleja en la que el concepto de sistemas socioecológicos es un elemento clave para entender su complejidad (Costanza, 2013; De Groot, Alkemade, Braat, Hein & Willemen, 2010; Gatzweiler, 2014; Scholte, Teeffelen & Verburg, 2015). Así, el sistema social (seres humanos) está estructurado por los grupos locales (organizaciones sociales), comunidades e instituciones, que establecen relaciones entre ellos y el sistema ecológico, el cual está constituido por las distintas escalas de los sistemas naturales (redes tróficas, sistemas biótico, abiótico, que están en constante interacción y retroalimentación); estos sistemas se conectan y relacionan de forma constante, mediante el uso de los servicios ecosistémicos (servicios prestados por los ecosistemas) (Rincón-Ruiz et al., 2014), los cuales son percibidos y valorados de maneras distintas en las diferentes escalas sociales establecidas.

Esta postura convencional sobre la naturaleza se concibe como un conjunto de objetos reconocidos o valorados en función de las personas. Los valores son brindados por el ser humano, y sus expresiones más comunes son, por ejemplo, la asignación de un valor económico (De Groot, Wilson & Boumans, 2002) a algunos recursos naturales o la adjudicación de derechos de propiedad sobre espacios verdes. Esta es la postura antropocéntrica donde la naturaleza no tiene derechos propios, sino que estos residen únicamente en las personas. Por ello, los seres humanos, en tanto cognoscentes y sintientes, son los agentes morales que pueden otorgar esos valores y discutir en los escenarios políticos sobre la administración del entorno (Gudynas, 2010; Schröter et al., 2014).

Desde lo social, es necesario entender cómo los diferentes grupos humanos perciben, valoran y usan los servicios ecosistémicos en diferentes escalas espaciales y temporales. Describir y analizar las estrategias desarrolladas por los actores sociales para asegurar su ac-

ceso a ciertos servicios (o resistir la restricción de acceso o la pérdida de su propiedad) obliga a adoptar algún enfoque socioecológico que permita comprender las perspectivas de la gente o la comunidad (Quétier, Tapella, Conti, Cáceres & Díaz, 2007). Sin embargo, no basta con este enfoque, y es allí donde los sistemas socioecológicos combinan una amalgama de disciplinas y la teoría de la complejidad (Cumming, 2011). Ello permite elaborar un paradigma evolutivo prolongado que es capaz de explicar no solo cómo los organismos evolucionan y cambian, sino también cómo las reglas, las normas, las instituciones y las culturas evolucionan y cambian (Costanza, 2013). Es en este escenario en el que el sistema socioecológico se presenta como un sistema cambiante, modulado y selectivo, que rara vez está en equilibrio y menos estático.

CONCLUSIONES

Considerar el enfoque de sistemas socioecológicos como un elemento estructurante de las ciencias ambientales permitirá lograr una integración de las condiciones de una sociedad evolutiva, adaptativa y cambiante, con la necesidad de preservar los ecosistemas de los cuales depende el equilibrio social. La ventaja de este enfoque es la integración del saber de la sociedad a diferentes escalas, con una manera más adecuada de usar los servicios ecosistémicos y generar estrategias reales y sostenibles que permitirían reducir la acelerada sobreexplotación de los ecosistemas. Ello permitiría avanzar decididamente en el entendimiento de que los seres humanos son parte de la naturaleza y de que su bienestar depende estrictamente de la salud de los ecosistemas y del mantenimiento de sus servicios ecosistémicos, y así permitir alcanzar la sostenibilidad tanto del sistema social como ecosistémico.

