

Complejidad y Ciencias Sociales

Esteban Ruiz Ballesteros y José Luis Solana Ruiz (Editores)



un
i Universidad
Internacional
de Andalucía
A

Complejidad y Ciencias Sociales. Esteban Ruiz Ballesteros y José Luis Solana Ruiz (Editores).

Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía, 2013. ISBN 978-84-7993-231-2. Enlace: <http://hdl.handle.net/10334/3620>



Socioecosistemas y resiliencia socio-ecológica. Una aproximación compleja al medio ambiente

Esteban Ruiz Ballesteros

«not the presumption of sufficient knowledge, but the recognition of our ignorance; not the assumption that futures events are expected, but that they will be unexpected. The resilience framework can accommodate this shift of perspective»
(Holling 1973: 21).

1. Introducción⁹⁷

Mi interés por la complejidad no es otro que el de la búsqueda de formas más adecuadas de pensar la realidad en la que vivimos. Si hay un contexto estratégico que precisa formas alternativas de pensamiento ese es sin duda el medio ambiente. Es difícil encontrar un ámbito científico, político y cotidiano más contestado –hasta el punto de haberse convertido en sí mismo en un problema–, donde nuestras formas de pensar y actuar se hayan revelado más impotentes, cuando no desafortunadas. El estudio del medio ambiente es una temática crucial para comprobar qué es lo que una aproximación compleja nos puede ofrecer como alternativa a las lógicas reinantes (que, no lo olvidemos, nos han llevado a donde estamos ahora).

Socioecosistema⁹⁸ y resiliencia socio-ecológica son dos propuestas complejas para pensar la realidad ambiental. Implican tres retos: primero, la articulación efectiva físico-bio-socio-cultural de los fenómenos ambientales; segundo, una radical visión sistémica de esos fenómenos (en forma de socioecosistemas); y por último, la preeminencia conceptual del cambio sobre la estabilidad para comprender la realidad ambiental.

⁹⁷ La redacción de este capítulo tuvo lugar durante las estancias del autor en el Centre Edgar Morin del Institut Interdisciplinaire d'Anthropologie du Contemporaine (Ecole Hautes Etudes Sciences Sociales, Paris) (2010 y 2012) y en el Anthropological Center for Training and Research on Environmental Global Change (Indiana University) (2012), en ambos casos gracias a una ayuda de Ministerio de Educación del Gobierno de España dentro de su programa de estancias para profesores e investigadores séniores.

⁹⁸ A lo largo del texto «socioecosistema» y «sistema socio-ecológico» serán expresiones sinónimas y por tanto intercambiables.

Nuestra diferenciación ontológica entre naturaleza y cultura se revela cada vez más como un lastre para pensar apropiadamente las cuestiones ambientales, y sobre todo para actuar sobre ellas. Hasta cierto punto es normal que así sea. Esta dicotomía es la que propicia una relación entre naturaleza y sociedad que consideramos problemática tanto en lo teórico como en lo práctico (Ingold 2000, Moran 2006 y 2010). Otra forma de actuar medioambientalmente nos obliga a transformar nuestra forma de pensar el mundo y nuestro papel en él, más allá de culturalismos y biologicismos.

Las ciencias sociales no han sido ajenas a todo ello, en especial la antropología, que en su pretensión de comprender lo humano, se sitúa permanentemente en la frontera entre naturaleza y cultura. No vamos a trazar aquí la evolución del pensamiento ambiental antropológico que hunde sus raíces en el propio surgimiento de la disciplina. Pero sí conviene retomar el más reciente cuestionamiento de las categorías cultura/naturaleza y cultura/individuo (Davidson y Berkes 2003). Es aquí donde encuentran eco las reformulaciones de la relación naturaleza-sociedad-cultura que han marcado la antropología de finales del siglo XX (Descola 2005, Descola y Pálsson 1996, Escobar 1998 y 1999, Ingold 2000, Latour 1991, Pálsson 1996, Raffestin 1996, Wilson 1992). Desde mi punto de vista, es a todas luces necesario difuminar esa dicotomía naturaleza-cultura. Una posibilidad es considerar lo humano desde la perspectiva de los conceptos de *dwelling* y de *habitation* (Ingold 2000, 2011), fundiendo en gran medida organismo y entorno como realidades inextricables. Otra propuesta es el concepto *human-in-nature* (Davidson-Hunt y Berkes 2003) que procura también articular estrechamente lo humano al medio en el que vive. En definitiva, necesitamos propuestas teórico-metodológicas que propicien un *continuum* entre naturaleza y cultura, o lo que es lo mismo: la integración del organismo en el medio en el que vive hasta el punto de difuminar los límites de uno y otro. Es desde este radical punto de partida que podemos fundar una consistente ciencia social ambiental (Moran 2010). Las propuestas teóricas, desafiantes con el pensamiento cartesiano convertido en sentido común (y por las que aquí pasamos apresuradamente), son básicas para poder construir una conceptualización compleja de lo ambiental que no deje ningún elemento fuera de consideración. Sobre ellas debe construirse esa articulación físico-bio-socio-cultural de los

fenómenos ambientales, de la que el concepto «coevolución» sería un buen ejemplo (Gual y Norgaard 2010).

