

Resiliencia de un Sistema Socio-Ecológico

Roberto Escalante Semerena¹

Saúl Basurto Hernández²

Equipo COMET-LA, México

Abstract

Currently, there is a global concern about more significant challenges that non-normal environmental phenomena are imposing. The literature suggests that the manner in which human beings are related with the environment involves, necessarily, the interaction between a social and ecological system. Then, a Socio-Ecological System (SES) arises. These kinds of systems are complex with non-linear relationships between variables that are determining their performance. Thus, the analysis becomes more complex. However, resilience approach can be applied to understand its capacity to absorb shocks, maintaining its basic performance, functions and the chance to improve it through innovations. It represents a useful tool when communities are facing environmental challenges. This document presents the results obtained from a specific forest case study, Comaltepec, Mexico.

Keywords: *Socio-ecological System, resilience, vulnerability, governance, complex system, community, sustainability, adaptation and learning.*

Resumen

Actualmente, existe una preocupación global por los retos cada vez más significativos que imponen los fenómenos medio ambientales atípicos. La literatura sugiere que la forma en la que se relaciona el ser humano con la naturaleza involucra, necesariamente, la interacción de un sistema social y uno ecológico, lo que representa el origen de un Sistema Socio-Ecológico (SES). Este tipo de sistemas son complejos con relaciones no lineales entre las variables que determinan su funcionamiento, lo cual dificulta su análisis. Sin embargo, una forma sensata de aproximar su comportamiento es tratando el tema de la resiliencia del SES, es decir, su capacidad de absorber choques manteniendo sus funciones centrales y brindando la posibilidad de innovar cuando se enfrentan estas alteraciones. Este análisis produce una herramienta para conocer cómo se pueden enfrentar los desafíos medio ambientales que preocupan a la humanidad. El trabajo presenta los resultados para un caso de estudio específico de un recurso forestal, Comaltepec, México.

Palabras clave: *Sistema Socio-ecológico, resiliencia, vulnerabilidad, gobernanza, sistema complejo, comunidad, sostenibilidad, adaptación y aprendizaje.*

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el 7º Programa Marco de la Unión Europea en el marco del proyecto "Community based management of environmental challenges in Latin America" (FP7-ENV2011-282845 COMET-LA). Los autores están cofinanciados por el proyecto PAPIIT RN300613 titulado "Manejo comunitario de los efectos del cambio climático en México" de la UNAM. Se agradece la colaboración de Ari Marneau Acevedo, ayudante de investigación del proyecto PAPIIT.

¹ Post doctor en Economía por el Centro de Estudios Latino Americanos de la Universidad de Cambridge. Profesor e investigador de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) email: semerena@unam.mx

² Maestro en Economía del Medio Ambiente y de Recursos Naturales por la Universidad de Birmingham. Profesor de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) email: basurtoeconomia@gmail.com

Introducción

A lo largo de todo el mundo, sin distinciones económicas o culturales entre las naciones y los pueblos, los retos en materia ambiental resultan cada vez de mayor importancia. Prueba de ello es que ahora mismo el Reino Unido padece de inundaciones que no se habían presentado anteriormente; asimismo, la ola de frío que se observa en Estados Unidos y Canadá representa una amenaza de gran relevancia en materia ambiental.

Ante esta panorámica, algunos autores (Ostrom, 1990) sostienen que las comunidades han sido capaces de manejar y gestionar los recursos naturales de manera tal que son más fuertes a la hora de enfrentar los retos ambientales. En ese sentido, la comunidad de Santiago Comaltepec, ubicada en la Sierra Norte del Estado de Oaxaca, México, representa un buen ejemplo de cómo un Sistema Socio-Ecológico (SES, por sus siglas en inglés) puede reaccionar al momento de enfrentar amenazas ambientales. Para ilustrar lo anterior, el grupo de investigadores adscritos al proyecto de investigación "Community-based management of environmental challenges in Latin America", en conjunto con la comunidad de Santiago Comaltepec, se dieron a la tarea de identificar si el SES, es decir, la comunidad en conjunto con el recurso natural, es resiliente o no ante un conjunto de choques con capacidad de alterar el funcionamiento general del sistema.

Sin embargo, ¿cómo saber si un SES es resiliente? O antes incluso que ello, ¿qué es la resiliencia? La literatura ha identificado que la resiliencia está definida como la capacidad de un sistema de asimilar un choque y mantener sus funciones básicas, brindando la oportunidad de innovar o experimentar nuevas rutas (Folke, 2006). Así, el objetivo central de este trabajo es el de hacer un ejercicio para identificar el grado de resiliencia de esta comunidad.

