



Revista Lasallista de Investigación  
ISSN: 1794-4449  
marodriguez@lasallista.edu.co  
Corporación Universitaria Lasallista  
Colombia

Salas-Zapata, Walter Alfredo; Ríos-Osorio, Leonardo Alberto; Álvarez-Del Castillo, Javier  
Bases conceptuales para una clasificación de los sistemas socioecológicos de la investigación en  
sostenibilidad  
Revista Lasallista de Investigación, vol. 8, núm. 2, julio-diciembre, 2011, pp. 136-142  
Corporación Universitaria Lasallista  
Antioquia, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69522607015>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Bases conceptuales para una clasificación de los sistemas socioecológicos de la investigación en sostenibilidad

Walter Alfredo Salas-Zapata\*, Leonardo Alberto Ríos-Osorio\*, Javier Álvarez-Del Castillo\*\*

## Resumen

En la investigación en sostenibilidad se estudia una gama tan amplia de sistemas socioecológicos, que el concepto de sostenibilidad con frecuencia solo tiene sentido en relación con el sistema particular de interés, dando lugar a una variedad, y a veces contradictoria, manera de entender la sostenibilidad. La investigación en sostenibilidad no podría proponer teorías sobre los sistemas sostenibles si cada investigación se ampara en un concepto diferente de sostenibilidad. En este ensayo nosotros proponemos una clasificación de los sistemas socioecológicos para demostrar cómo todos ellos pueden ser analizados bajo un mismo concepto de sostenibilidad.

**Palabras clave:** desarrollo sostenible, resiliencia socioecológica, investigación, concepto de sostenibilidad

## Conceptual bases for a classification of socioecological systems in sustainability research

## Abstract

In sustainability research the range of social-ecological systems is so wide that many times the concept of sustainability can only have a real meaning if it is related to the particular system studied, bringing a variety of ways to understand sustainability that can, very frequently, be contradictory. Research

about sustainability would not be able to theorize if each research work and paper is based on a different sustainability concept. This essay proposes a classification of socioecological systems in order to demonstrate how all of them can be analyzed under a sustainability concept.

**Key words:** sustainable development, socioecological resilience, research, sustainability concept.

## Bases conceituais para uma classificação dos sistemas socioecológicos na investigação em sustentabilidade

## Resumo

Na investigação em sustentabilidade se estuda uma gama tão ampla de sistemas sócio-ecológicos, que com frequência o conceito de sustentabilidade só faz sentido em relação com o sistema particular de interesse dando lugar a uma variedade, e às vezes contraditório, de maneira de entender a sustentabilidade. A investigação em sustentabilidade não poderia propor teorías sobre os sistemas sustentáveis se cada investigação se ampara num conceito diferente de sustentabilidade. Neste ensaio nós propomos uma classificação dos sistemas sócio-ecológicos para demonstrar como todos eles podem ser analisados sob um conceito de sustentabilidade.

**Palavras Importantes:** Desenvolvimento sustentável, resiliência sócio-ecológica, investigação, conceito de sustentabilidade.

\* Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia. Calle 67 # 53 – 108, Oficina 5- 418. Medellín - Colombia

\*\* Cátedra Unesoc de Sostenibilitat. Universitat Politècnica de Catalunya, Edifici Campus, TR10, Calle Colom, 2, P.O. 08222. Terrassa-España.

Correspondencia: Walter Alfredo Salas-Zapata, e-mail: wsalas@udea.edu.co  
Artículo recibido: 03/07/2011; Artículo aprobado: 12/12/2011

## Introducción

Los problemas de insostenibilidad se caracterizan esencialmente por dos aspectos: el primero es que son producto de transformaciones e intervenciones humanas que no se ajustaron a los entornos sociales y ecológicos de las mismas; y segundo, sus tendencias de comportamiento no podrían mantenerse en el tiempo porque afectarían el bienestar social y de los ecosistemas, y comprometerían la existencia de la vida humana sobre la tierra. Las emisiones de gases de efecto invernadero, el calentamiento global, las desigualdades en la distribución de la riqueza, la pobreza, la deforestación, y el agotamiento de fuentes de agua son solo algunos ejemplos.