REFERENCIAS

Ahn, S., Amankwah, E., Asah, S. T., Balvanera, P., Breslow, S. J., Bullock, C. ... Figueroa, E. (2015). Preliminary guide regarding diverse conceptualization of multiple values of nature and its benefits, including biodiversity and ecosystem functions and services

- (deliverable 3 (d)). *The Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*.
- Aragao, A., Jacobs, S. & Cliquet, A. (2016). What's law got to do with it? Why environmental justice is essential to ecosystem service valuation. *Ecosystem Services*, 22, 221-227. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.012>
- Arias-Arévalo, P., Gómez-Baggethun, E., Martín-López, B. & Pérez-Rincón, M. (2018). Widening the evaluative space for ecosystem services: A taxonomy of plural values and valuation methods. *Environmental Values*, 27(1), 29-53. <https://doi.org/10.3197/096327118X15144698637513>
- Axelrod, R. & Cohen, M. D. (1999). *Harnessing complexity: Organizational implications of a scientific frontier*. Nueva York, EE. UU.: The Free Press.
- Balvanera, P. & Cotler, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica*, 84-85, 8-15. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/539/53908502.pdf>
- Balvanera, P., Uriarte, M., Almeida-Leñero, L., Altesor, A., DeClerck, F., Gardner, T. ... Vallejos, M. (2012). Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. *Ecosystem Services*, 2, 56-70. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.09.006>
- Banos-González, I., Martínez-Fernández, J. & Esteve-Selma, M. Á. (2015). Dynamic integration of sustainability indicators in insular socioecological systems. *Ecological Modelling*, 306, 130-144. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.08.014>
- Banos-Gonzalez, I., Martínez-Fernández, J., Esteve-Selma, M. Á. & Esteve-Guirao, P. (2018). Sensitivity analysis in socioecological models as a tool in environmental policy for sustainability. *Sustainability*, 10(8), 2928. <https://doi.org/10.3390/su10082928>
- Bardsley, D. K. & Wiseman, N. D. (2016). Socio-ecological lessons for the Anthropocene: Learning from the remote Indigenous communities of Central Australia. *Anthropocene*, 14, 58-70. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2016.04.001>
- Barrena, J., Nahuelhual, L., Báez, A., Schiappacasse, I. & Cerda, C. (2014). Valuing cultural ecosystem services: Agricultural heritage in Chiloé island, southern Chile. *Ecosystem Services*, 7, 66-75. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.12.005>

- Berkes, F., Folke, C. & Colding, J. (Eds.). (1998). *Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge, RU: Cambridge University Press.
- Berrouet, L. M., Machado, J. & Villegas-Palacio, C. (2018). Vulnerability of socio-ecological systems: A conceptual framework. *Ecological Indicators*, 84, 632-647. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.051>
- Boyd, J. & Banzhaf, S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63(2-3), 616-626. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.01.002>
- Brown, K. (2014). Global environmental change I: A social turn for resilience? *Progress in Human Geography*, 38(1), 107-117. <https://doi.org/10.1177/0309132513498837>
- Burkhard, B. & Maes, J. (2017). Mapping ecosystem services. *Advanced Books*, 1, e12837. Recuperado de <https://ab.pensoft.net/article/12837/download/pdf>
- Calvente, A. M. (2007). *Ciclo de renovación adaptativa*. Recuperado de <http://sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/cs/UAIS-CS-200-004%20-%20Renovacion%20adaptativa.pdf>
- Camacho-Valdez, V. y Ruiz-Luna, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, 1(4). <https://doi.org/10.15741/revbio.01.04.02>
- Carretero Bermejo, R. (2010). Resiliencia: una visión positiva para la prevención e intervención desde los servicios sociales. *Nómadas: Critical Journal of Social and Juridical Sciences*, 27(3). Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/181/18113757004.pdf>
- Chan, K. M., Balvanera, P., Benessaiah, K., Chapman, M., Díaz, S., Gómez-Baggethun, E. ... Luck, G. W. (2016). Opinion: Why protect nature? Rethinking values and the environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(6), 1462-1465. <https://doi.org/10.1073/pnas.1525002113>
- Chapin, F. S., Folke, C. & Kofinas, G. P. (2009). A framework for understanding change. En C. Folke, G. Kofinas & F. Chapin (Eds.), *Principles of ecosystem stewardship*. (pp. 3-28). Nueva York, EE. UU.: Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73033-2_1
- Costanza, R. (2014). A theory of socioecological system change. *Journal of Bioeconomics*, 16(1), 39-44. <https://doi.org/10.1007/s10818-013-9165-5>