La naturaleza del tema llevará al desarrollo del trabajo a incluir y tratar temas como la vulnerabilidad, el aprendizaje, la capacidad de asimilación, la innovación y la reversibilidad, que, en conjunto con la resiliencia como eje central, permitirán obtener un panorama sobre el estado del SES y su condición: como comunidad resiliente o no.

Finalmente la estructura del documento ha sido dividida en 4 apartados: el primero de ellos hace una recapitulación breve de lo que la literatura sugiere para la conceptualización de la resiliencia; el segundo trata algunos temas relacionados al grado de resiliencia del SES; en el tercer apartado se hace una reflexión sobre el caso de estudio y se presentan algunas aseveraciones sobre la capacidad de absorción de diversos choques por el SES de Santiago Comaltepec y, por último, se sugiere un conjunto de conclusiones e investigación futura sobre el caso de estudio, además de lecciones aprendidas.

Resiliencia es la capacidad de un sistema de asimilar un choque y mantener sus funciones básicas, dando la oportunidad de innovar y experimentar nuevas posibilidades.

Este documento supone un ejercicio para identificar el grado de resiliencia de esta comunidad.

1. El concepto de resiliencia

En cuanto a los regímenes de gestión de los recursos naturales resulta cada vez más evidente que los problemas a nivel gestión de los recursos sobrepasan a los problemas climáticos (Pahl-Wostl, 2009). Este fenómeno ha llevado al estado actual de los estudios ambientales a adoptar posturas y enfoques más bien integrantes de los sistemas ecológicos y sociales. Es decir que, en lugar de enfocar la investigación ya sea solamente sobre el ámbito social o bien sobre el ecosistema, parece cada vez más necesario considerarlos en conjunto para evitar sesgos y tener una visión más amplia del funcionamiento del sistema (Folke, 2006).

Es así como el Sistema Socio-Ecológico (SES) adquiere un papel fundamental en los estudios contemporáneos ambientales: no solamente permite englobar los ámbitos social y ecológico –evitando así los sesgos–, sino que además el concepto reconoce la dinámica y los cambios que sufre una comunidad y el recurso que gestiona como factores centrales. Dicho en otras palabras, en comparación con conceptos más estáticos como aquellos de "equilibrio" o "estabilidad", el SES, como concepto, permite establecer relaciones más complejas y que se asemejan más a la realidad que vive una comunidad en

la gestión de un recurso natural (Duit et al., 2010). Esto último resulta vital ya que, como se mencionó, los problemas de gestión no solamente son de igual importancia sino que muchas veces son mayores que aquellos que son de carácter puramente climático. El SES puede ayudar entonces a comprender el conjunto de relaciones complejas y dinámicas entre un sistema social y un recurso natural.

Por otro lado, aunque el término de resiliencia comienza a aplicarse en el campo de la ecología a mediados de la década de los años setenta del siglo XX, en realidad, estas primeras aplicaciones hacen referencia a la capacidad de un sistema de experimentar perturbaciones o *shocks* y aun así mantener en marcha sus funciones y controles (Young, 2010). Conceptos como la resiliencia social o la “ingeniería de resiliencia” hacen igualmente énfasis sobre la idea principal de mantener las funciones básicas, o permanecer en un estado de estabilidad. En ese sentido, todas estas concepciones tienen un punto en común, una visión compartida: la resiliencia permite regresar al estado pasado. La resiliencia está ligada al *status quo* (Gallopín, 2006; Pahl-Wostl, 2009).

El término de resiliencia comienza a aplicarse en el campo de la ecología a mediados de la década de los años setenta del siglo XX.

En el marco de los SES, esta concepción adquiere diferentes significados. Desde la introducción de los “dominios de atracción”, para comprender que ante un *shock*, un SES resiliente puede no regresar a *uno y sólo un estado* sino estar en un punto dentro de dicho dominio (Gallopín, 2006); hasta la utilización de conceptos como la capacidad adaptativa en la definición de un SES resiliente (Folke, 2006). La resiliencia en los SES ofrece una manera de entender la dinámica y complejidad de un sistema (Plummer et al., 2007).

