



XIII Jornadas de
Economía Crítica

Los costes de la crisis y alternativas en
construcción

Sevilla, febrero de 2012

TÍTULO: LOS SISTEMAS SOCIO-ECOLÓGICOS. UNA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL Y METODOLÓGICA

Sherman Farhad

sfar@alumno.upo.es

Departamento de Economía, Métodos cuantitativos e Historia económica
Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España

Resumen

El objetivo principal de este trabajo se centra en explicar qué se entiende por sistema socio-ecológico (SSE). En los últimos siglos, nuestro sistema socio-económico y su modelo de producción-consumo se ha expandido, globalizado dicen algunos, de forma muy drástica. Hemos generado unos impactos graves en el sistema bio-geo-físico del planeta de tal manera que ya se habla de una nueva era geológica llamada Antropoceno (Crutzen, 2002). La situación actual exige, entre otras cosas, la reconciliación entre ciencias sociales y naturales, y nuevos marcos de análisis basados en una perspectiva holística; entre ellos, el marco de los SSEs.

El término de SSE (Berkes y Folke, 1998) se utiliza para referirnos a un concepto holístico, sistémico e integrador del “ser humano-en-la naturaleza”. Por tanto se entiende como un sistema complejo y adaptativo en el que distintos componentes culturales, políticos, sociales, económicos, ecológicos, tecnológicos, etc. están interactuando (Resilience Alliance, 2010). Esto implica que el enfoque de la gestión de los ecosistemas y recursos naturales, no se centra en los componentes del sistema sino en sus relaciones, interacciones y retroalimentaciones.

A propósito de estudiar este marco en el presente trabajo, se realiza un recorrido crítico por diferentes trabajos elaborados sobre dicho tema desde distintas perspectivas epistemológicas, teóricas y metodológicas.

Palabras claves: sistema socio-ecológico, Antropoceno, sistemas complejos y adaptativos, perspectiva holística.

Introducción

El Antropoceno, como nueva época de la tierra, está marcado por los graves efectos y considerables daños que se han introducido y se siguen introduciendo en el planeta. El deterioro de los diversos recursos naturales y la pérdida de la biodiversidad son algunos reflejos de esta realidad.

Según el informe de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, en los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo comparable de la historia humana. Estos cambios realizados en los ecosistemas han contribuido a obtener considerables beneficios netos para el bienestar humano y el desarrollo económico, pero estos beneficios se han obtenido con crecientes costos consistentes en la degradación de muchos servicios de los ecosistemas, un mayor riesgo de cambios no lineales, y la acentuación de la pobreza de algunos grupos de población (MEA, 2005).

Por decirlo de otra manera, el proceso evolutivo de los sistemas culturales en los últimos siglos, y particularmente después de la revolución industrial, ha cambiado muchos aspectos del metabolismo entre la sociedad y la naturaleza; de tal manera que la evolución socio-cultural se ha convertido en una fuerza macro-evolutiva (Gowdy, 1994).

Este proceso co-evolutivo entre el sistema biofísico-ecológico y el sistema socio-económico-cultural (Gowdy, 1994; Norgaard, 1994; Gual y Norgaard, 2010) ha sido ignorado por el pensamiento científico y económico, así como por las diversas instituciones de toma de decisiones.

“El desafío de revertir la degradación de los ecosistemas y al mismo tiempo satisfacer las mayores demandas de sus servicios puede ser parcialmente resuelto en algunos de los escenarios considerados por la Evaluación, pero ello requiere que se introduzcan cambios significativos en las políticas, instituciones y prácticas, cambios que actualmente no están en marcha” (EEM, 2005: 19). A nivel académico, todo esto requiere nuevos marcos de estudio y análisis, basados en una visión integradora de todo el sistema.

El rechazo del estudio de los procesos co-evolutivos y las relaciones socio-ecológicas encaja perfectamente en el paradigma científico occidental consolidado en la base del racionalismo Cartesiano y mecanicismo Newtoniano.

Este paradigma de simplificación basado en la disyunción, reducción y abstracción (Morin, 1990), con sus principios de disciplinamiento y especialismo, tuvo grandes avances científicos en distintas especialidades; pero, al mismo tiempo, resultó en una aproximación sesgada y limitada de la realidad por, entre otras cosas, aislar los tres grandes campos del conocimiento científico: la física, la biología y la ciencia del hombre (Morin, 1990). De esta manera, todas las interrelaciones y retroalimentaciones entre los subsistemas sociales y biofísicos que requerían una aproximación inter y trans-disciplinar, se quedaron fuera de los marcos disciplinares de estudio y análisis.

El progreso deliberado, con el objetivo de una sostenibilidad a largo plazo, depende de la comprensión de las dinámicas que suceden entre los sistemas sociales y ecológicos vinculados (Cumming et al, 2005). Por tanto, el enfoque de la gestión de los ecosistemas y recursos naturales no debe centrarse en los componentes del sistema sino en sus relaciones, interacciones y retroalimentaciones.

La situación actual exige, entre otras cosas, la reconciliación entre ciencias sociales y naturales, y nuevos marcos de análisis basados en una perspectiva holística. Es decir, la crisis ecológico-social o mejor dicho, la crisis sistémica a la que nos enfrentamos, requiere paradigmas alternativos basados en una visión integradora de todo el sistema. Con este propósito, el presente trabajo se centra en el desarrollo de un nuevo marco, llamado marco de los Sistemas Socio-Ecológicos (SSEs).