- Costanza, R., De Groot, R., Sutton, P., Van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I. ... Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>
- Costanza, R., De Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P. ... Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem services*, 28, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
- Cumming, G. S. (2011). *Spatial resilience in social-ecological systems*. Rondebosch, Sudáfrica: Springer.
- Cumming, G. S., Olsson, P., Chapin, F. S. & Holling, C. S. (2013). Resilience, experimentation, and scale mismatches in social-ecological landscapes. *Landscape Ecology*, 28(6), 1139-1150. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9725-4>
- Daily, G. C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P. M., Mooney, H. A., Pejchar, L. ... Shallenberger, R. (2009). Ecosystem services in decision making: Time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1), 21-28. <https://doi.org/10.1890/080025>
- De Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L. & Willemen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, 7(3), 260-272. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006>
- De Groot, R. S., Wilson, M. A. & Boumans, R. M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41(3), 393-408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- Díaz, S., Quétier, F., Cáceres, D. M., Trainor, S. F., Pérez-Harguindeguy, N., Bret-Harte, M. S. ... Poorter, L. (2011). Linking functional diversity and social actor strategies in a framework for interdisciplinary analysis of nature's benefits to society. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(3), 895-902. <https://doi.org/10.1073/pnas.1017993108>
- Dooley, P. K. (2003). Biocentric, homocentric, and theocentric environmentalism. En S. J. Rosowski (Ed.), *Willa Cather's ecological imagination*. (pp. 64-76). Lincoln, EE. UU.: University of Nebraska Press.

- Farhad, S. (2010). *Los sistemas socioecológicos: una aproximación conceptual y metodológica*. Trabajo presentado en XII Jornadas de Economía Crítica, Zaragoza, España. Recuperado de <http://www.asociacioneconomiacritica.org/xiv-jornadas-2/>
- Gatzweiler, F. W. (2014). Value, institutional complementarity and variety in coupled socioecological systems. *Ecosystem Services*, 10, 137-143. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.08.004>
- Godemann, J. (2008). Knowledge integration: A key challenge for transdisciplinary cooperation. *Environmental Education Research*, 14(6), 625-641. <https://doi.org/10.1080/13504620802469188>
- Gowdy, J. & Erickson, J. (2005). Ecological economics at a crossroads. *Ecological Economics*, 53(1), 17-20. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/7084495.pdf>
- Granada Echeverri, H. (2002). *Psicología ambiental: introducción a la temática*. Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte.
- Gudynas, E. (2010). La senda biocéntrica: valores intrínsecos, derechos de la naturaleza y justicia ecológica. *Tabula Rasa*, 13, 45-71. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/396/39617525003.pdf>
- Guhl Nannetti, E. y Leyva, P. (2014). *La gestión ambiental en Colombia, 1994-2014: ¿un esfuerzo insostenible?* Bogotá, Colombia: Friedrich-Ebert-Stiftung. Recuperado de <https://www.foronacionalambiental.org.co/publicaciones/detalle/la-gestion-ambiental-en-colombia-1994-2014-un-esfuerzo-insostenible/>
- Hackbarta, Vivian C. S., de Lima, Guilherme T. N. P. & dos Santosa, Rozely F. (2017). Theory and practice of water ecosystem services valuation: Where are we going? *Ecosystem Services*, 23, 218-227. Recuperado <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.12.010>
- Halliday, A. & Glaser, M. (2011). A management perspective on social ecological systems: A generic system model and its application to a case study from Peru. *Human Ecology Review*, 18(1), 1-18.
- Hernández, A. J., Urcelay, A. & Pastor Piñeiro, J. (2002). *Evaluación de la resiliencia en ecosistemas terrestres degradados encaminada a la restauración ecológica*. Recuperado <https://digital.csic.es/handle/10261/53881>
- Hodbod, J. & Adger, W. N. (2014). Integrating social-ecological dynamics and resilience into energy systems research. *Energy Research & Social Science*, 1, 226-231. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.03.001>