Así, el concepto de resiliencia, en relación con los SES, incorpora las ideas de adaptación, aprendizaje y auto-organización, además de la habilidad general de resistir perturbaciones (Cutter et al., 2008; Folke, 2006). La diferencia es evidente: la resiliencia allá permitía regresar al pasado; la resiliencia aquí es adaptarse a nuevas condiciones, *llegar a nuevos estados*. El rompimiento con las nociones tradicionales de equilibrio y estabilidad son producto precisamente de entender a los sistemas como complejos, dinámicos, con relaciones no simples y lógicas entre sus componentes.

La resiliencia hace referencia a la habilidad del sistema de absorber perturbaciones y mantener sus atributos nucleares; a la capacidad del sistema de auto-organizarse; y a la capacidad de aprendizaje y adaptación en un contexto de cambio.

Así, en términos generales y de acuerdo a un consenso más o menos amplio entre autores del tema, la resiliencia hace referencia a tres peculiaridades en los SES: 1) a la habilidad del sistema de absorber perturbaciones y mantener sus atributos nucleares (Plummer et al, 2007), o de absorber perturbaciones y seguir en el mismo “dominio de atracción” (Folke, 2006); 2) a la capacidad del sistema de auto-organizarse (Plummer et al, 2007; Folke, 2006) ; y 3) a la capacidad de aprendizaje y adaptación en un contexto de cambio (Plummer et al, 2007; Folke, 2006).

2. Gobernabilidad, sostenibilidad, vulnerabilidad y resiliencia

No solamente la resiliencia adquiere diferentes connotaciones bajo el marco de un SES. En la comprensión de la complejidad y dinámica de un sistema, la gestión de los recursos del ecosistema también requiere nuevas interpretaciones.

El gobierno adaptativo y el aprendizaje social han sido considerados esenciales dentro de la gobernanza³ de un SES en periodos de cambios abruptos. Por ejemplo, Pahl-Wostl (2009) asegura que la existencia de incertidumbre en un sistema complejo requiere de la capacidad de reacción ante las *sorpresas*. Dicha capacidad es más fácil de alcanzarse en un sistema de toma de decisiones policéntrico⁴, en donde existe intervención y acción de los actores que interactúan en el sistema en la implementación y desarrollo de las políticas. Esta forma de gobernanza no deriva en las mejores soluciones (o al menos no siempre), a problemas muy complejos (Duit et al., 2010; Pahl-Wostl, 2009).

³ Se refiere al sistema de gobierno que es empleado en el SES.

⁴ Un sistema político policéntrico, según el artículo de Vincent Ostrom titulado “The organization of government in metropolitan areas: a theoretical inquiry” de 1961, es aquel en el que la multiplicidad de jurisdicciones políticas deriva en la inexistencia de una autoridad suprema. Al contrario, la autoridad vinculante en un sistema policéntrico depende de la cooperación entre múltiples estructuras de decisión, representadas por agencias que manifiestan la división del trabajo en el ejercicio de las relaciones de autoridad aplicables a la formulación, ejecución y supervisión de reglas.

Se trata entonces de nuevas formas de gobernanza en donde existe la posibilidad de construir la capacidad adaptativa a través del conocimiento de la dinámica de un sistema. La creación de instituciones flexibles y redes sociales así como el desarrollo de prácticas de gestión de los recursos que impulsen el aprendizaje continuo, son considerados elementos esenciales a la hora de identificar la capacidad de un sistema de reaccionar a choques o *shocks* externos (Folke, 2006), de ser resiliente.

Así, teniendo en cuenta las tres características de la resiliencia aplicada a los SES mencionadas en el apartado anterior, la gobernanza asume un papel fundamental en tanto es bajo esta forma de gestión de los recursos naturales que la auto-organización y la capacidad de adaptación y aprendizaje se vuelven objetivos realizables –no así con un sistema rígido y centralizado-. Por lo tanto es posible identificar en las peculiaridades de estos sistemas de gobernanza los elementos que permitirán generar un SES resiliente.

Además de la relación entre formas de gobierno adaptativo y resiliencia, la resiliencia se relaciona, pero también diferencia, con otros conceptos en los estudios sobre el tema. Entre vulnerabilidad, sustentabilidad y resiliencia, por mencionar algunos casos, existen diferencias importantes.