Este trabajo trata de estudiar y analizar las distintas perspectivas y los diversos enfoques que existen dentro del marco de los socio-ecosistemas. Por tanto, el recorrido histórico de las relaciones naturaleza-cultura y las raíces del marco de los socio-ecosistemas no son objetos de este estudio; aunque es bien evidente que el marco tiene sus raíces en los diversos trabajos realizados a lo largo del siglo XX en ámbitos como la ecología humana, antropología ecológica, geografía humana y etnoecología, entre otros; e incluso en muchos casos, los primeros intentos de esta articulación se atribuyen a Karl Marx (Ingold, 1980; Wolf, 1982; Harvey, 1996)¹.

El objetivo de este trabajo es explicar en qué consiste el marco de los SSEs, cuáles son sus elementos fundamentales, y para qué sirve este marco. Así, después de esta breve introducción, el segundo apartado se dedica al debate conceptual y teórico sobre el marco de los SSEs. En el tercer apartado, el debate se desarrolla desde la perspectiva metodológica. Para finalizar, se presentan las principales conclusiones y reflexiones.

El marco de los SSEs desde la perspectiva teórica

Los estudios trans-disciplinarios sobre la realidad socio-ecológica han sido realizados por autores procedentes de distintas disciplinas. Así pues, existen varios enfoques dentro del marco de los SSEs y no un planteamiento exclusivo o un único marco común de referencia para el estudio de los socio-ecosistemas.

Por tanto, en esta parte del trabajo, centrándose en los enfoques teóricos y epistemológicos planteados por distintos autores, en primer lugar se presenta el concepto y la definición general de los socio-ecosistemas, sus características, y la epistemología correspondiente a esta conceptualización.

En segundo lugar, se centra en los estudios sobre la influencia de la teoría general de los sistemas y el paradigma de complejidad en el desarrollo del marco de los SSEs. De esta manera, considerando los socio-ecosistemas como sistemas complejos adaptativos, se enfocará en las características de dichos sistemas y sobre todo en sus ciclos y capacidades adaptativas.

Para finalizar, se presentarán algunos enfoques especiales como la perspectiva institucional, el enfoque de modelización y matematización, y la perspectiva de redes.

La base del marco de los SSEs reside en la suposición de que los sistemas sociales y ecológicos están estrechamente conectados y por tanto, el delineamiento de sus fronteras y la delimitación exclusiva de un ecosistema o de un sistema social, resulta artificial y arbitrario. Bajo esta perspectiva, los conceptos como SSEs o “enlaces socio-ecológicos”² se utilizan para hacer énfasis en el concepto integrado de “ser humano-en-la naturaleza” (Berkes y Folke, 1998).

¹ Referenciado en Davidson-Hunt y Berkes, 2003

² Social-ecological linkages

Esta concepción no puede ser entendida sino a la luz de su epistemología subyacente en la base de una visión sistémica y holística. En este sentido, Berkes y Folke (1998) parten de una perspectiva ecosistémica, como por ejemplo la de Odum (1989), en la que los seres humanos o mejor dicho, el sistema social, se incluye explícitamente dentro de los ecosistemas; una visión que es compatible con la ecología humana de Park (1936), asimismo con la visión de muchas sociedades tradicionales que se consideraban como parte de la naturaleza.

Berkes y Folke utilizaron por primera vez, el término inglés “social-ecological system” frente a otros términos como “eco-social” o “socio-ecological”, con el objetivo de dar el mismo peso tanto a la dimensión social como a la natural. Porque se suponía que otros términos en los que una de las dos dimensiones se presentaba con el prefijo “eco” o “socio”, podrían resultar de menor importancia en esa dimensión a la hora del análisis del todo el sistema (Folke et al, 2005). Con este objetivo, en castellano se puede utilizar el término “sistemas sociales-ecológicos”, aunque no es habitual. Por tanto, en este trabajo adoptamos los términos acostumbrados “socio-ecosistemas” o “sistemas socio-ecológicos”.

La visión integrada de “ser humano-en-la naturaleza”, en la que los ecosistemas están integrados con la sociedad humana, también se emplea por el Centro de Resiliencia de Estocolmo. Se plantea que en la gestión de los recursos naturales no se trata de las cuestiones sólo ecológicas, ni sólo sociales, sino de múltiples elementos integrados. Estos sistemas en los que múltiples componentes culturales, políticos, sociales, económicos, ecológicos, tecnológicos y otros, están interactuando, se denominan como SSEs (Resilience Alliance, 2010).

En este planteamiento, los SSEs están compuestos de diversas partes que interactúan para formar una entidad mucho más compleja. En este caso, la epistemología sigue siendo la visión sistémica y holística que en vez de enfocar la comprensión detallada de las partes, enfatiza lo que contribuyen los componentes clave en la dinámica de todo el sistema.

Debido a las interacciones y retroalimentaciones socio-ambientales:

aparecen nuevas configuraciones en los SSEs que se reconocen como configuraciones emergentes

los SSEs pueden auto-organizarse

la adaptación se hace posible en ellos

Estas características, por un lado representan un gran reto para la gestión de los SSEs y por otro lado, proporcionan una oportunidad para su posible reorganización después de las perturbaciones (Resilience Alliance, 2010).

Esta percepción integrada, se ha denominado también como “Sistemas natural-humanos acoplados (SNHA)”³, representando sistemas integrados en que los seres humanos están interactuando con los componentes naturales del sistema (Liu et al, 2007). Según estudios realizados, los SNHA muestran: (1) dinámicas no lineales con umbrales de cambio y transición entre estados, (2) bucles complejos de retroalimentación, (3) lapsos de tiempo⁴ en la observación de las consecuencias, (4) resiliencia, (5) heterogeneidad y (6) sorpresas (Liu et al, 2007).

³ Coupled human and natural systems

⁴ Time lags

Existe un consenso entre un gran número de autores de que el desarrollo del marco de los SSEs, en gran parte se debe a los avances de la filosofía y la epistemología de la ciencia a lo largo del siglo XX; y principalmente a la teoría General de los Sistemas (TGS) y el paradigma de complejidad.