Por esa razón la investigación en sostenibilidad ha procurado estudiar los sistemas socioecológicos, que son aquellos sistemas en los que se presentan interacciones entre sistemas sociales y ecológicos<sup>1,2</sup>, y específicamente, ha tratado de entender el carácter dinámico de las interacciones naturaleza-sociedad<sup>3,4</sup>.

Las interacciones entre sistemas sociales y ecológicos se dan por tantas vías diferentes, y la gama de sistemas socioecológicos resultantes es tan amplia, que casi cualquier sistema es susceptible de ser redefinido como sistema socioecológico. De ese modo se tienen sistemas tan diversos como: automóviles, productos tecnológicos, servicios, empresas, industrias, ciudades, sistemas productivos, economías, sistemas de salud, ciudades y regiones, entre muchos otros, que pueden ser concebidos como sistemas socioecológicos y han sido objeto de interés de la investigación en sostenibilidad.

No obstante, resulta difícil entender cómo un producto tecnológico y un sistema económico podrían ampararse en un mismo concepto de sostenibilidad, pues este concepto solo tiene sentido cuando se relaciona con el sistema de referencia al que se está aplicando<sup>2,5</sup>. Es en este punto donde empiezan a emerger diferentes maneras de entender la sostenibilidad y donde la construcción de teoría sobre la sostenibilidad de los sistemas empieza a hacerse difícil, pues no se pueden construir teorías sobre aquello que los investigadores entienden de forma diferente.

El desarrollo de conceptos y teorías en la investigación en sostenibilidad es aún incipiente<sup>4,6</sup>.

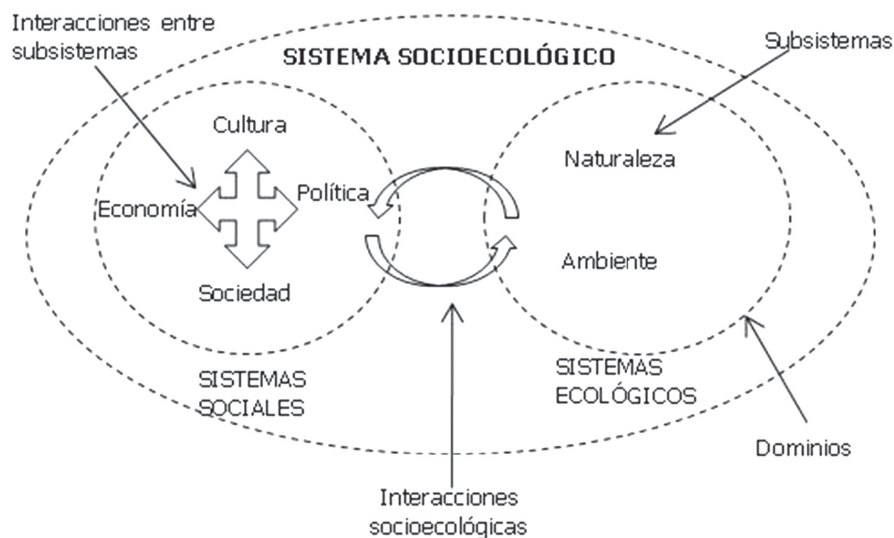
En ese sentido, nosotros proponemos una clasificación general de los sistemas socioecológicos para demostrar cómo los diferentes tipos de sistemas pueden ser analizados desde un mismo concepto de sostenibilidad, y de ese modo se pueda dar un paso adelante en el desarrollo de este ámbito de investigación.

## Los sistemas socioecológicos

En contraposición a las ciencias clásicas, que con su visión fragmentada de la realidad han contribuido a la generación de problemas de insostenibilidad a través de la tradicional separación que han hecho de los objetos de orden social y aquellos de orden natural<sup>7-9</sup>, la investigación en sostenibilidad no asume los objetos de estudio como elementos aislados sino como sistemas que se acoplan a sistemas sociales y ecológicos, denominados sistemas socioecológicos<sup>2,10,11</sup>.