Para empezar, la vulnerabilidad tiene más que ver con el estado de exposición de un SES, es decir, con su exposición a daños potenciales (Cutter et al., 2008). La resiliencia, por otro lado y como se ha repetido, hace referencia más bien a la capacidad de adaptarse en un contexto de cambio continuo. Así puede o no ser resiliente un SES, independientemente de si es o no vulnerable o, dicho en otras palabras, de si está o no expuesto a daños potenciales (Pahl-Wostl, 2009). Para Folke (2006), por ejemplo, la diferencia entre un SES resiliente y uno vulnerable es que en el primero las perturbaciones tienen el potencial de generar oportunidades para innovar mientras que en el segundo cualquier pequeña perturbación puede tener consecuencias sociales dramáticas.

En cuanto a la sustentabilidad y la resiliencia, Cutter et al. (2008) afirma que, en el contexto de los desastres naturales, la sustentabilidad debe ser entendida como la habilidad de tolerar y superar las amenazas, la disminución en la productividad y la reducción en la calidad de vida derivadas de un evento extremo, sin asistencia significativa del exterior del sistema. Por otro lado, hay quienes afirman que la sustentabilidad es más bien un concepto que indica *cómo debería ser* el estado de un SES para garantizar el bienestar de próximas generaciones. A diferencia de la resiliencia, que ayuda a describir un SES capaz de adaptarse, la sustentabilidad es un concepto normativo; ambos, sin embargo, sirven para describir la dinámica de un SES (Derissen et al., 2011).

3. El caso de estudio

Una vez que se han definido los conceptos de resiliencia, vulnerabilidad, sostenibilidad y gobernanza, es preciso tomar como referencia algún caso de estudio específico que muestre el grado de resiliencia de un SES. En este sentido, se eligió a la comunidad de Santiago Comaltepec, ubicada en la Sierra Norte de Oaxaca, en México (ver figura 1). El primer paso para analizar un SES es seleccionar un marco común y robusto que permita identificar el funcionamiento del sistema, así, se sugiere el marco propuesto por la Premio Nobel de economía 2009, Elinor Ostrom (2009), el cual muestra muchas ventajas en su aplicación. Éste enfoque propone estudiar un SES asemejándolo a un sistema orgánico, donde el cuerpo humano se descomponen en órganos, los órganos en células y las células en sus partes. Con ello se puede identificar el desempeño del sistema tan profundamente como se desee, tomando en cuenta las variables de primer nivel o sub-sistemas.

Las instituciones flexibles, las redes sociales y prácticas de gestión que fomenten el aprendizaje, son elementos fundamentales para identificar la resiliencia de un sistema a choques externos.

En el análisis de Santiago Comaltepec, se ha utilizado el modelo analítico de Ostrom (2009) que supone estudiar un SES como un sistema orgánico.

Asimismo, los

usuarios del SES son comuneros con derecho de uso de la tierra el bosque y el agua, vecinados con derechos limitados sobre el uso de los recursos comunes y foráneos que demandan recursos hidráulicos, belleza de los paisajes y recursos biológicos.

Figura 3.

Procesos de decisión colectiva en Santiago Comaltepec



Fuente: Fotografías tomadas por el equipo de investigación.

El sistema de recursos común se basa en la existencia de tierras agrícolas donde los comuneros dedican la mayor de su esfuerzo para satisfacer sus necesidades de alimentación y procesos de producción de autoconsumo. El bosque templado se usa para cosecha comercial (producción de madera aserrada), de donde la comunidad de Comaltepec obtiene su principal ingreso en efectivo. La comunidad dispone, también, de la selva tropical cálida para cosecha comercial para ser desarrollada en el futuro, áreas de vida silvestre y turística donde los forasteros se recrean y se alojan los recursos biológicos y micro cuencas que pueden afectar el desempeño hidrológico.