Según Berkes et al (2003), el gran salto de la ciencia en las últimas décadas ha sido el reconocimiento de no linealidad e incertidumbre existentes en la mayor parte de los procesos que suceden en Ecología, Economía, y muchos otros ámbitos; todo lo que comenzó con la teoría general de los sistemas (Von Bertalanffy, 1968) y se desarrolló con la ciencia de la complejidad (Holland, 1995; Levin, 1999; Kauffman, 1993; Costanza et al, 1993).

En realidad, el pensamiento de los sistemas complejos⁵ puede servir para articular las ciencias sociales y las ciencias biofísicas (McIntosh et al, 2000)⁶. Bajo este pensamiento, los SSEs como sistemas complejos poseen características como: (1) no linealidad, (2) incertidumbre, (3) emergencia, (4) escala, y (5) auto-organización (Berkes et al, 2003).

Glaser et al (2008) parten de la misma epistemología y confirman que el recorrido histórico por la teoría general de los sistemas, la cibernética de Norbert Wiener y la teoría de la complejidad, han formado un pensamiento sistémico complejo, lo cual es fundamental para el estudio de las relaciones e interacciones de los seres humanos con la naturaleza. Por tanto, varios conceptos de la teoría de los sistemas como (1) sistemas complejos, (2) emergencia, (3) resiliencia, (4) vulnerabilidad, (5) capacidad adaptativa y transformabilidad, se emplean para el estudio de los SSEs.

Bajo la suposición de los SSEs como Sistemas Complejos Adaptativos, se dedica una especial atención a los ciclos adaptativos y la capacidad adaptativa de los sistemas.

Según Walker et al (2002), bajo el objetivo de sostenibilidad a largo plazo, los SSEs se comportan como sistemas adaptativos complejos. Pero, a pesar del alto grado de complejidad y la no linealidad y no previsibilidad, estos sistemas no son tan imprevisibles, debido a los ciclos adaptativos que existen en sus dinámicas.

La metáfora de “ciclos adaptativos” tiene su origen en la perspectiva ecológica planteada por primera vez por Holling (1973, 1992). Pero hoy en día, se afirma que estos ciclos adaptativos son aplicables a los SSEs (Holling, 2001; Walker et al, 2002).

Los sistemas adaptativos complejos poseen una naturaleza evolutiva, lo que ha sido estudiado por Holling (2001) a través del concepto de “panarquía”. La panarquía explica la estructura jerárquica en la que los SSEs siguen unos interminables ciclos adaptativos de crecimiento, acumulación, reestructuración y renovación. La identificación de estos ciclos y sus escalas nos puede servir para el fortalecimiento de la resiliencia del sistema y su camino hacia sostenibilidad (Holling, 2001).

Debido a la existencia de estos ciclos adaptativos, la capacidad adaptativa de los sistemas toma un papel muy importante. Según Folke (2006), el reto del estudio de los SSEs reside en el entendimiento de sus retroalimentaciones: (1) las que causan vulnerabilidad en el sistema, y (2) las que fortalecen la resiliencia del sistema. En

⁵ Complex systems thinking

⁶ Referenciado en Berkes et al, 2003

este contexto, no cabe ninguna duda que la capacidad adaptativa del sistema juega un papel muy significativo.

Dentro del marco de los SSEs existen varios enfoques. Una de las principales aproximaciones se corresponde a la perspectiva institucional.

Según Anderies et al (2004), el SSE es un sistema ecológico que está intrincadamente enlazado y afectado por uno o varios sistemas sociales. Por decirlo de otra manera, el SSE presenta a un subconjunto de sistemas sociales, donde algunas relaciones e interacciones que suceden entre los seres humanos, se ven afectadas por las interacciones con unidades biofísicas y biológicas no humanas. Para ellos, que parten de la perspectiva institucional, una de las claves del sistema reside en las configuraciones institucionales que afectan a las interacciones entre los distintos elementos de los socio-ecosistemas.

Janssen y Ostrom (2006) definen los SSEs como sistemas adaptativos complejos, donde los agentes sociales y biofísicos están interactuando a múltiples escalas temporales y espaciales. Ellos, también partiendo de una perspectiva institucional, tienen su enfoque principal en el estudio de gobernanza de los SSEs.

Otro enfoque adoptado por algunos autores, corresponde a la necesidad de aplicar los principios matemáticos al análisis de los socio-ecosistemas. En este sentido y frente a la epistemología que forma la base de los planteamientos anteriores sobre los SSEs, Becker (2010) y Jahn et al (2009) plantean otra visión. Poniendo la atención sobre el concepto de “sistema”, Becker (2010) afirma que para el uso de las teorías y los métodos que proceden de la teoría de los sistemas y de la complejidad, es necesario tener previamente una definición matemática de “sistema”. Por tanto, plantea que frente a la ontología realista y empírica de un gran grupo de autores, específicamente los relacionados con el Centro de Resiliencia de Estocolmo, que perciben a los SSEs como sistemas concretos en el mundo real de espacio y tiempo, existe otra posición más bien constructivista, que concibe los sistemas como objetos matemáticos y con niveles de abstracción.

Entre estos dos extremos de realismo y constructivismo, Becker (2010) propone la combinación de la ontología realista con la epistemología constructivista y lo nombra “realismo constructivista orientado por modelos”⁷. Bajo esta perspectiva planteada, los SSEs se consideran como “modelos de conocimiento acerca de los fenómenos del mundo real”⁸ (Jahn et al, 2009; Becker, 2010).

En realidad, para Becker (2010), los SSEs actualmente se consideran como “objetos de frontera”⁹, de tal forma que están débilmente estructurados y existen varias interpretaciones para su explicación y análisis en el ámbito trans-disciplinario y, por tanto, es necesaria su reestructuración hacia “objetos epistémicos”¹⁰.