Los acoplamientos entre sistemas sociales y ecológicos no son otra cosa que las interacciones que se dan entre estos dos dominios y que causan impactos y perturbaciones entre ellos. Dentro del dominio de sistemas sociales se encuentran subsistemas como la cultura, la política, la economía, y la organización social, (la sociedad misma); mientras que en el dominio de los sistemas ecológicos se encuentran subsistemas como la naturaleza -entorno no creado por el hombre- y el ambiente -entorno creado por el hombre- (**Fig. 1**).

Los acoplamientos o interacciones socioecológicas son relaciones que se establecen entre estos subsistemas a través de diferentes vías. De un lado, a través del conjunto de actividades y procesos humanos que generan impactos en los sistemas ecológicos, como la extracción de recursos naturales, la pesca, la producción de alimentos, entre otros; y por el otro, a través de las dinámicas de los ecosistemas, como las inundaciones, las variaciones climáticas, los cambios de estación, y las transformaciones de las características de los suelos, que producen efectos sobre los sistemas sociales. De ahí que los sistemas socioecológicos se consideren sistemas complejos adaptativos, pues son sistemas que ante estas interacciones se reajustan y auto-organizan continuamente sin necesidad de un control centralizado<sup>12</sup>.



**Figura 1. El sistema socioecológico. Elaboración propia**

El contenido de estas relaciones puede ser de diferente naturaleza. Pueden ser interacciones materiales, como los flujos de recursos naturales y energéticos, dinero, materias primas, productos manufacturados, alimentos, residuos, y personas; y no materiales, como los flujos de información y conocimiento, las influencias de poder, la confianza, las normas, valores, las decisiones y las acciones públicas, entre otros<sup>1,13,14</sup>. Por esa razón, en el análisis de un sistema socio-ecológico se suelen mezclar consideraciones de orden ético, político, antropológico, sociológico, económico, tecnológico, biológico y ambiental, entre otros.

### Tipos de sistemas socioecológicos

En general, todo sistema es susceptible de ser asumido como sistema socio-ecológico siempre y cuando sea delimitado a partir de los acoplamientos o interacciones entre los sistemas sociales y ecológicos involucrados en el sistema. Por eso existe una diversidad tal de sistemas socioecológicos que hacer una clasificación de ellos resulta difícil.

Sin embargo, si se adopta como criterio de clasificación la posibilidad de fabricación y de control del sistema de interés del investigador, es posible encontrar tres tipos de sistemas so-

cioecológicos que son: sistemas diseñados-controlados, sistemas diseñados-no controlados, y sistemas no diseñados-no controlados.

- **Sistemas diseñados-controlados:** son sistemas fabricados por los seres humanos. Por consiguiente, resultan de un diseño intencional y se caracterizan porque el comportamiento de sus componentes es rigurosamente controlado.

Dentro de este tipo de sistemas se pueden mencionar las industrias, las obras de infraestructura, los productos tecnológicos como los carros, los aviones, los computadores, entre otros ejemplos. Cabe anotar que si bien estos sistemas tradicionalmente han sido delimitados a partir de su forma y función, ellos se redefinen como sistemas socioecológicos cuando se delimitan a partir de su relación con los sistemas sociales y ecológicos más amplios dentro de los cuales son creados y utilizados<sup>15,16</sup>.

De ese modo, un automóvil se convierte en un sistema socio-ecológico cuando se redefine a partir de las emisiones que descarga en el aire, los recursos naturales y materiales utilizados en la fabricación de sus partes, el tipo y cantidad de energía que consume, el tipo de mano de obra y las condiciones laborales de los trabajadores vinculados a su producción, y su impacto en las relaciones y valores sociales del entorno social, entre otros.