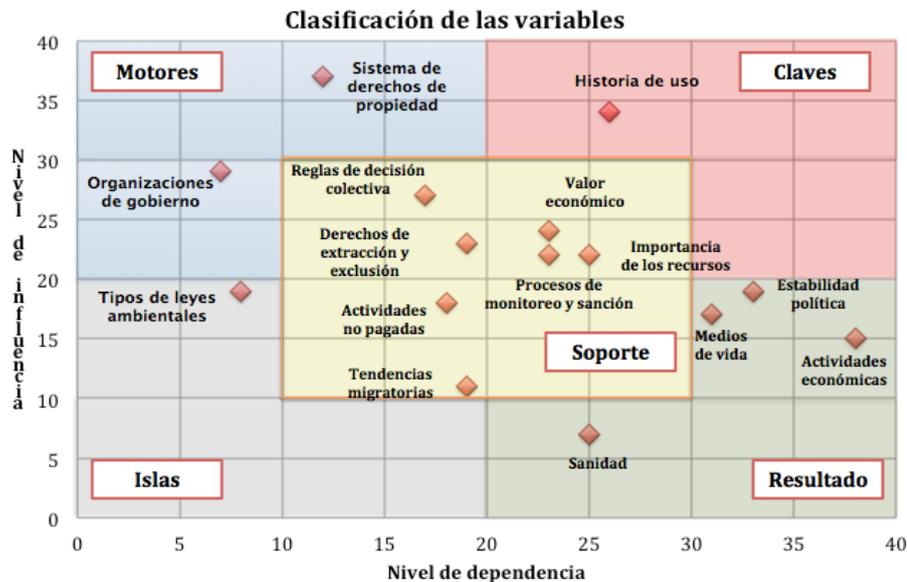
Así, Ostrom (2009) propuso que los temas relacionados con los recursos naturales se pueden entender de manera más sencilla si se analizan las relaciones entre un conjunto común de recursos naturales en un entorno social, económico y político determinado (S), un sistema de recursos (RS) que está directamente o indirectamente cosechado o cultivado por un conjunto de usuarios (U) que extrae una cierta cantidad de unidades de recursos (RU) de este. Además, se necesita un sistema de gobierno (GS). Con estos elementos, los sistemas socio-ecológicos (SES) se pueden entender como las interacciones (I) entre todos estos componentes y pueden ser evaluadas por sus resultados (O). Un sistema socio-ecológico también puede ser analizado en función de su impacto sobre los ecosistemas relacionados (ECO) en el que se encuentra inmerso.

En este sentido, la caracterización, considerando el marco de Ostrom y tomando como eje de análisis las 8 grandes categorías o subsistemas, variables de segundo y de tercer nivel, fue llevada a cabo para el caso de estudio. Profundizando el análisis y aplicando metodologías participativas con las partes interesadas externas e internas en el funcionamiento del sistema, se identificaron las variables que determinan su desempeño. A pesar que fueron tomadas en cuenta 53 y 132 variables de segundo y de tercer nivel, como resultado de los talleres se llegó a la conclusión que sólo 15 son las más representativas para el desempeño del SES: las actividades económicas, procesos de monitoreo y sanción, los medios de vida, actividades no remuneradas, tendencias migratorias, estabilidad política, leyes ambientales, derechos de exclusión y extracción, organizaciones de gobierno, sistema de derechos de propiedad, reglas de decisión colectiva, valor económico, importancia del recurso, condiciones sanitarias y la historia de

uso del recurso. Cabe señalar que de las 8 variables de primer nivel se desprendieron las 53 de segundo nivel, y a su vez, 132 de tercer nivel.

Una vez que se han identificado las 15 variables más importantes para el SES, el paso siguiente es descubrir cómo se encuentran relacionadas entre sí. Dado que un SES es un sistema complejo con relaciones no simples, es necesario ocupar algún tipo de análisis estructural, como lo es el Análisis Estructural de Prospectiva. Utilizando este tipo de análisis se determinaron las principales relaciones entre estas 15 variables. Por su tipo de relación y su influencia-dependencia sobre el sistema se pudieron clasificar en los siguientes grupos: variables determinantes (alta influencia-baja dependencia), claves (alta influencia y dependencia), reguladoras (media influencia y dependencia), resultado (alta dependencia y baja influencia) y autónomas (baja influencia y dependencia) (ver figura 4). Así, se puede notar cuáles variables mueven al sistema (determinantes y claves) y cuáles reciben sus impactos (claves y resultados), así como también, las que sirven como reguladores o instrumentos de política (reguladoras). Con estos resultados, es decir la "fotografía" de la dinámica actual del sistema, es posible identificar la magnitud que tendría un choque que impacte al SES y su capacidad de respuesta, haciendo referencia a los conceptos de resiliencia y vulnerabilidad previamente descritos.

Figura 4.
Clasificación de las variables



Fuente: Elaboración propia

*Nota: En el diagrama Motores=Determinantes, Claves=Claves, Soporte=Reguladoras, Resultado=Resultado, e Islas=Autónomas. Esto porque ante la comunidad, los resultados se presentan con otros nombres con el objeto de ser más didáctico.