En el camino de completar los estudios empíricos sobre los socio-ecosistemas, encontramos otros enfoques, como la perspectiva de redes.

⁷ Model-oriented constructivist realism

⁸ Models of knowledge about real-world phenomena

⁹ Boundary objects

¹⁰ Epistemic objects

Janssen et al (2006) utilizan “la perspectiva de redes”¹¹ para representar los SSEs, con el objetivo de un mejor enfoque en las estructuras de relaciones e interacciones de los componentes del sistema.

Las redes consisten en nodos y conexiones¹². Por tanto es necesario elegir los atributos clave del sistema que deben traducirse en la estructura de una red. Los nodos simbolizan los componentes sociales y ecológicos. Asimismo, existen distintos tipos de conexión, como por ejemplo humano-humano o humano-especies.

Los nodos y las conexiones no están siempre activos sino que pueden estar dormidos, activándose solamente en unas situaciones específicas de crisis. Por tanto, mantener la capacidad para reactivar estos nodos y conexiones en los tiempos de crisis, es una contribución importante para la resiliencia del sistema. De tal manera que cuando desaparece un nodo o una conexión, la capacidad del sistema para llenar este espacio en la red con nuevos nodos y conexiones, se presenta como característica de un sistema resiliente (Walker et al, 1999)¹³.

De estas líneas teóricas presentadas, se derivan varios métodos para el estudio y el análisis de los socio-ecosistemas, los cuales trataremos en el siguiente apartado.

El marco de los SSEs desde la perspectiva metodológica

En realidad, no sólo existen muy pocos trabajos metodológicos destinados a delimitar y concretar un SSE específico en el terreno, sino que la mayoría, suponiendo tener el sistema bien concretado, proponen métodos para su estudio y su análisis. Por tanto, esta parte se dedica a presentar: (1) los pocos trabajos que sirven para definir y concretar un SSE específico, (2) los relevantes marcos o diagramas conceptual de los SSEs, que pueden servir para subrayar los elementos fundamentales que se deben enfocar en la definición y el análisis de los SSEs.

El trabajo elaborado por el Centro de Resiliencia de Estocolmo puede servir como una guía para delimitar el SSE objeto del estudio.

El proceso para definir el “sistema de enfoque”¹⁴ y determinar sus fronteras espaciales y temporales, se realiza a través de la perspectiva de resiliencia, y mediante los siguientes pasos:

Identificar las cuestiones clave

¿Resiliencia de qué? Componentes clave del SSE

¿Resiliencia a qué? Perturbaciones, trastornos e incertidumbre

Expansión del sistema- múltiples escalas espaciales y temporales

(Resilience Alliance, 2010)

Según varios autores, la clave de la sostenibilidad reside en la resiliencia del sistema. Así pues, existen diversos trabajos abordados desde esta perspectiva con el objetivo de evaluar la resiliencia y estudiar las posibilidades de su fortalecimiento.

¹¹ Network perspective

¹² Nodes and links

¹³ Referenciado en Janssen et al, 2006

¹⁴ Focal system

Bajo esta visión, Berkes y Folke (1998) presentan un marco conceptual (figura 1) en base a cuatro elementos principales que describen las características y las interacciones de los SSEs: (1) ecosistemas, (2) seres humanos y tecnología, (3) conocimiento local, (4) instituciones de derechos de propiedad.

El objetivo de este marco es poder analizar las relaciones entre los elementos y sobre todo, las interacciones clave que resultan en la sostenibilidad del sistema.

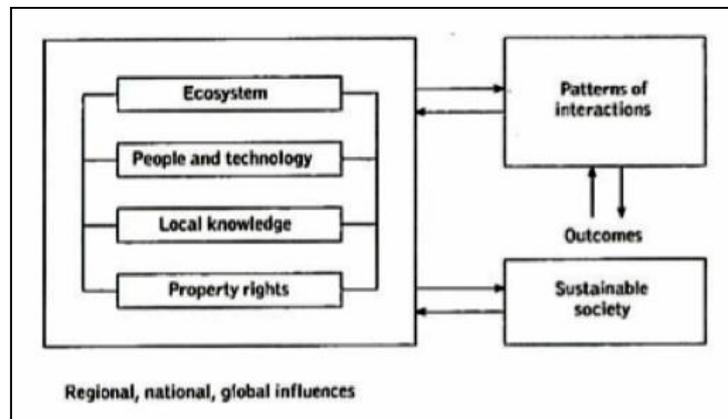


Figura 1. Marco conceptual para el análisis de las relaciones entre los sistemas sociales y ecológicos, con el objetivo de resiliencia y sostenibilidad del sistema

(Berkes y Folke, 1998)

Desde la misma perspectiva, Berkes et al (2003) presentan otro marco conceptual (figura 2) con el enfoque en las dinámicas de las interacciones entre (1) los ecosistemas, (2) los conocimientos (que se reflejan en las prácticas de gestión) y (3) las instituciones. Por tanto, se enfoca en la manera de navegar estas dinámicas hacia el fortalecimiento de resiliencia y la capacidad adaptativa del sistema.