- Holling, C. S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems*, 4(5), 390-405. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0101-5>
- Holzer, J. M., Carmon, N. & Orenstein, D. E. (2018). A methodology for evaluating transdisciplinary research on coupled socioecological systems. *Ecological Indicators*, 85, 808-819. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.074>
- Ferrier, S., Ninan, K. N., Leadley, P., Alkemade, R., Acosta, L. A., Akçakaya, H. R. ... Kabubo-Mariara, J. (2016). *The methodological assessment report on scenarios and models of biodiversity and ecosystem services*. Bonn, Alemania: Secretariat of the Intergovernmental Platform for Biodiversity and Ecosystem Services.
- Jax, K., Barton, D. N., Chan, K. M., De Groot, R., Doyle, U., Eser, U. ... Haines-Young, R. (2013). Ecosystem services and ethics. *Ecological Economics*, 93, 260-268.
- Jonas, H. (2000). *El principio vida: hacia una biología filosófica*. Madrid, España: Trotta.
- Jorda-Capdevila, D. & Rodríguez-Labajos, B. (2017). Embracing complexity improves the assessment of environmental flows: One step beyond Gopal's (2016) framework. *Ecosystem Services*, 25, 79-81. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.03.018>
- Kopperoinen, L., Luque, S., Tenerelli, P., Zulian, G. & Viinikka, A. (2017). Mapping cultural ecosystem services. En B. Burkhard & J. Maes (Eds.), *Mapping ecosystem services*. (pp. 199-211). Sofia, Bulgaria: Pensoft Publishers.
- Loibl, M. (2006). Integrating perspectives in the practice of transdisciplinary research. En J.-P. Voß, D. Bauknecht & R. Kemp (Eds.), *Reflexive governance for sustainable development*. (pp. 294-309). Londres: Edward Elgar.
- Maass, M. (s. f.). Los sistemas socioambientales desde el enfoque socioecosistémico. En S. Ávila y M. Perevochtchikova (Eds.), *Sistemas socioambientales desde la teoría a la práctica: caso de Oaxaca*. Ciudad de México.
- Maass, M., Balvanera, P., Bourgeron, P., Equihua, M., Baudry, J., Dick, J. ... Orenstein, D. E. (2016). Changes in biodiversity and trade-offs among ecosystem services, stakeholders, and components of well-being: The contribution of the International Long-Term Ecological

- Research network (ILTER) to Programme on Ecosystem Change and Society (PECS). *Ecology and Society*, 21(3). Recuperado de https://www.jstor.org/stable/26269984?seq=1#metadata_info_tab_contents
- McCauley, D. J. (2006). Selling out on nature. *Nature*, 443(7107), 27-28. <http://doi.org/10.1038/443027a>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005a). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, D.C, EE. UU.: World Resources Institute.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005b). *Evaluación de los ecosistemas del milenio*. Recuperado de <https://www.millenniumassessment.org/es/About.html>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). *Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Mogollón, B. (2010). *Revisión del estado del arte en técnicas para la modelación de socioecosistemas, con un análisis de su aplicabilidad en la Orinoquia en general y una modelación para la Cuenca del Túa y Cusiana*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado de <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31176>
- Muraca, B. (2016). Relational values: A whiteheadian alternative for environmental philosophy and global environmental justice. *Balkan Journal of Philosophy*, 8(1), 19-38. Recuperado de <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=341645>
- Norberg, J. & Cumming, G. S. (2008). *Complexity theory for a sustainable future*. Nueva York. EE. UU.: Columbia University Press.
- Oropeza Cortés, M. G., Urciaga García, J. y Ponce Díaz, G. (2015). Importancia económica y social de los servicios de los ecosistemas: una revisión de la agenda de investigación. *Revista Global de Negocios*, 3(2), 103-113.
- Ortiz Moreno, J. A., Masera Cerutti, O. R. y Fuentes Gutiérrez, A. F. (2014). *La ecotecnología en México*. Morelia, Michoacán: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Parelow, S. (2018). A review of the social-ecological systems framework: Applications, methods, modifications, and challenges. *Ecology and Society*, 23(4).