Pero necesitamos, también, una transformación paralela en nuestra consideración del devenir ambiental. En español, la expresión «medio ambiente» tiene en sí mismo una fuerte connotación naturalista. Yo prefiero utilizar «entorno» para referirme de manera más aséptica al contexto en el que tienen existencia los organismos (huyendo de una previa conceptualización del mismo como naturaleza). La comprensión cabal de ese entorno nos fuerza a asumir el cambio y el flujo permanente en vez de contentarnos con una ficción de estabilidad. El entorno refleja la *durée*⁹⁹ (duración) de lo que permanece y cambia al mismo tiempo. Vivimos en el devenir constante, pero necesitamos la estabilidad para poder actuar sobre el mundo. De ahí que construyamos una visión estable del entorno y entendamos como excepcionales los momentos o procesos de cambio. Pero la realidad es bien distinta. En vez de asumir estabilidad y explicar el cambio, como se hace habitualmente, se precisa asumir el cambio y explicar la estabilidad «relativa», que en el fondo siempre será un recurso humano para generar la regularidad que nos permita actuar. Esta visión, en sí misma, pone en cuestión muchos de los retos y estrategias ambientales que conllevan una visión muy particular del tiempo: conservación y restauración quedan fuertemente contestadas, ya que se anclan a esa ficción de estabilidad a la que me venía refiriendo. Por su parte, «sostenibilidad» debe adecuarse al devenir, al flujo y al cambio incesante, y quizá en este contexto salga de la trampa contradictoria en la que se encuentra sumida al punto de provocar su cuestionamiento como objetivo.

Mas estos giros ontológicos, siendo irrenunciables, no bastan tampoco. Necesitamos operativizarlos convenientemente. Precisamos de un marco sistémico que nos permita dar forma efectiva a esa articulación compleja entre elementos biofísicos y socioculturales que conforman todo entorno con presencia, directa o indirecta, de los humanos. Entornos, en forma de socioecosistemas, que no tienen un comportamiento lineal y son muy difícilmente

⁹⁹ Remito al lector a mi capítulo anterior en este mismo libro, especialmente a su primera parte, en la que se exponen las ideas fundamentales del pensamiento de Bergson.

predecibles, y que más bien están sujetos a la incertidumbre y la sorpresa. A ello vamos a dedicar fundamentalmente este capítulo. Como es fácil adivinar, esta pretensión enlaza con mi capítulo previo en este libro. En realidad este puede entenderse como una continuación o aplicación de aquel; y, si no se ha tenido en cuenta, conviene leerlo previamente.

Antes de culminar esta introducción, una advertencia. Para mí, tanto los socioecosistemas (SES) como la resiliencia son formas de pensar, estrategias que iluminan peculiarmente la comprensión y la acción medioambiental. No esperemos artilugios técnicos para medir. Concretamente, y en el caso de la resiliencia socioecológica (RSE), se trata de una heurística, estrategia analítica y metodológica para analizar la realidad socioambiental. Como toda estrategia nunca queda cerrada ni culminada. Se trata más bien de un permanente *work in progress* que se hace y rehace conforme se utiliza. No puede, por tanto, confundirse con una teoría que aspira a dar explicación, sino –insisto– con una forma de pensar: un marco analítico que quiere estar por encima de teorías y modelos, precisamente para tener capacidad de integrarlos llegado el caso. Todos estos matices pudieran parecer banales. Desde mi punto de vista no vienen sino a evidenciar las dificultades en el lenguaje y la expresión que afectan a cualquier forma, más allá de lo comúnmente admitido, de pensar naturaleza y sociedad. De su dificultad ya nos habló Bergson. Tenemos necesidad de ampliar nuestra sensibilidad, de un pensamiento/actitud/sensibilidad para la complejidad, de una integración de parcialidades...

Pensar el medio ambiente a través de conceptos como socioecosistema o resiliencia socio-ecológica requiere, efectivamente, una profunda reubicación ontológica, epistemológica y práctica. Desde el punto de vista ontológico es necesario asumir el carácter complejo de la realidad –nada difícil, por obvio– en paralelo a un desarrollo complejo de nuestras formas de abordarlo –todo un reto–. Para ello nada mejor que, como he expresado, difuminar la dicotomía naturaleza-cultura considerando inextricable lo biofísico y lo sociocultural. Solo el ejercicio analítico y el lenguaje deben separarlos. A nivel epistemológico, quizá el contexto clave en todo lo que aquí proponemos, es preciso desarrollar convenientemente la noción de sistema complejo adaptativo para fundar en ella uno

de nuestros conceptos marco: socioecosistema. Igualmente, sería recomendable considerar muy seriamente la *consilience*, es decir, la confluencia integrada y operativa de conocimientos provenientes de ramas científicas diversas (Wilson, 1998); no obstante, sin que ello implique a priori el sometimiento jerárquico de unos saberes a otros. En cuanto a la praxis, no podemos olvidar en ningún momento que nuestro empeño no es solo teorizante ni exclusivamente académico. La necesidad de un abordaje complejo de lo ambiental viene motivada por un evidente y generalizado proceso de deterioro del entorno que hace falaz cualquier tipo de propuesta por la sostenibilidad si esta sigue siendo pensada en sus formas habituales. La gestión ambiental demanda más que nunca una manera distinta de pensar su objeto que debe tener como norte no ya la diversidad cultural y la biodiversidad, sino la diversidad biocultural.