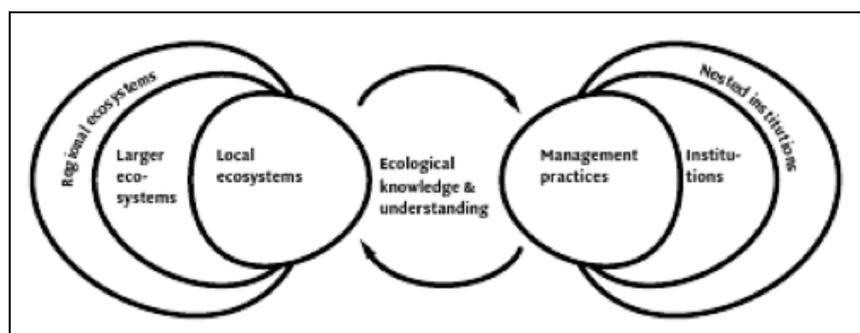


Figura 2. Marco conceptual para el análisis de los SSEs

(Berkes et al, 2003)

Debido a la importancia de la acción antrópica en el porvenir de los socio-ecosistemas, existe un especial enfoque en el estudio de la dimensión social de la resiliencia socio-ecológica. A este propósito, Folke (2003), Berkes y Seixas (2005) y

Ruiz (2010) utilizan un marco compuesto de cuatro categorías para el estudio de fortalecimiento de resiliencia en casos específicos. El marco consiste en las siguientes categorías:

Aprender a vivir con el cambio y la incertidumbre

Nutrir la diversidad para la reorganización y renovación

Combinar diferentes tipos de conocimiento

Crear oportunidad para la auto-organización

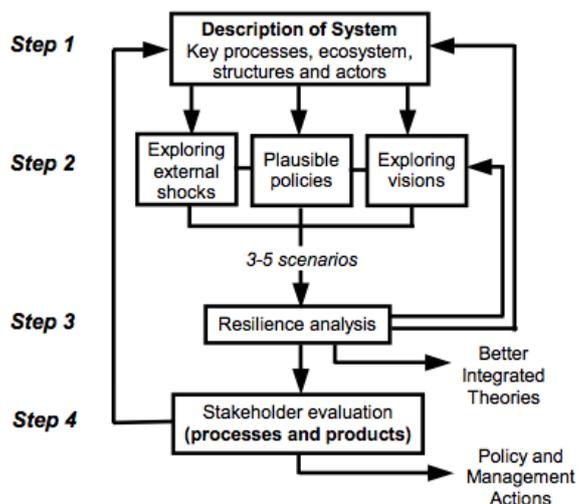


Figura 3. Marco para el análisis de resiliencia en los SSEs

(Walker et al, 2002)

Bajo la perspectiva de resiliencia y los ciclos adaptativos, y con el objetivo de estudiar la gestión de los SSEs, Walker et al (2002) proponen una metodología de cuatro fases (figura 3), con la estrecha participación de los agentes relevantes del socio-ecosistema.

En la determinación del “modelo conceptual del sistema”, que conforma la primera fase de este método, se intentan abordar las cuestiones fundamentales, como por ejemplo:

¿Cuáles son las fronteras espaciales del SSE?

¿Cuáles son los servicios clave de los ecosistemas que se utilizan, y que se preocupan por las personas del SSE? ¿Cuáles son sus valores?

¿Quiénes son los “agentes relevantes¹⁵”?

¿Cuáles son los componentes claves del SSE?

¿Cuál es el perfil histórico del sistema a nivel local, regional y multi-regional?

¿Cuáles son las variables de control¹⁶ que actúan como impulsores de cambio de los ecosistemas y sus servicios?

¹⁵ Stakeholders

¹⁶ Controlling variables

¿Qué factores son controlables y qué factores no lo son? ¿Cuáles son las ambigüedades e incertidumbres que no pueden controlarse ni cuantificarse?

¿Cómo la estructura institucional actual, las relaciones de poder y los derechos de propiedad, afectan a los procesos de toma de decisiones y el acceso a la información?

(Walker et al, 2002)

Existen algunos métodos que se corresponden a las determinadas perspectivas teóricas planteadas en el apartado anterior. En el caso de la perspectiva institucional, Ostrom (2009) presenta un marco anidado multinivel¹⁷ para el estudio de los SSEs. El marco (figura 4) consiste en cuatro subsistemas principales: (1) sistema de recursos, (2) unidades de recursos, (3) sistemas de gobernanza y (4) usuarios. Estos se consideran como subsistemas de primer-nivel. Por tanto, cada uno de ellos incluye varias variables de segundo nivel (Tabla 1).

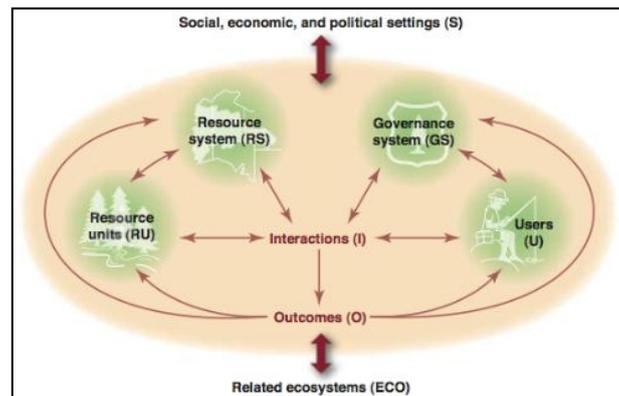


Figura 4. Los principales subsistemas en marco de análisis de los SSEs

(Ostrom, 2009)

El marco sirve para identificar las variables relevantes en el estudio de un SSE concreto. Asimismo, nos proporciona un índice común de variables para poder hacer estudios en socio-ecosistemas similares.

¹⁷ Multi-level nested framework

Social, economic, and political settings (S)
 S1 Economic development. S2 Demographic trends. S3 Political stability.
 S4 Government resource policies. S5 Market incentives. S6 Media organization.