- Pascual, U., Balvanera, P., Díaz, S., Pataki, G., Roth, E., Stenseke, M. ... Maris, V. (2017). Valuing nature's contributions to people: The IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26, 7-16. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.006>
- Perz, S. G., Mu, R., Kiker, G. & Holt, R. D. (2013). Evaluating ecological resilience with global sensitivity and uncertainty analysis. *Ecological Modelling*, 263, 174-186. <http://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.04.024>
- Pohl, C. (2008). From science to policy through transdisciplinary research. *Environmental Science and Policy*, 11(1), 46-53. <http://doi.org/10.1016/j.envsci.2007.06.001>
- Price, M. F. (2004). Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change. *Biological Conservation*, 119(4), 581. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.01.010>
- Prieto Barboza, E. A. (2013). Resiliencia y panarquía: claves para enfrentar la adversidad en sistemas sociales. *Multiciencias*, 13(1), 23-29. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/904/90428348007.pdf>
- Quétier, F., Tapella, E., Conti, G., Cáceres, D. y Díaz, S. (2007). **Servicios ecosistémicos y actores sociales: aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario.** *Gaceta Ecológica*, 84-85, 17-26. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/539/53908503.pdf>
- Rembao, A. (1948). Al filo del agua. *Books Abroad*, 22(2). <http://doi.org/10.2307/40087391>
- Rincón-Ruiz, A., Echeverry-Duque, M., Piñeros, A. M., Tapia, C. H., David, A., Arias-Arévalo, P. y Zuluaga, P. A. 2014. (2014). *Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: aspectos conceptuales y metodológicos*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rival, L. & Muradian, R. (2012a). Ecosystem services and environmental governance: Some concluding remarks. En L. Rival & R. Muradian (Eds.), *Governing the provision of ecosystem services*. (pp. 465-481). Dordrecht: Springer.
- Rival, L. & Muradian, R. (2012b). Introduction: Governing the provision of ecosystem services. En L. Rival & R. Muradian (Eds.), *Governing the provision of ecosystem services*. (pp. 1-17). Dordrecht: Springer.