- Sistemas diseñados-no controlados: son sistemas diseñados intencionalmente para seguir un conjunto de reglas de operación que guíen su comportamiento, aunque sus componentes no son fabricados. Por esa razón, sus componentes tienen un alto grado de autonomía y el comportamiento del sistema es parcialmente controlable, aunque sí puede ser intervenido y afectado por las acciones y decisiones humanas. Por esa razón, tienen un rango más amplio de posibles comportamientos<sup>16,17</sup>.

Son ejemplos de este tipo de sistemas los agroecosistemas, los sistemas de manejo de recursos naturales, los servicios que presta una empresa, o una política pública, entre otros. Así, una política pública tradicionalmente se entiende como un conjunto de decisiones y acciones resultantes de las interacciones de un sistema de actores para hacer frente a una situación problema. Sin embargo, se convierte en sistema socio-ecológico cuando se delimita a partir de la relación entre dicho conjunto de decisiones y acciones con los ecosistemas, las organizaciones sociales, la cultura y el modelo de satisfacción de necesidades de la sociedad en la que se lleva a cabo dicha política.

De igual modo, los agroecosistemas y los humedales artificiales pueden incluirse en esta categoría debido a que ambos son ecosistemas manipulados a través del establecimiento de unas reglas de operación con el propósito de lograr una producción agrícola, y llevar a cabo la depuración de aguas residuales, respectivamente; y sus componentes no son fabricados aunque sí pueden ser intervenidos. En ambos casos se trata de sistemas diseñados, porque estos sistemas siguen un diseño humano intencional de un conjunto de reglas de operación, pero se denominan “no controlados” porque, contrario a lo que sucede en los sistemas diseñados controlados, sus componentes no son fabricados. Pues en este caso los componentes del sistema de interés serían personas, flora y fauna, que lógicamente no son fabricados.

Cabe anotar que los dos tipos de sistemas socioecológicos descritos hasta aquí corresponden a sistemas diseñados y, en consecuencia, a todos ellos subyace un propósito ligado al diseño.

- Sistemas no diseñados-no controlados. Estos sistemas no se fabrican ni se diseñan intencionalmente pero sí se heredan natural y/o culturalmente. Por esa razón, no siguen estrictamente decisiones humanas aunque sí pueden ser intervenidos e influenciados por estas y, por consiguiente, son de escaso control. De ahí que se consideren de alta incertidumbre.

En esta categoría se pueden mencionar sistemas tan diferentes como la cultura, una cuénaga, o las cuencas de los ríos, entre otros. Así, una cultura por sí misma no es un sistema socio-ecológico pero se constituye como tal cuando es delimitada, como sistema, a partir de su relación con el territorio, los ecosistemas y la actividad económica de los pobladores que la comparten. De igual modo, una cuenca se define como un ecosistema cuando en su delimitación únicamente se tienen en cuenta las relaciones entre la fauna y la flora y sus factores abióticos, pero se convierte en un sistema socio-ecológico cuando se consideran las poblaciones humanas que habitan la cuenca y se benefician de sus servicios ecosistémicos, sus modos de organización social y su comportamiento demográfico, las industrias ubicadas en la zona y los impactos que generan en los ríos y lagos; y las características propias del ecosistema como el paisaje, las especies que los habitan, y sus servicios ecosistémicos.

Como se puede observar, estos sistemas son de una escala y complejidad mayor que los sistemas anteriores en tanto también pueden incluir simultáneamente sistemas diseñados y sistemas no-diseñados; y contrario a los casos anteriores, a estos sistemas no subyace un propósito debido a que no obedecen a un diseño humano intencional, pues una región, un bosque, una cultura, o un lago son sistemas que se configuran de forma espontánea a través del tiempo y, aunque no surgen de forma deliberada para cumplir un propósito particular, sí llevan a cabo funciones esenciales para su existencia. La **tabla 1** sintetiza las diferencias entre los tres tipos de sistemas.