<i>Resource systems (RS)</i>	<i>Governance systems (GS)</i>
R51 Sector (e.g., water, forests, pasture, fish)	G51 Government organizations
R52 Clarity of system boundaries	G52 Nongovernment organizations
R53 Size of resource system*	G53 Network structure
R54 Human-constructed facilities	G54 Property-rights systems
R55 Productivity of system*	G55 Operational rules
R56 Equilibrium properties	G56 Collective-choice rules*
R57 Predictability of system dynamics*	G57 Constitutional rules
R58 Storage characteristics	G58 Monitoring and sanctioning processes
R59 Location	
<i>Resource units (RU)</i>	<i>Users (U)</i>
RU1 Resource unit mobility*	U1 Number of users*
RU2 Growth or replacement rate	U2 Socioeconomic attributes of users
RU3 Interaction among resource units	U3 History of use
RU4 Economic value	U4 Location
RU5 Number of units	U5 Leadership/entrepreneurship*
RU6 Distinctive markings	U6 Norms/social capital*
RU7 Spatial and temporal distribution	U7 Knowledge of SES/mental models*
	U8 Importance of resource*
	U9 Technology used
<i>Interactions (I) → outcomes (O)</i>	
I1 Harvesting levels of diverse users	O1 Social performance measures (e.g., efficiency, equity, accountability, sustainability)
I2 Information sharing among users	O2 Ecological performance measures (e.g., overharvested, resilience, bio-diversity, sustainability)
I3 Deliberation processes	O3 Externalities to other SESs
I4 Conflicts among users	
I5 Investment activities	
I6 Lobbying activities	
I7 Self-organizing activities	
I8 Networking activities	
<i>Related ecosystems (ECO)</i>	
ECO1 Climate patterns. ECO2 Pollution patterns. ECO3 Flows into and out of focal SES.	

*Subset of variables found to be associated with self-organization.

Tabla 1. Ejemplos de variables de segundo nivel, bajo los subsistemas de primer nivel, en el marco de análisis de los SSEs

(Ostrom, 2009)

En esta misma línea, Anderies et al (2004) estudian cómo las distintas configuraciones institucionales afectan a las relaciones e interacciones que se producen entre los distintos elementos de los SSEs. El modelo conceptual utilizado por estos autores (figura 5) está compuesto de cuatro elementos fundamentales: (1) recursos, (2) usuarios de los recursos, (3) infraestructuras públicas y (4) proveedores de las infraestructuras públicas; según Costanza et al (2001)¹⁸, estas infraestructuras públicas incluyen los dos tipos de capital hecho por el hombre: físico (como los trabajos ingenieriles) y social (como reglas de gobernanza).

El enfoque del modelo está en las interacciones que se producen entre los distintos elementos. Pero, partiendo de la perspectiva institucional, la clave de vulnerabilidad y robustez del sistema está en las interacciones entre “los usuarios de los recursos” y “los proveedores de las infraestructuras públicas”; aunque, históricamente, el enfoque se había concentrado en las relaciones entre los diferentes usuarios de los recursos y sus efectos y consecuencias en “los recursos” (Anderies et al, 2004).

¹⁸ Referenciado en Anderies et al, 2004

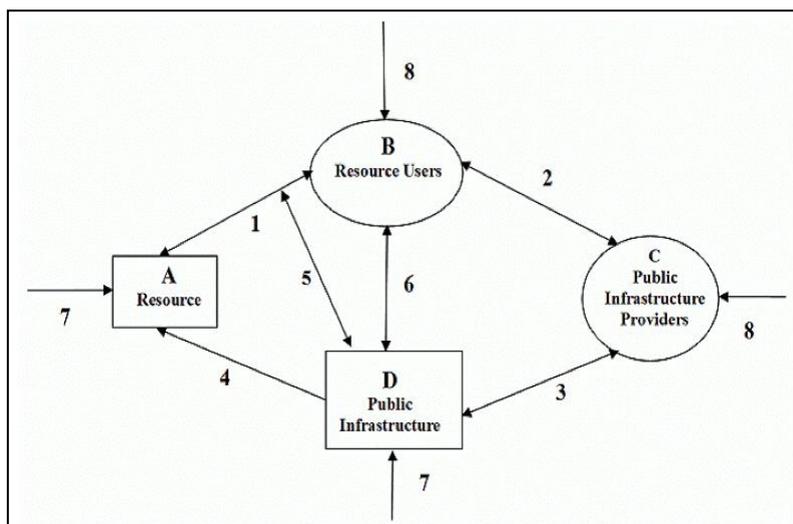


Figura 5. El marco conceptual de los SSEs

(Anderies et al, 2004)

Los autores que parten de la perspectiva de redes, creen que ésta puede servir como un complemento en los estudios de los socio-ecosistemas, con la oportunidad que proporciona para el enfoque exclusivo en las interacciones entre los componentes del sistema y los efectos en su funcionamiento. Además, esta perspectiva propone un lenguaje común para el estudio de los sistemas complejos en términos de nodos y conexiones (Janssen et al, 2006).

Bajo este enfoque, tenemos la oportunidad de poder aplicar varias herramientas analíticas desarrolladas para el estudio de las redes, a los estudios de los SSEs; como por ejemplo la teoría de grafos y la topología de redes.

Los autores reconocen que todavía existen muchos retos para este planteamiento como, por ejemplo, dificultades en la selección de lo que debe incluirse en una red representante de un SSE, en la comparabilidad de las conexiones, etc.

Para terminar este apartado metodológico, es necesario presentar los modelos multi-agentes, los cuales sirven para el estudio de los sistemas complejos.

Los Sistemas Multi-Agentes (SMA) son modelos de simulación de los sistemas complejos. Estos sistemas contienen un entorno, los diferentes componentes del entorno, como los objetos y los agentes (los agentes de ser los únicos a actuar), y las relaciones entre las entidades (Ferber, 1999).

Modelos basados en agentes (MBA) se emplean como laboratorios computacionales, en los que se pueden probar diferentes hipótesis de manera sistémica y en relación con los atributos de los agentes, sus reglas de comportamiento, los tipos de interacción, etc. (Janssen, 2005)

Janssen y Ostrom (2006) emplean este método para estudiar el tema de la gestión y la gobernanza de los SSEs y para estudiar cuestiones como:

¿Bajo qué condiciones las soluciones cooperativas pueden mantenerse?