2. Sistemas complejos adaptativos

Tras la aproximación a los sistemas dinámicos no lineales y a su papel en la operativización de la complejidad (ver Ruiz Ballesteros en este mismo volumen), hemos de dar otro paso más en nuestra radicalización de lo sistémico como estrategia para aprehender la complejidad. No se trata de un ejercicio caprichoso. No cabe pensar por más tiempo en contextos ambientales prístinos, lejos de la influencia humana: la humanidad es la fuerza mayor del cambio global.

El medio ambiente es siempre –directa o indirectamente– un ámbito biofísico y sociocultural inextricable que exhibe, por tanto, un alto grado de complejidad que nuestro marco sistémico debe asumir adecuadamente. Es por ello que precisamos familiarizarnos con los sistemas complejos adaptativos (SCA), desarrollados originariamente como base de las ciencias de la complejidad en torno al Instituto de Santa Fe (Waldrop, 1992). ¿En qué consiste un sistema complejo adaptativo? ¿Cuál es su diferencia con los sistemas dinámicos no lineales? Como cabe imaginar, no vamos a hacer aquí un análisis pormenorizado y extensivo de este tipo de sistemas. Entre otras cosas porque no soy un especialista en el tema. Los especialmente interesados deberán dirigirse a la abundante literatura disponible al respecto (Holland 1995, Levin

1999). Sin embargo, sí resulta apropiado puntualizar aquellos elementos relevantes que convierte a los SCA en piezas clave para la comprensión y aplicabilidad de las nociones de socioecosistema y resiliencia.

Los sistemas complejos adaptativos están conformados por un gran número de componentes, muy heterogéneos entre sí y activos; cuyas interacciones producen propiedades emergentes no fáciles de predecir analizándolos por separado. Hay reglas que nos permiten explicar esas interacciones, pero –y esta es una circunstancia muy relevante– estas reglas pueden cambiar conforme el sistema acumula experiencia. Por tanto, cabría decir que el sistema complejo adaptativo (SCA) tiene capacidad de «aprender». Si tenemos en cuenta que, obviamente, estos sistemas experimentan un constante devenir, esa capacidad de aprendizaje es la que les permite mostrar anticipación y coherencia interna dentro del flujo incesante en el que están inmersos. Por tanto, este tipo de sistemas expresan un marcado carácter adaptativo. Su capacidad inmanente de autotransformación hace que se mantengan y cambien al mismo tiempo, en definitiva que –en tanto herramientas analíticas que son– puedan servir perfectamente para expresar el carácter complejo de lo viviente (y por tanto de lo socio-cultural).

En ese constante devenir adaptativo, los SCA se comportan de forma no lineal, sus reacciones no son proporcionales a las variaciones de los parámetros que los definen, de manera que se producen abundantes bifurcaciones y, en general, exhibe una dinámica caótica, esto es: conocemos sus principios generales de funcionamiento, pero no las condiciones iniciales de su aplicación, con lo cual no es factible la predicción de su trayectoria. Incertidumbre y sorpresa son rasgos inherentes a los SCA. De ahí que califiquemos este tipo de comportamientos sistémicos como caos determinista o como determinismo impredecible (hemos de tener siempre muy claro que caos no es en ninguna medida sinónimo de azar, ya que no es un fenómeno aleatorio). Los SCA son, por tanto, sistemas caóticos no lineales a los que hemos de añadir esa capacidad de cambiar sus propias reglas de funcionamiento a partir de procesos de adaptación a circunstancias externas e internas. Cabría decir que los SCA son sistemas dinámicos no

lineales con posibilidad de aprender y, por tanto, de cambiarse a sí mismos conforme acumulan experiencia. No debemos tener pudor en afirmar que estos sistemas inventan y experimentan. Mientras que los sistemas caóticos son en sí mismos inertes, los sistemas complejos adaptativos son sistemas «animados».

Aprendizaje y caos son los dos elementos esenciales para comprender este tipo de sistemas, ambas características nos sirven para encarar con garantías los sistemas socio-ambientales en los que, por un lado, la dinámica caótica no es la excepción, sino antes bien la regla; y por otro, muestran una capacidad de transformación propia de los fenómenos vivos y, por supuesto, de los socioculturales.

Sin embargo, toda esta naturaleza dinámica y caótica tiende en última instancia hacia configuraciones particulares en las que cabría hablar, analíticamente, de cierta estabilidad: los atractores. Los SCA expresan distintas configuraciones, a modo de tendencias, en torno a las cuales –esos mismos sistemas en apariencia tan impredecibles– expresan estabilidad, o quizá sería más apropiado decir: en torno a los cuales se sitúan, sin perder su inmanente devenir.