**Tabla 1. Características de los diferentes tipos de de sistemas socioecológicos**

<b>Tipo de sistema socioecológico</b>	<b>Diseño intencional</b>	<b>Propósito</b>	<b>Fabricación de componentes</b>	<b>Control</b>
Diseñado-Controlado	Sí	Sí	Sí	Alto
Diseñado-No controlado	Sí	Sí	No	Poco
No diseñado-No controlado	No	No	No	Escaso

Fuente: Elaboración propia

## Un concepto de sostenibilidad

Básicamente existen tres maneras de entender la sostenibilidad. En la primera, la sostenibilidad es un proyecto social y político de la humanidad y se asume indirectamente como sinónimo del concepto de desarrollo sostenible<sup>18</sup>, es decir, es el desarrollo que satisface las necesidades de las presentes generaciones sin afectar la capacidad de las futuras de satisfacer las propias<sup>19</sup>. No obstante, cabe anotar que este concepto está referido directamente a un sistema denominado “modelo de desarrollo” y por esa razón no tendría cabida para analizar todos los sistemas socioecológicos.

Una segunda perspectiva corresponde al enfoque dominante en el que la sostenibilidad de un sistema se entiende la relación equilibrada de los seres humanos con el entorno social, económico y ambiental<sup>20-22</sup>. Sin embargo, esta no es apropiada para entender la sostenibilidad de todos los sistemas socioecológicos porque (i) su estructura de tres dimensiones fuerza la visión de que en todos los sistemas estas tres dimensiones están involucradas con igual importancia, y (ii) sirve para observar si un sistema está siendo sostenible pero no permite explicar por qué.

La tercera perspectiva es la que asume la sostenibilidad como un fenómeno que pueden ser observados en determinados sistemas socioecológicos. Desde esta mirada, la sostenibilidad de un sistema se entiende como la resiliencia socio-ecológica del mismo, pues la resiliencia es considerada la propiedad y el fundamento de los sistemas sostenibles<sup>13,15,23-25</sup>.

La resiliencia socio-ecológica es la capacidad que tiene un sistema de auto-organizar

adaptativamente el arreglo de interacciones socioecológicas para enfrentar y amortiguar las perturbaciones y mantener sus atributos esenciales<sup>13,15,23-29</sup>. De ese modo, se considera que los sistemas son sostenibles cuando son socioecológicamente resilientes; así, una alta resiliencia socio-ecológica es sinónimo de sostenibilidad, mientras que una escasa supone una limitada sostenibilidad para el sistema<sup>27</sup>.

En ese sentido, un sistema sostenible no es aquel que dura por siempre, sino aquel que lleva a cabo cambios adaptativos para responder a diferentes perturbaciones y así mantener unos atributos esenciales. De ese modo, si bien los sistemas socioecológicos diseñados-controlados, diseñados-no controlados, y no diseñados-no controlados tienen grandes diferencias, en todos ellos pueden analizarse los fenómenos de perturbación, cambio y adaptación que surgen en medio de las interacciones socioecológicas. Por esa razón, a diferencia de las dos primeras perspectivas, la sostenibilidad entendida como resiliencia socio-ecológica es un concepto que puede utilizarse en todos los tipos de sistemas socioecológicos.

## La resiliencia socio-ecológica en cada tipo de sistema socio-ecológico

Un sistema diseñado-controlado no solamente se considera sostenible cuando restringe el consumo de recursos naturales, genera niveles bajos o aceptables de desechos industriales, contribuye a resolver necesidades sociales y económicas, sino también cuando es susceptible de ser rediseñado y/o transformado por el sistema social que lo fabrica y utiliza para responder a perturbaciones como cambios en la

disponibilidad de recursos naturales, cambios en las fuerzas del mercado y en las aspiraciones sociales, la emergencia de una nueva normativa, y la introducción de nuevas tecnologías, por mencionar solo algunos.