¿Cómo los actores sociales pueden tomar decisiones sólidas en un contexto de incertidumbre?

¿Cómo la topología de las interacciones entre los actores sociales y biofísicos afectan a la gestión y la gobernanza de sistemas?

Con este método, el investigador estaría interesado en analizar cómo un fenómeno macro surge de un comportamiento a nivel micro, entre un conjunto heterogéneo de agentes que están interactuando (Holland, 1992)¹⁹.

Conclusiones y reflexiones finales

EL marco de los SSEs surge frente a la dicotomía naturaleza-cultura y debido a la necesidad del estudio y gestión de las relaciones complejas socio-ambientales bajo una perspectiva holística y sistémica.

Con el objetivo de conectar disciplinas, hacia la consiliencia y la unidad de conocimientos (Wilson, 1998), el concepto de socio-ecosistema se plantea como un marco integrador para el estudio de la realidad. Ciertamente, el paradigma de complejidad ha sido muy útil para interrelacionar varias disciplinas de ciencias naturales y ciencias sociales y, por tanto, para la comprensión de las dinámicas socio-ecológicas y lo que actualmente se reconoce como el marco de los SSEs.

La trans-disciplinariedad del enfoque hace que haya varias aproximaciones acerca de los socio-ecosistemas. Esta riqueza del marco, también puede considerarse como uno de sus retos. De tal manera que el avance del marco requiere, entre otras cosas, un mayor debate y dialogo entre las distintas perspectivas, para poder alcanzar una base común trans-disciplinar sobre los socio-ecosistemas que sea aceptable entre todos los investigadores involucrados.

Según el recorrido realizado en el presente trabajo, los elementos claves del marco, algunos como puntos comunes y otros como enfoques específicos, se sintetizan de la siguiente forma:

Tabla 2. Los elementos principales del marco de los sistemas socio-ecológicos

Elaboración propia

Raíces	Definiciones principales	Características	Algunos enfoques teóricos y metodológicos para estudio
Paradigma de Complejidad Teoría General de los Sistemas Cibernética Antecedentes desde diferentes ámbitos como Antropología ecológica, Ecología política, etc.	Ser humano- en – la naturaleza Relaciones, interacciones y retroalimentaciones socio- ecológicas Sistemas complejos Sistemas adaptativos Epistemología sistémica, holística e integradora	No linealidad, complejidad, incertidumbre, emergencia, escala, auto-organización, vulnerabilidad, capacidad adaptativa, transformación, heterogeneidad y resiliencia	Perspectiva de resiliencia socio-ecológica Perspectiva institucional: marcos anidados y multi-nivel, modelos multi-agentes y etc. Perspectiva de redes: teoría de grafos, topología de redes, etc. Enfoques matemáticos

A pesar de que el marco está en una fase preliminar y existen retos en su camino, sirve como un diseño inicial, sobre la base del cual podemos estudiar, entre otras cosas, la resiliencia y la sostenibilidad de los sistemas. Asimismo, nos puede servir en el ámbito de las políticas de gestión y los procesos de toma de decisiones. Esto implica cambiar la perspectiva hacia la visión integrada del ser humano-en-la naturaleza, tomar en consideración los procesos co-evolutivos socio-ecológicos, ir hacia la co-gestión adaptativa²⁰ y el fortalecimiento de la resiliencia socio-ecológica del sistema. Es decir, avanzar hacia la sostenibilidad del sistema a largo plazo, que es nuestro objetivo principal.

¹⁹ Referenciado en Janssen, 2005

²⁰ Adaptive co-management

Referencias

- Anderies, J.M., Janssen, M.A., Ostrom E., (2004). "A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective". *Ecology and Society* 9: 18-34.
- Becker, E., (2010). "Social-ecological systems as epistemic objects". *Institute for Social-Ecological Research (ISOE)*, Frankfurt, Germany. [On-line] http://www.isoe.de/ftp/publikationen/eb_socsecsystem2010.pdf
- Berkes, F. y Folke, C. (1998). "Linking social and ecological systems for resilience and sustainability". En Berkes, F. y Folke, C. (Eds.). *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience* (págs 1-26). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Berkes, F., Colding, J., Folke, C., (2003). "Introduction". En Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (Eds.). *Navigating Social-Ecological Systems: building resilience for complexity and change* (págs 1-30), Cambridge University Press, New York.
- Berkes, F. y Seixas, C., (2005). "Building resilience in lagoon social-ecological systems: a local level perspective". *Ecosystems* 8: 967-974.
- Costanza, R., Waigner, L., Folke, C., Mäler, K.G., (1993). "Modelling complex ecological economic systems: towards an evolutionary dynamic understanding of people and nature". *BioScience* 43: 545-555.
- Costanza, R., Low, B.S., Ostrom, E., Wilson, J., (2001). *Institutions, ecosystems, and sustainability*. Lewis Publishers, New York.
- Crutzen, P. J. (2002). "Geology of Mankind". *Nature* 415: 23.
- Cumming, G.S., Barnes, G., Perz, S., Schmink, M., Sieving, K., Southworth, J., Binford, M., Holt, R.D., Stickler, C., Van Holt, T., (2005). "An exploratory framework for the empirical measurement of resilience". *Ecosystems* 8: 975-987.
- Davidson-Hunt, I.J. y berkes, F., (2003). "Nature and society through the lens of resilience: toward a human-in-ecosystem perspective". En Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (Eds.). *Navigating Social-Ecological Systems: building resilience for complexity and change* (págs 53-82), Cambridge University Press, New York.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM)., (2005). *Resumen para los encargados de adoptar decisiones: informe de síntesis*. [On-line] <http://www.maweb.org/documents/document.439.aspx.pdf>.
- Ferber, J., (1999). *Multi-Agent Systems: an introduction to distributed artificial intelligence*. Addison Wesley, London.
- Folke, C., (2003). "Socio-ecological resilience and behavioural responses". En Biel, A., Hansson, B., Martensson, M., (Eds.). *Individual and structural determinants of environmental practice* (Págs. 226-287), Ashgate Publishers, London.
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., Norberg, J., (2005). "Adaptive governance of social-ecological systems". *Annual Review of Environment and Resources* 30: 441-473.
- Folke, C., (2006). "Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological system analysis". *Global Environmental Change* 16: 253-267.