Llegados a este punto me parece determinante introducir una pequeña digresión. Es necesario abandonar la idea de máquina como heurística para comprender la dinámica de los sistemas socioambientales. Comprendo que esta es una metáfora atrayente por su claridad y facilidad comunicativa, pero nos confunde profundamente si queremos comprender los rudimentos que definen las relaciones entre los componentes de cualquier sistema socio-ecológico. Tenemos que ser capaces de integrar ese gran oxímoron que define la vida: cambio y estabilidad al mismo tiempo. Para ello hay que evitar el *equilibrium thinking* que ha marcado gran parte del pensamiento ecológico y sociológico, y que produce imágenes estereotipadas y estáticas tanto de la naturaleza como de la cultura (Scoones 1999, Abel y Stepp 2003). Esta perspectiva analítica no nos sirve para comprender cómo funciona el medio ambiente y a los humanos como parte integrante del mismo. En vez de equilibrio, hemos de pensar en flexibilidad y variabilidad, y poner las predicciones en suspenso. Más que procurar a toda costa

la predicción del comportamiento de un sistema, desarrollando una serie de simplificaciones difícilmente justificables, quizá sea más juicioso pararnos a comprender cómo funciona este realmente en toda su complejidad.

Recuperemos ahora nuestro hilo. A la luz de todas las características que hemos ido desgranando, ¿cómo se comporta un sistema complejo adaptativo? Para avanzar en nuestra reflexión vamos a apoyarnos en algunos esquemas que, si bien son muy simplificadores, confío en que nos resulten útiles para captar gráficamente una parte de los conceptos, un tanto abstractos, que debemos desarrollar. A veces una imagen simple nos ayuda más que varios párrafos de descripción.

Un SCA con sus componentes, funciones y estructura puede tomar distintas configuraciones en tanto que sistema no lineal y caótico¹⁰⁰. Sigue siendo él, pero puede adoptar distintas formas en relación al rejuego de sus variables constituyentes. En la figura 1 he utilizado una línea curva para trazar la posible configuración de un SCA.

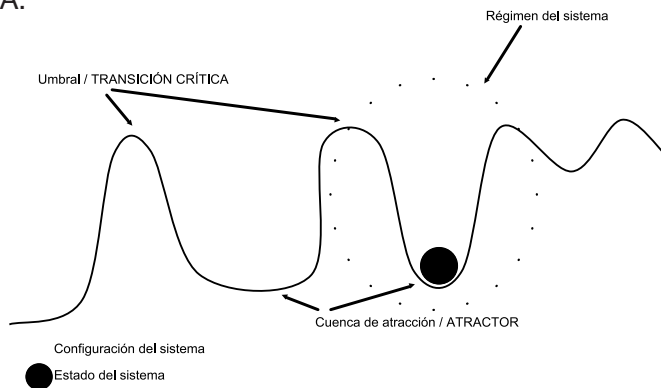


Figura 1 esquema simplificado de la configuración de un Sistema Complejo Adaptativo

El sistema puede tomar potencialmente la configuración expresada a través de la línea curva (aunque en realidad se trata de un sistema

¹⁰⁰ Para articular esta descripción he seguido principalmente a Scheffer (2009) y Walker y Salt (2006), a ellos remito a quien quiera profundizar en el tema.

no lineal que no podría representarse de manera continua). En virtud del momento y de sus condicionantes precisos, puede estar en cualquiera de las posiciones trazadas por la curva. El estado concreto del sistema –dentro de sus potenciales posiciones– se determina a través de una bola negra. La configuración del sistema establece crestas y valles. La bola que marca su estado en un momento dado puede moverse a través de la línea. Los valles suponen cuencas de atracción y representan los distintos atractores que componen el sistema dinámico no lineal. Las crestas de las curvas marcan los umbrales que separan unas cuencas de atracción de otras. El estado del sistema, representado aquí por la bola, tiende a estar en alguna de las cuencas de atracción concreta que implican una configuración especial de componentes, estructura y función. Para pasar de una cuenca a otra, de un estado a otro, debe atravesar los umbrales críticos que las separan (bifurcaciones en términos no lineales).

Nos interesa especialmente ser conscientes de que un SCA tiene regímenes distintos (el gran círculo de línea discontinua establece uno) que están enmarcados por umbrales y determinados por cuencas de atracción (atractores). Esas cuencas de atracción pueden ser consideradas como estados alternativos del sistema. El estado del sistema tiende a ocupar una de esas cuencas posibles. La salida de ellas no es habitual, pero puede darse, y entonces el sistema cambia de configuración (pensemos en un bosque que experimenta episodios sucesivos de fuego y regeneración, o en un lago que puede alternar configuraciones de agua cristalina o turbia en virtud de la concentración de fósforo). No obstante, y esto es capital, el estado del sistema se mueve constantemente dentro de la cuenca de atracción que ocupa, conservando dentro de unos márgenes una serie de parámetros y sus interacciones. Si se exceden esos parámetros –o cambian sustancialmente sus interacciones– el estado del sistema (la bola) puede acercarse a un umbral y ponerse en disposición de pasar a otra cuenca de atracción y, por tanto, a una configuración distinta del propio sistema, que entraría en otro régimen (por ejemplo, un bosque acumula tanta masa vegetal en una época de sequedad que se hace especialmente apropiado para un episodio de fuego).