Cabe anotar que en los sistemas diseñados (tanto controlados como no-controlados) el propósito del sistema es un atributo esencial, y dado que todo diseño humano obedece a una intencionalidad humana, cuando un sistema diseñado deja de cumplir dicho propósito, este se convierte en un sistema insostenible porque se vuelve socialmente indeseable. Ha perdido este atributo esencial. Así, un sistema diseñado que no sea socialmente deseable no puede ser sostenible porque ello significa que el sistema carece de un lineamiento que refleje la expectativa social hacia la que este debe adaptarse

En el caso de los sistemas diseñados-no controlados las perturbaciones pueden ser desde las variaciones climáticas que afectan el comportamiento de los ecosistemas hasta los cambios en las formas de gobierno de un grupo humano. En todo caso el sistema es afectado, y la resiliencia estará dada por la capacidad del sistema de actores de reajustar sus reglas o modos de operación para cumplir el propósito del sistema. Dicho propósito puede ser la producción de un servicio, de algún alimento, o la gestión de un bien o recurso natural, por mencionar solo algunos ejemplos. De ese modo, este será sostenible si el sistema de actores tiene la capacidad de reorganizar y adaptar dichas reglas de operación para responder a las dinámicas socioecológicas que lo afectan y así mantener el cumplimiento de su propósito.

En los sistemas no diseñados-no controlados la magnitud de las perturbaciones es aún más grande que en los otros dos tipos de sistemas socioecológicos. Estos son sistemas cuya escala espacial y temporal, al ser más amplia, hace que los procesos que configuran las perturbaciones sean más lentos, profundos y difíciles de controlar. Por esa razón, los procesos de perturbación, cambio y adaptación en este tipo de sistemas son de más difícil observación, pues requieren rangos temporales de varias generaciones y escalas espaciales que superan los ámbitos locales.

Como ejemplos de perturbaciones en este tipo de sistemas, se pueden mencionar la reducción del nivel de oxígeno y los procesos de eutrofización de las aguas de una cuenca, los procesos de urbanización e industrialización que sufren pequeñas villas, y la transformación de la vocación forestal del suelo por una agropecuaria, entre otros. Dado que estos sistemas no siguen un diseño intencional sino heredado de manera histórica y/o natural, su comportamiento es escasamente controlable y de ahí que sea más difícil guiar los procesos de cambio adaptativo, pues la línea que permite delimitar el sistema de actores es muy tenue y, por esa razón, su conexión en red es una propiedad aún más difícil de conseguir.

## Conclusiones

En términos generales, cualquier sistema es susceptible de ser visto como un sistema socioecológico. La condición para asumirlo como tal es que la delimitación del sistema se realice a partir de sus interacciones con los sistemas sociales y ecológicos con los que se relaciona.

Los sistemas socioecológicos se clasifican en sistemas diseñados-controlados, diseñados-no controlados, y no diseñados-no controlados. En ese sentido cabe destacar que no todos los conceptos de sostenibilidad son apropiados para entender la sostenibilidad de todos los tipos de sistemas socioecológicos porque tradicionalmente estos conceptos han tenido diferentes significados según sistemas específicos de interés como el modelo de desarrollo, o una industria. Así, el concepto más apropiado es el de resiliencia socio-ecológica de los sistemas, que es un concepto que explica el fundamento de los sistemas sostenibles sin importar el tipo particular de sistema socio-ecológico.

## Referencias

1. GALLOPÍN, G. Science and technology, sustainability and sustainable development. ECLAC, 2001. 34 p.
2. \_\_\_\_\_. Los indicadores de desarrollo sostenible: aspectos conceptuales y metodológicos. En: Seminario de expertos sobre indicadores de sostenibilidad en la formulación y