- Roche, D. G., Bennett, J. R., Provencher, J., Rytwinski, T., Haddaway, N. R. & Cooke, S. J. (2019). Science of the Total Environment Environmental sciences benefit from robust evidence irrespective of speed. *Science of the Total Environment*, 696, 134000. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134000>
- Sáenz, O. (2007). *Las ciencias ambientales: una nueva área del conocimiento*. Bogotá, Colombia: Red Colombiana de Formación Ambiental.
- Sagoff, M. (2009). The economic value of ecosystem services. *Bioscience*, 59(6), 461. <http://doi.org/10.1525/bio.2009.59.6.18>
- Salas-Zapata, W. A., Ríos-Osorio, L. A. y Castillo, J. Á. del (2012). Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos. *Ecología Austral*, 22(1), 74-79. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/15788/Marcoconceptual.pdf>
- Sarkar, M. (2017). Psychological resilience: Definitional advancement and research developments in elite sport. *International Journal of Stress Prevention and Wellbeing*, 1, 1-4. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/dc9f/a4f3d22ac9bfb94b743d65960a2c2c397ed9.pdf>
- Sauvé, S., Bernard, S. & Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 17, 48-56. <http://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>
- Scholte, S. S. K., Teeffelen, A. J. a Van & Verburg, P. H. (2015). Integrating sociocultural perspectives into ecosystem service valuation: A review of concepts and methodologies. *Ecological Economics*, 114, 67-78. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.03.007>
- Schoolman, E. D., Guest, J. S., Bush, K. F. & Bell, A. R. (2012). How interdisciplinary is sustainability research? Analyzing the structure of an emerging scientific field. *Sustainability Science*, 7(1), 67-80. <http://doi.org/10.1007/s11625-011-0139-z>
- Schröter, M., Van der Zanden, E. H., van Oudenhoven, A. P., Remme, R. P., Serna-Chavez, H. M., De Groot, R. S. & Opdam, P. (2014). Ecosystem services as a contested concept: A synthesis of critique and counter-arguments. *Conservation Letters*, 7(6), 514-523. <https://doi.org/10.1111/conl.12091>
- Singh, Y. (2006). *Environmental science*. Uttar Pradesh, India: New Age International.

- Sterk, M., van de Leemput, I. A. & Peeters, E. T. (2017). How to conceptualize and operationalize resilience in socio-ecological systems? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 28, 108-113. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.09.003>
- Vadineanu, A. (2007). The ecosystem approach applied to the management of the coastal socio-ecological systems. En I. E. Gonenc, V. G. Koutitonsky, B. Rashleigh, R. B. Ambrose & J. P. Wolflin (Eds.), *Assessment of the fate and effects of toxic agents on water resources*. (pp. 199-224). Dordrecht, Países Bajos: Springer.
- Villalba Quesada, C. (2003). El concepto de resiliencia individual y familiar: aplicaciones en la intervención social. *Psychosocial Intervention*, 12(3), 283-299. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1798/179818049003.pdf>
- Virapongse, A., Brooks, S., Covelli, E., Zedalis, M., Gosz, J., Kliskey, A. & Alessa, L. (2016). A social-ecological systems approach for environmental management. *Journal of Environmental Management*, 178, 83-91. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.02.028>
- Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G., Janssen, M. ... Pritchard, R. (2002). Resilience management in social-ecological systems: A working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecology*, 6(1).
- Walter, A. I., Helgenberger, S., Wiek, A. & Scholz, R. W. (2007). Measuring societal effects of transdisciplinary research projects: Design and application of an evaluation method. *Evaluation and Program Planning*, 30(4), 325-338. <http://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2007.08.002>
- Wang, M. H. & Ho, Y. S. (2011). Research articles and publication trends in environmental sciences from 1998 to 2009. *Archives of Environmental Science*, 5, 1-10. Recuperado de <http://dns2.asia.edu.tw/~ysho/Trend%20Research%20Centre/Publications/PDF/Arc%20Eur%20Sci5,%201.pdf>
- Wilson, J. A. (2006). Matching social and ecological systems in complex ocean fisheries. *Ecology and Society*, 11(1).
- Wilson, S., Pearson, L. J., Kashima, Y., Lusher, D. & Pearson, C. (2013). Separating adaptive maintenance (Resilience) and transformative capacity of social-ecological systems. *Ecology and Society*, 18(1). <http://doi.org/10.5751/ES-05100-180122>

- Zierhofer, W. & Burger, P. (2007). Transdisciplinary research—a distinct mode of knowledge production? Problem-orientation, knowledge integration and participation in transdisciplinary research projects. *GAIA: Ecological Perspectives for Science and Society*, 16(1), 29-34. <https://doi.org/10.14512/gaia.16.1.10>
- Zscheischler, J. & Rogga, S. (2015). Transdisciplinarity in land use science: A review of concepts, empirical findings and current practices. *Futures*, 65, 28-44. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.11.005>