Queda aún otro elemento importante. La configuración del sistema, la línea curva que he utilizado aquí para representarlo, está también en permanente cambio, no es en absoluto fija. Hemos dicho que los SCA son capaces de cambiar sus propias reglas generales, las cuales se representan en nuestro gráfico a partir de la línea curva. De manera que los valles y crestas que la definen (sus umbrales y cuencas de atracción) están sujetos a un constante devenir (sin duda en relación a otros sistemas de rango superior o inferior). Los valles se pueden hacer más agudos y pequeños, dificultando que la bola pueda salir de ellos, pero también que pueda moverse en su interior debido a la estrechez de la cuenca (régimen b, figura 2), o más amplios con una cuenca mayor en la que el estado del sistema encuentra espacio para la flexibilidad y la potencial ocupación de distintas posiciones, situándose los umbrales o las transiciones críticas más lejos (régimen a, figura 2). En este simplificado modelo gráfico, la forma de las cuencas de atracción tiene una estrecha relación con la resiliencia de los sistemas, al punto de que la propia resiliencia se definiría por la posibilidad de que un sistema pueda permanecer con mayor o menor dificultad dentro de una cuenca de atracción. Las características de esta determinan por tanto la resiliencia. Sobre todo esto volveremos específicamente más adelante, ahora solo quiero que establezcamos una primera relación muy básica entre las características de los SCA y la resiliencia.

El cambio de régimen de un sistema –en la figura que presento– puede darse bien porque su estado (la bola) se mueve o porque su propia configuración (la línea curva que lo define) se transforma abriendo o cerrando cuencas de atracción (lo que provocaría que la bola se deslizara o encajara en ellas). En el fondo, estos dos procesos son el mismo, solo que en nuestro modelo de representación gráfica los hemos hecho parecer dos cosas distintas. Sin embargo, ello no deja de tener una cierta utilidad explicativa. Podemos tomar aquí de forma laxa esta circunstancia para comprender que el cambio puede tener razones externas (variación en la línea) o internas (cambios en la posición de la bola). Tomemos esto solo como una mera pista para vislumbrar la complejidad intrínseca del funcionamiento del sistema, nunca al pie de la letra.

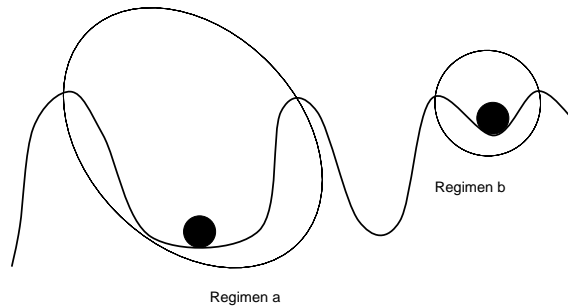


Figura 2 diferentes formas de cuenca de atracción y sus consecuencias

La dinámica de un SCA es, por tanto, de una notable complejidad, de ahí que este, como herramienta analítica, sea especialmente útil. Sus cambios internos no son graduales ni ordenados, sino espasmódicos. Dentro de todas las posiciones posibles en una misma cuenca de atracción, el estado del sistema es esencialmente el mismo; pero conforme se cruza el umbral, se precipita en otra cuenca de atracción y toma un estado distinto. En esa nueva cuenca el sistema adquiere una configuración distinta a la anterior. La transición crítica (Scheffer 2009) es el recurso analítico para monitorizar y actuar sobre el cambio con suficiente conocimiento. Tiene su base en el paso por uno de esos umbrales que separan a distintas cuencas de tracción (ver figura 2). La preocupación por las transformaciones dentro de los sistemas nos invita a identificar dónde están situados esos umbrales de transición y cómo podemos adecuar el funcionamiento del sistema para que no los traspase (si es que eso es lo que queremos). La historia del sistema no es reversible. Cuando sus variables básicas caen hasta provocar una transición crítica, no basta con volver a los valores que estas tenían cuando tuvo lugar la transición catastrófica; normalmente hay que llevar esas variables a unos valores distintos (previos en el tiempo) para provocar una nueva transición crítica que devuelva el sistema a algo parecido a su configuración previa, que en cualquier caso no será nunca la misma.

Por tanto, el carácter y la forma de las cuencas de atracción son fundamentales para comprender la dinámica de los SCA. Una cuenca es la expresión de las variables que conforman un sistema

en torno a uno de sus atractores. Si el atractor y sus variables permiten flexibilidad interna, entonces el valle será ancho y el estado específico del sistema podrá expresar múltiples matices, la bola tendrá un gran espacio por el que moverse (y variar dentro de unos márgenes) antes de salir del régimen (régimen a, figura 2). Por el contrario, si las variables definitorias de la configuración del sistema muestran poca flexibilidad interna, entonces la cuenca de atracción será muy estrecha, la bola estará encajada, de forma muy estable, no tendrá mucho espacio donde situarse (régimen b, figura 2). Sin embargo, esta rigidez, que podemos identificar con un grado amplio de estabilidad (el estado del sistema es prácticamente inamovible), puede tener consecuencias notables, ya que una mínima transformación en las variables provocaría la salida de esa cuenca de atracción cuya resiliencia se revela muy débil, pues tiene poca capacidad de seguir albergando al sistema si este cambia levemente. La resiliencia está relacionada estrechamente con todo esto que aquí estamos exponiendo de manera muy metafórica: un sistema muy sólido y rígido que no permita la creatividad y la versatilidad será muy persistente, pero porta la semilla de su propia destrucción por colapso a partir de una mínima variación.