- seguimiento de políticas (4-6 de octubre, 2006, Santiago) Memorias. Santiago de Chile, 2006.
3. KATES, R.; *et al.* Sustainability science. En: Science. 2001. Vol. 292. p. 641-642.
  4. CLARCK, W.; DICKSON, N. Sustainability science: the emerging research program. En: PNAS. 2003. Vol. 100. p. 8059 - 8061.
  5. JIMÉNEZ, L. Desarrollo sostenible. 2ª ed. Madrid: Pirámide, 2008. 293 p.
  6. KAJIKAWA, Y. Research core and framework of sustainability science. En: Sustainability Science. 2008. Vol. 3. p. 215-239.
  7. RAVETZ, J. Post-normal science and the complexity of transitions toward sustainability. En: Ecol complexity. 2006. Vol 3. p. 275 - 284.
  8. NOVO, M. El desarrollo sostenible: su dimensión ambiental y educativa. Madrid: Pearson-Prentice Hall, 2006. 431 p.
  9. RIOS, L.; ORTIZ, M. y ÁLVAREZ, X. An epistemology for sustainability science: a proposal for the study of the health/disease phenomenon. International En: Journal of Sustainable Development & World Ecology. 2009. Vol. 16. p. 48-60.
  10. GALLOPÍN, G. Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. En: Cepal Serie Medioambiente y desarrollo. 2003. Vol. 64. p. 1-44.
  11. \_\_\_\_\_. Sustainable development: epistemological challenges to science and technology. En Workshop on Sustainable Development: Epistemological Challenges to Science and Technology (13-15 de octubre, 2004, Santiago). Memorias. ECLAC: Santiago de Chile, 2004.
  12. WALKER, B.; *et al.* A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems. En: Ecol Soc. 2006. Vol. 11. p. 1-13.
  13. FIKSEL, J. Sustainability and resilience: toward a systems approach. En: Sustain Sci Pract Policy. 2006. Vol. 2. p. 14 - 21.
  14. CUMMING, G.; NORBERG, J. Scale and complex systems. En: NORBERG, J., CUMMING, G., Eds. Complexity theory for a sustainable future. New York (USA): Columbia University Press, 2008. p. 246-276.
  15. FIKSEL, J. Designing resilient, sustainable systems. En: Environ Sci Technol. 2003. Vol. 37. p. 5330-5339.
  16. ANDERIES, J.; JANSSEN, M. y OSTROM, E. A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. En: Ecol Soc. 2004. Vol. 9. p. 1-18.
  17. OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. En: Science. 2009. Vol. 325. p. 419-422.
  18. MARTENS, P. Sustainability: science or fiction?. En: Sustainability Sci Practice Policy. 2006. Vol. 2. p. 36 - 41.
  19. WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, WCED. Our common future. New York: Oxford University Press, 1987. 400 p.
  20. COSTANZA, C.; DALY, H. y BARTHOLOMEW, J. Goals, Agenda and Policy Recommendations for Ecological Economics. En: COSTANZA, R., Ed.; Ecological economics: the science and management of sustainability. New York: Columbia University Press, 1991. p. 1-20.
  21. MEBRATU, D. Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review. En: Environ Impact Asses Rev. 1998. Vol. 18. p. 493-520.
  22. JIMÉNEZ, L. La sostenibilidad como proceso de equilibrio dinámico y adaptación al cambio. En: ICE Desarrollo sostenible. 2002. Vol. 800. p. 65 - 84.
  23. HOLLING, C. Surprise for science, resilience for ecosystem, and incentives for people. En: Ecol Appl. 1996. Vol. 3. p. 733-735.
  24. PERRINGS, C. Introduction: resilience and sustainability. En: Environ Dev Eco. 1998. Vol. 3. p. 221-222.
  25. HOLLING, C. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. En: Ecosystems. 2001. Vol. 4. p. 390 - 405.
  26. LEVIN, S.; *et al.* Resilience in natural and socioeconomic systems. En: Environ Dev Eco. 1998. Vol 3. p. 222-235.
  27. BERKES, F.; COLDING, J. y FOLKE, C. Introduction. En: Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 2003. 393 p.
  28. FOLKE, C. Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems. En: Global Environ Chang. 2006. Vol. 16. p. 253 - 267.
  29. NORBERG, J.; CUMMING, G. Introduction. En: Complexity theory for a sustainable future. New York (USA): Columbia University Press, 2008. p 1-7.