La resiliencia del SES ha sido definida como la habilidad del sistema de absorber perturbaciones y mantener sus atributos centrales o de absorber perturbaciones y seguir en el mismo polo de atracción, la capacidad del sistema de auto-organizarse y la capacidad de aprendizaje y adaptación en un contexto de cambio. Entonces, para identificar el grado de resiliencia del SES en cuestión es preciso establecer un conjunto de choques hipotéticos y tratar de analizar sus impactos en el sistema y si éste tiene la capacidad de absorberlos, aprender y adaptarse.

Utilizando el marco de Ostrom, se establecieron choques hipotéticos, intentando analizarlos en el SES y en su capacidad de resiliencia.

Para este ejercicio, el primer paso consiste en diferenciar las variables internas y externas que determinan la dinámica del sistema (las variables internas se refieren a las cuestiones que dependen directamente de las partes interesadas internos, como los comuneros, usuarios del recurso, ancianos; y las externas son los factores que se determinan fuera del sistema por organismos gubernamentales y no gubernamentales). En el primer caso

podemos listar una serie de variables entre las que se encuentran: las organizaciones de gobierno, reglas de decisión colectiva, derechos de extracción y exclusión, importancia del recurso, actividades no pagadas, procesos de monitoreo y sanción, medios de vida, actividades económicas, historia de uso y condiciones sanitarias. En el segundo caso se encuentran el sistema de derechos de propiedad, las leyes ambientales, valor económico, tendencias migratorias, estabilidad política. Éstas fueron seleccionadas anteriormente por las personas que participaron en los talleres y metodologías participativas.

Al tener identificadas las variables que determinan el funcionamiento del SES, podemos inferir efectos de choques externos. Por simplicidad se pueden establecer tres tipos de choque hipotéticos y reflexionar acerca de la capacidad de absorción por el sistema: ambiental, institucional, social y económico. Guiando el análisis por practicidad y viabilidad, los choques sugeridos deben ser extremos, aunque sean poco probables, con la intención de exagerar y notar sus efectos. El choque de tipo ambiental puede ser un incendio forestal que termine con más de una cuarta parte del territorio cubierto por árboles, lo cual mermaría la extracción de madera, prácticamente a cero. Para el segundo caso, se puede inferir la entrada de partidos políticos a las organizaciones de gobierno y la supresión del sistema de cargos (actividades no pagadas). En el ámbito social puede establecerse un aumento atípico de la migración hacia Estados Unidos. Y, por último, en lo económico, la caída de la demanda de madera hasta ser nula, llevando los ingresos comunales, por venta de madera, a cero.

En el primer caso, un incendio forestal de la magnitud de alrededor de quema de bosque en 5 mil has, resultaría en un reto importante para el sistema. Sin embargo, la comunidad ha enfrentado eventos similares, en los cuales ha sorteado con éxito la eventualidad (por ejemplo, el incendio de 1983 que consumió una extensión de 2 mil has del bosque de coníferas). Esto se debe en gran medida al cuerpo de apoyo con el que cuenta, pues la movilización de las personas permite la aplicación de corta fuegos y su capacidad es muy eficiente. Después de este tipo de evento, los comuneros llevaron a cabo actividades de replanteo, lo cual permitió regenerar la zona devastada por el fuego en un horizonte temporal cercano a 10-15 años. Así, podemos inferir que la capacidad de absorción de este tipo de choques es alta. Al haber fortalecido su equipo de apoyo y gestionar la apertura de nuevas brechas y senderos dentro del bosque da cuenta de la capacidad de aprendizaje e innovación que permitió un choque de esta naturaleza. El nivel de resiliencia del SES es alto en este ámbito (ver figura 5).

En el caso de un incendio forestal, el nivel de resiliencia del SES es alto.

Figura 5.

El caso de un incendio forestal y capacidad de acción



Fuente: Elaboración propia.

Respecto al segundo caso, el supuesto de la entrada de partidos políticos a la comunidad originaría un replazo del sistema de cargos por usos y costumbres por la forma de gobernanza partidista. Una de las grandes fortalezas del SES es sus sistema de gobierno, el arraigo territorial y el compromiso de conservación del bosque por la comunidad, la

cual es representada por las autoridades comunales. Entonces, de posicionarse un sistema partidario algunos problemas como la exigencia de pagos por los cargos, o la aparición de la corrupción amenazarían el funcionamiento actual del sistema. Los intereses individuales podrían sobreponerse a los comunes. Esto podría llevar al agotamiento o aumento de la presión sobre los recursos del SES. Asimismo, al ser la variable de organizaciones de gobierno, una variable determinante, según el PSA, es decir, con un alto nivel de influencia, podría desestabilizar el SES de manera considerable. Revertir ese cambio es poco plausible. La irreversibilidad de este choque no es totalmente posible, lo cual sugiere un bajo nivel de resiliencia del sistema, en el caso de la institucionalidad (ver figura 6).