Quiero pensar que en este punto disponemos de los rudimentos básicos para entender que un sistema complejo adaptativo está compuesto de un conjunto de agentes heterogéneos, interactuando localmente de manera no lineal en el marco de dependencias creadas históricamente (ya que el tiempo lo va conformando a partir del aprendizaje), que se encuentra en perpetua novedad, continua adaptación y lejos de una dinámica en equilibrio (Folke 2006, Janssen and de Vries 1998, Janssen 2002).

3. El cambio general que afecta a los sistemas: los ciclos adaptativos

Como expresaba en la introducción, el cambio es una de las bases ontológicas para construir un modelo complejo desde el que aprehender los fenómenos socio-ambientales. Hemos visto que los SCA son puro devenir que va modulando sus distintos estados y configuraciones. Pero no hemos abordado cómo entender ese cambio inmanente. La dinámica de la que hablamos tiene forma de ciclo.

Siguiendo a Holling (2001) no resulta difícil convenir que la vida y la sociedad que se construye sobre ella (no conviene olvidarlo) se mueven por ciclos, ¿cómo no considerarlos como definitorios del funcionamiento de nuestros sistemas complejos? Holling nos ofrece un modelo dinámico-sistémico a modo de ciclo permanente y sin fin que llama panarquía (Gunderson y Holling 2002) y que debemos poner en relación con los SCA para comprender por qué estos están sujetos a una dinámica incesante de transformación que nos invita a abandonar la idea de equilibrio. Los ciclos adaptativos que componen la panarquía se encuentran a todos los niveles de lo biológico y lo socio-cultural, sirviéndonos para comprender la lógica que anima una célula, una empresa o una cultura, sujetos a una dinámica permanente, cambio incesante que viene tanto de dentro como de fuera de ellos mismos. Como los SCA, el ciclo adaptativo de Holling es una estrategia para pensar el funcionamiento del mundo.

Este ciclo sin fin que anima a todo sistema (figura 3) viene marcado por cuatro fases. Una primera de crecimiento rápido y explotación (r) seguida de otra llamada de conservación (k). Ambas están profundamente interconectadas conformando un *fore loop* (Walker y Salt 2006:95) en el cual el desarrollo y el crecimiento siguen una lógica proporcional: los recursos responden a criterios de eficiencia y optimización, se produce una acumulación progresiva de capital social, natural y económico, y el sistema toma una apariencia estable.

La tercera fase es de colapso y creación destructiva (Ω) y a ella le sigue la última fase, la de renovación o reorganización (α). Las fases Ω y α conforman el *back loop* (Walker y Salt 2006) en el que las conexiones principales que definían el sistema se quiebran, el capital social, natural y económico se diluye, la incertidumbre y la inestabilidad son muy altos, y la optimización es imposible. No obstante, en este *back loop* la experimentación –que puede llevar a un cambio creativo o destructivo– es la norma y en ella el protagonismo humano es capital (Walker y Salt 2006: 82). Mientras que el *fore loop* es normalmente lento, el *back loop* es mucho más rápido, en él se puede redefinir el sistema de cara al futuro o reproducirse de nuevo como tal. Es el *back loop* el que expresa las mayores dosis de complejidad y el que supone un reto para nuestro entendimiento.

Evidentemente, el ciclo adaptativo es un marco analítico general, no debe tomarse al pie de la letra y se pueden dar saltos entre las fases sin completar el ciclo propiamente. Asimismo, debe tenerse en cuenta que estos ciclos están sujetos a efectos provenientes de distintos niveles, encastrados unos en otros, que configuran el conjunto de la panarquía como ciclos inscritos en ciclos (ciclo geológico, ciclo biológico, ciclo cultural, ciclo organizativo...). Como apunta Folke (2006: 258), hay quienes usan el ciclo adaptativo como una herramienta analítica, mientras que otros simplemente lo ven como un modelo heurístico-conceptual. Para mí, bastaría con tenerlo como una metáfora para comprender el sentido general del flujo que anima todo lo que nos rodea, y muy especialmente para intuir lo que subyace a los SCA.

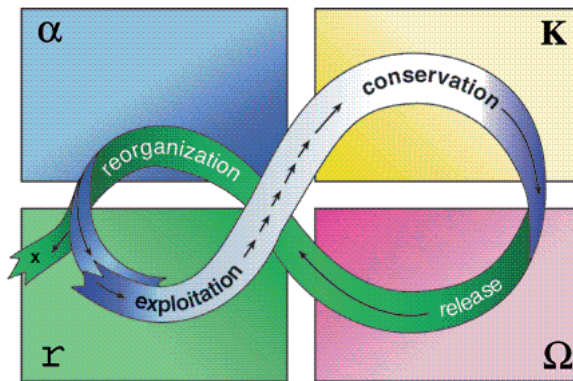


Figura 3, ciclo adaptativo (Gunderson y Holling 2002)

Su utilidad es que nos permite dar forma y sentido a ese cambio inmanente como apuesta ontológica para enmarcar el análisis socioambiental. El ejemplo de un bosque (siguiendo a Walker y Salt 2006: 83) nos puede servir para comprenderlo más adecuadamente. Un bosque surge a partir de unas condiciones iniciales en las que especies pioneras dan paso a las especies que conformarán el bosque propiamente dicho en fase climax. Este es el constitutivo del *fore loop* en su fase *r*, en la que los recursos del bosque se van acumulando lentamente apoyando el desarrollo consistente de la arboleda y los distintos organismos que viven en ella. Esta fase es bastante predecible y conforme persiste en el tiempo se va haciendo más eficiente en el uso de los recursos