- Glaser, M., Krause, G., Ratter, B., Welp, M., (2008). "Human-Nature interaction in the Anthropocene: potential of social-ecological systems analysis". *GAIA*, 17(1): 77-80.
- Gowdy, J.M., (1994). *Coevolutionary Economics: The Economy, Society and the Environment*. Kluwer, USA.
- Gual, M. y Norgaard, R.B., (2010). "Bridging ecological and social systems coevolution: a review and a proposal". *Ecological Economics* 69: 707-717.
- Harvey, D., (1996). *Justice, nature and the geography of difference*. Blackwell Publishers, Oxford.
- Holland, J.H., (1992). "Complex adaptive systems". *Daedalus* 121: 17-30.
- Holland, J.H., (1995). *Hidden order: how adaptation builds complexity*. Addison-Wesley, Reading, MA.
- Holling, C.S., (1973). "Resilience and stability of ecological systems". *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 1-23.
- Holling, C.S., (1992). "Cross-scale morphology, geometry and dynamics of ecosystems". *Ecological Monographs* 62: 447-502.
- Holling, C.S., (2001). "Understanding the complexity of economic, ecological and social systems". *Ecosystems* 4: 390-405.
- Ingold, T., (1980). *Hunters, pastoralists and ranchers: reindeer economies and their transformations*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jahn, T., Becker, E., keil, F., Scarmm, E., (2009). "Understanding social-ecological systems: frontier research for sustainable development: implications for European Research Policy". *Institute for Social-Ecological Research (ISOE)*, Frankfurt, Germany, [On-line] [http://ec.europa.eu/research/sd/conference/2009/papers/7/thomas_jahn - social-ecological_systems.pdf](http://ec.europa.eu/research/sd/conference/2009/papers/7/thomas_jahn_-_social-ecological_systems.pdf)
- Janssen, M.A., (2005). "Agent-Based Modelling". *Internet Encyclopaedia of Ecological Economics, International Society for ecological Economics*, [On-line] http://www.ecoeco.org/pdf/agent_based%20modeling.pdf.
- Janssen, M.A. y Ostrom, E., (2006). "Governing social-ecological systems. Chapter 30 en Handbook of Computational Economics, vol 2". *Elsevier*: 1465-1509.
- Janssen, M.A., Bodin, Ö, Anderies, J.M., Elmquist, T., Ernstson, H., McAllister, R.R.J., Olsson, P., Ryan, P., (2006). "Toward a network perspective of the study of resilience in social-ecological systems". *Ecology and Society* 11(1): 15. [On line] <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art15/>
- Kauffman, S., (1993). *The origins of order*. Oxford University Press, New York.
- Levin, S.A., (1999). *Fragile Dominion: complexity and the commons*. Perseus Books, Reading, MA.
- Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S.R., Alberti, M., Folke, C., Moran, E., Pell, A.N., Deadman, P., Kratz, T., Lubchenco, J., Ostrom, E., Ouyang, Z., Provencher, W., Redman, C.L., Schneider, S.H., Taylor, W.W., (2007). "Complexity of coupled human and natural systems". *Science* 317: 1513-1516.
- McIntosh, R.J., Tainer, J.A., McIntosh, S.K. (Eds.). (2000). *The way the wind blows: climate, history and human action*. Columbia University Press, New York.

- Millennium Ecosystem Assessment (MEA)., (2005). *Ecosystems and Human Well-being: general synthesis*. Island Press, USA.
- Morin, E., (1990): *Introducción al pensamiento complejo*, Gedisa, Barcelona.
- Norgaard, R. B., (1994). *Development Betrayed: The End of Progress and a Coevolutionary Revisioning of the Future*. Routledge, London.
- Odum, E.P., (1989). *Ecology and our endangered life-support systems*. Sinuaer, Sunderland, Mass.
- Ostrom, E., (2009). "A general framework for analyzing sustainability in social-ecological systems". *Science* 325: 419-422.
- Park, R.E., (1936). "Human ecology". *American Journal of Sociology* 42: 1-15.
- Resilience Alliance., (2010). "Assessing resilience in social-ecological systems: workbook for practitioners. Version 2.0". [Online] www.resalliance.org/3871.php
- Ruiz Ballesteros, E., (2011). "Social-ecological resilience and community-based tourism: an approach from Agua Blanca, Ecuador". *Tourism Management* 32: 655-666.
- Walker, B., Kinzing, A., Langridge, J., (1999). "Plant attribute diversity, resilience, and ecosystem function: the nature and significance of dominant and minor species". *Ecosystems* 2: 1-20.
- Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G., Janssen, M., Lebel, L., Norberg, J., Peterson, G., Pritchard, R., (2002). "Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach". *Conservation Ecology* 6(1):14. [On-line]: www.consecol.org/vol6/iss1/art14.
- Wilson, E., (1998). *Consilience: the unity of knowledge*. Alfred A. Knopf, INC, USA.
- Wolf, E., (1982). *Europe and the people without history*. University of California Press, Berkeley.