En el caso de un cambio de sistema de gobierno, el SES muestra un bajo nivel de resiliencia.

Figura 6.

Amenaza de entrada de otro sistema de toma de decisiones



Fuente: Elaboración propia.

Comaltepec a experimentado un flujo de migrantes hacia los Estados Unidos importante. Esto resultado de diversos problemas, como la falta de empleo para los jóvenes. Por eso este tema se ha incluido.

Al presentarse un aumento atípico de la migración hacia los Estados Unidos ocasionado por la falta de oportunidades en el sistema, diversos fenómenos aparecerían, tales como: menos mano de obra disponible para las actividades comunales, falta de personal para cumplir el sistema de cargos, y transformación futura de la visión de la población que migra y regresa a la comunidad. Así, al ser las tendencias migratorias una variable reguladora, su impacto no es muy fuerte sobre el sistema, puesto que también representa una entrada de remesas a la comunidad y alivia algunos problemas sociales, como la pobreza. En este sentido, un choque de este tipo podría ser absorbido por el sistema, además que la comunidad es consciente que la creación de oportunidades localmente suaviza esta tendencia de expulsión. Esto sugiere un grado de resiliencia medio en el ámbito social (ver figura 7).

Ante un incremento en la migración, el SES sugeriría un grado de resiliencia medio en el ámbito social.

Figura 7.
Efectos de la migración



Fuente: Elaboración propia.

La aproximación de los ingresos por venta de madera a cero implica una merma sustancial de los ingresos de la comunidad. Más del 50% de los ingresos comunales dependen de la venta de madera aserrada. Si se pretende observar el impacto de este choque económico es necesario precisar el destino de dichos recursos. El rubro al que la comunidad destina sus recursos es a las obras comunales (creación de infraestructura), subsidiar las empresas comunitarias y conservación del bosque. Entonces, una merma de este tipo afectaría los intereses comunes, mientras que los ingresos individuales no serían afectados significativamente. La capacidad de absorber este choque, por parte de la comunidad, es limitada, debido a la poca diversificación de actividades económicas con la que cuenta el sistema. Durante varios años los usuarios del bosque han mostrado cierto rechazo o no han gestionado la diversificación de actividades económicas y tampoco han emprendido actividades de mayor valor agregado en el procesamiento de los productos maderables que ofrece el bosque. Por lo tanto, puede inferirse que el nivel de resiliencia del sistema en este tópicó es limitado (ver figura 8).

Ante la merma de venta de madera, el nivel de resiliencia del SES es limitado.

Figura 8.
El caso de un choque económico al SES



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Las interacciones entre el ser humano y la naturaleza han sido identificadas y analizadas dentro del marco de los Sistemas Socio-Ecológicos. Actualmente, la presencia de fenómenos climáticos atípicos resaltan la importancia que tiene analizar la capacidad que tiene un sistema al hacer frente a choques que modifican su comportamiento, así como también, aprender de cómo se enfrentan y adaptarse para enfrentar nuevos retos. Esto resalta la importancia de estudiar el grado de resiliencia.

Utilizando la caracterización del sistema utilizando el marco de Ostrom (2009) y el análisis estructural de prospectiva sugerido por Godet (1985; 1994; 1998), se cuenta con una imagen real de la dinámica que cada una de las variables relevantes para el funcionamiento del sistema están desempeñando. Con ello, se puede inferir las direcciones y magnitudes que impondría una serie de choques hipotéticos al sistema. Así, si se pretende hacer un análisis más incluyente se deben plantear impactos de grandes magnitudes, aunque sean poco probables, con la intención de evidenciar el nivel de resiliencia con el que cuenta el SES.