(fase k). Pero en ese mismo proceso va perdiendo los recursos redundantes a raíz de una mayor especialización y optimización, el bosque va perdiendo resiliencia, haciéndose más vulnerable a cualquier *shock* al haber perdido gran parte de la respuesta funcional redundante¹⁰¹. En algún momento por fuego, tormenta o plaga el sistema colapsa, liberándose la biomasa y nutrientes acumulados. A mayor tiempo que el bosque haya estado en fase de conservación (k), menor alteración precisará para entrar en la fase de colapso y creación destructiva (Ω) y reorganización (α). Este *back loop* es de mucha menor duración que el *fore loop*. En muchos casos confundimos el funcionamiento del conjunto del sistema con la fase de conservación (k) y así no lo comprendemos en toda su extensión, sino solo en aquella fase más fácilmente manejable para nosotros. En esta circunstancia reside gran parte de nuestra incompreensión del funcionamiento socio-ambiental.

Este mismo tipo de ciclo –entendido como marco analítico metafórico (*framework*)– se puede identificar claramente en la vida de una empresa o en la evolución de mercados específicos, así como en el devenir de culturas y civilizaciones. Nos permite encarar el cambio permanente que afecta a la vida y a las sociedades humanas. Con él damos respuesta a una de las exigencias que nos hacíamos al principio de este capítulo: asumir el cambio y tratar de explicar como anómala la estabilidad. Esta perspectiva analítica es crucial para comprender el medio ambiente.

Asimismo, podemos ir entreviendo que esa asociación de «sentido común» que hacemos normalmente entre el cambio drástico y las turbulencias catastróficas externas puede constituir una trampa analítica. El causante del cambio, en el caso del ejemplo

¹⁰¹ La eficiencia y la optimización tienen que ver con la reducción de respuestas redundantes a las funciones que precisa el sistema. Normalmente, una función puede disponer de distintas respuestas a partir de diversos componentes del sistema, esa es la redundancia. Sin embargo, si se prima una de esas respuestas eliminando a los componentes que ofrecían otras, el sistema se hace más eficiente (al eliminar componentes que no son estrictamente necesarios). Pero, si se llegara a tener problemas con los componentes elegidos para responder exclusivamente a determinada función, el conjunto del sistema se pondrá en peligro. Esta es, en esencia, la vulnerabilidad a la que nos exponen siempre la eficiencia y la optimización: una ganancia a corto plazo puede llevar a la destrucción a medio o largo plazo.

del bosque, no es realmente el fuego, sino las condiciones que hacen que el fuego pueda llevarse por delante a todo el bosque. Es, por el contrario, más bien la acumulación de pequeños efectos lo que precipita un estado de vulnerabilidad en el sistema, es una pequeña alteración acumulativa la que provoca una transformación catastrófica. Y es más: este tipo de procesos es inevitable; es decir: forma parte inherente de la propia dinámica del sistema ya que lo regenera y lo renueva. El problema surge cuando se dan ciertas alteraciones en el propio sistema que impiden, después del momento traumático, su regeneración.

De esta forma, la alteración constante, el mantenimiento de cierta estabilidad y la capacidad de seguir siendo a pesar de transformaciones no esperadas, son los principios paradójicos de todo sistema. Como vemos, el orden termina siendo más una cualidad emergente que predeterminada.

Sistemas complejos adaptativos y ciclos adaptativos son dos herramientas centrales para pensar los socioecosistemas y la resiliencia. En el contexto de los SCA son más específicamente los umbrales/transiciones críticas los que nos sitúan –desde una perspectiva analítica– en los procesos de cambio de régimen (procesos esenciales para comprender la dinámica socioambiental). Por su parte, los ciclos adaptativos iluminan y matizan nuestra comprensión global del cambio como elemento definitorio de estos sistemas: su carácter cíclico. El encaje entre ambas herramientas no debe preocuparnos dramáticamente, son eso: herramientas analíticas para ser usadas en virtud de las necesidades de investigación concreta. Walker y Salt (2006: 93) nos advierten de que son modelos para diferentes propósitos. Yo pienso que tienen una integración fácil si consideramos precisamente que se trata de herramientas con una vocación analítica distinta referida a macro y micro procesos de cambio respectivamente. Su encaje y utilidad lo darán su uso apropiado en cada caso de estudio específico.

4. Desembocando en los sistemas socioecológicos

No es sostenible a estas alturas considerar sistemas sociales y ecológicos por separado. Con ello perderíamos capacidad

explicativa habida cuenta de que están inextricablemente articulados. Si somos consecuentes con un proceso de difuminado de la dicotomía naturaleza-cultura no tenemos más remedio que buscar un marco analítico que permita encajar esa perspectiva ontológica. La noción de sistema socio-ecológico (SSE) o socioecosistema nos será de mucha utilidad. Glaser *et alt.* (2008) la definen como una unidad bio-geo-física y sus instituciones y actores asociados, que tiene un carácter complejo y adaptativo, y está delimitada por las fronteras espaciales o funcionales que rodean a los ecosistemas particulares y sus problemas específicos. No obstante, eso no significa poner a todos los componente del SSE en una relación estrictamente simétrica. Sus capacidades de agencia son diversas. El protagonismo humano parece incontestable por sus simples características como especie, y el nivel de complejidad sociocultural nos obliga a considerar aspectos cruciales como las relaciones de poder, la agencia, la dependencia y la autonomía de los grupos humanos.