La mejor forma de aproximarlos es mediante el establecimiento de choques en los temas relacionados con cuestiones ambientales, institucionales, sociales y económicos. En este documento se han planteado las posibilidades de un incendio forestal considerable, la entrada de partidos políticos al sistema de gobierno, las tendencias migratorias y la caída en la demanda de los productos forestales. El ejercicio de mirar los efectos de dichos choques, dadas las condiciones de influencia-dependencia de las variables involucradas, sugieren que el SES forestal de Santiago Comaltepec muestra un grado de resiliencia alto en el ámbito ambiental, bajo en el institucional, medio en el social y limitado en el económico. Aunado a ello, es importante notar que sólo un cambio brusco en el SES hace reflexionar a las partes interesadas sobre la posibilidad de aprender e innovar ante los errores cometidos en el pasado.

La experiencia obtenida en el caso de estudio y el ejercicio presentado en este documento sugieren que las comunidades deben contar con herramientas de análisis que les permitan identificar en qué punto se encuentra el sistema en el que están inmersos. En este caso se sugiere la metodología de Elinor Ostrom, para conocer los temas más relevantes del funcionamiento del SES, así como también un análisis estructural para encontrar las relaciones entre las variables. Entonces, al suponer una serie de choques externos hipotéticos, se puede inferir la capacidad de reacción de una comunidad o un SES. El tema central es ¿cómo hacer para que las comunidades se capaciten en la utilización de estas metodologías? O incluso ¿cómo sería un proceso completo de evaluación, aprendizaje y corrección de rumbos.

El reto para una investigación futura sugiere una medición más precisa de dichos efectos y del grado de resiliencia con algunos indicadores más concretos, como algún estudio de correlaciones, de ajuste o simplemente estadísticos. Otra forma de aproximarse es mediante fuentes de información históricas que evidencien capacidad de absorción, aprendizaje, innovación y adaptación.

Un cambio abrupto en el SES hace reflexionar sobre la posibilidad de aprender e innovar.

Las comunidades deben contar con herramientas de análisis que les permitan identificar en qué punto se encuentra el sistema en el que están inmersos.

Referencias

- Binder, C. R., J. Hinkel, P. W. G. Bots, and C. Pahl-Wostl. (2013). Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems. *Ecology and Society* 18(4): 26. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05551-180426>
- Cutter L.S., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., Webb, J., (2009), "A place-based model for understanding community resilience to natural disasters" en *Global environmental change* 18, pp. 598-606
- Derissen, S., Quaas, M.F., Baumgärtner, S., (2011), "The relationship between resilience and sustainability of ecological-economic systems" en *Ecological Economics* 70, pp. 1121-1128

- Duit, A., Galaz, V., Eckerberg, K., Ebbesson J. (2010), "Governance, complexity, and resilience" en *Global environmental change* 20, pp. 363-368
- Folke, C., (2006), "Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses" en *Global environmental change* 16, pp. 253-267
- Gallopin, C.G., (2006), "Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity" en *Global environmental change* 16, pp. 293-303
- Godet, M. (1985) Prospective et planification strategique. Economica, London.
- Godet, M. (1994) From Anticipation to Action: A Handbook of Strategic Prospective. United Nations Educational, Paris.
- Godet, M. and Bourse, F. (1989) MICMAC Ver.6.1.2. Laboratoire d'Investigation en Prospective, Strategie et Organisation (LIPSOR), Paris at www.3ie.fr/lipsor/lipsor_uk/micmac_uk.htm
- IPCC. (1992). The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Edited by J.T.HOUGHTON, B.A.CALLANDER and S.K.VARNEY. Published by the Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Keely Dinse., (2010), Climate Variability and Climate Change What is the difference? Michigan sea grant.
- Mike Hulme, Elaine M. Barrow, Nigel W. Arnell, Paula A. Harrison, Timothy C. Johns & Thomas E. Downing. (1999). Relative impacts of human-induced climate change and natural climate variability. *Nature* 397, 688-691
- Ostrom, E., (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems Science 24 July 2009: Vol. 325 no. 5939 pp. 419-422 DOI: 10.1126/science.1172132
- Ostrom, Elinor (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge University Press.
- Pahl-Wostl, C., (2009), "A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes" en *Global environmental change* 19, pp. 354-365
- Plummer, R., Armitage, D. (2007), "A resilience-based framework for evaluating adaptive co-management: Linking ecology, economics and society in a complex world" en *Ecological Economics* 61, pp. 62-74
- Young, R.O., (2010), "Institutional dynamics: Resilience, vulnerability and adaptation in environmental and resource regimes" en *Global environmental change* 20, pp. 378-385