Un socioecosistema es un SCA extremadamente complejo, hemos de ser plenamente conscientes de ello, pero al cual no podemos renunciar para comprender cabalmente un contexto determinado. Está conformado por elementos físicos, biológicos, sociales y culturales inextricablemente articulados. Nuestro principal reto es precisamente dilucidar esta articulación. Los procesos de cambio de un SES no son predecibles, lineales o proporcionales a las transformaciones de sus variables definitorias, la incertidumbre lo ilumina más que la regularidad. Tienen la capacidad de existir en distintos regímenes, entendidos como estados alternativos, en los cuales su función, estructura y retroalimentaciones son diferentes. Shocks y perturbaciones pueden llevarlos a cruzar umbrales hacia regímenes diversos (Walker y Salt 2006: 31).

Los sistemas socio-ecológicos son unidades de análisis conformadas en virtud de un interés de estudio específico (Ostrom, 2009). En principio, puede asustarnos el sinfín de componentes e interconexiones que en teoría los componen. Para comprender cómo trabajar con ellos recomiendo vivamente seguir las indicaciones de Ostrom (2011) que nos ayudan a operativizar su capacidad analítica. En torno a un SES concreto, a la hora de estudiarlo, hemos de seleccionar las variables significativas, que

dependerán del interés específico de la investigación (Ostrom 2011: 22). La visión de Ostrom sobre los SES es la más práctica que haya podido encontrar lo que quizá se explica en que su orientación analítica no es principalmente ecológica. Ella se sitúa muy lejos de aquellos que reivindican una naturaleza ontológica para los sistemas socio-ecológicos, entendiendo que estos existen en el mundo como tales y que, por tanto, hay SES reales y otras cosas que no lo son (y por supuesto ellos tienen la clave para esa clasificación). Ostrom, guiada por una sensibilidad empírica y etnográfica, apegada al estudio de situaciones de campo, otorga a la noción una naturaleza principalmente epistemológica, en tanto en cuanto nos ayuda a comprender la realidad. Claro que en cualquier caso es necesaria una justificación y una coherencia en la propuesta analítica de un socioecosistema. Pero esta explicación tiene que ver principalmente con el sentido de nuestro interés científico y no con el carácter de la realidad en sí. Es la coherencia lógica del planteamiento de un determinado contexto socio-ambiental como SES (funciones, límites...) lo que justifica su solvencia analítica en virtud de un problema de investigación.

Los sociecosistemas estarán compuestos por subsistemas múltiples anidados (que recordaran la panarquía de Holling). Ese anidamiento nos recordará la forma en que se articulan funcionalmente organismos - tejidos - células - proteínas, con características comunes y privativas de cada nivel de agregación. En definitiva, no podemos perder de vista nunca su configuración multinivel. Es desde esta perspectiva que un SSE se entiende como un patrón multiescalar (espacial y temporal) de uso de recursos alrededor de los cuales los humanos se han organizado de forma particular (Resilience Alliance, 2007).

Para comprender cabalmente en qué sentido los SES son una herramienta para operativizar una visión socioambiental compleja, tenemos que tener en mente su configuración como sistemas complejos adaptativos. Todo lo que hemos expuesto sobre estos sistemas gana sentido ahora, cuando lo aplicamos más directamente a la comprensión de esa dimensión físico-bio-socio-cultural que configura todo entorno: sean sus bifurcaciones, su carácter caótico, su capacidad de «aprender» su heterogeneidad interna, sus rasgos emergentes... Desde esta perspectiva los socioecosistemas tienen tres características básicas (siguiendo a Walker *et al.*, 2004).

En primer lugar, manifiestan adaptabilidad (*adaptive capacity*). Esta adaptabilidad se expresa en la capacidad del propio sistema para determinar la trayectoria de su estado y su posición dentro de la cuenca de atracción que ocupa. El socioecosistema aprende y atesora conocimiento utilizable para orientar su devenir (no podemos olvidar que en este tipo de sistemas complejos adaptativos estamos reconociendo un protagonismo humano indiscutible). Asimismo, esta adaptabilidad se manifiesta también en una habilidad del sistema para transformar la forma de la cuenca de atracción que ocupa, lo que cambiaría la posición de los umbrales que la enmarcan. De esta forma, su estado dentro de una cuenca de atracción se haría más resistente a la perturbación. Como podemos imaginar, esta capacidad de adaptabilidad tiene que ver tanto con los atributos sociales como con los ambientales. La segunda característica destacable de un socioecosistema es su transformabilidad. Si el SES se encuentra en un régimen indeseado y no puede ir al deseado, cabe transformarse en otro sistema. Por tanto, transformabilidad no es otra cosa que la capacidad para crear un nuevo socioecosistema, cuando resulta que las condiciones ecológicas, políticas o económicas son insostenibles (Walker *et al.*, 2004). Esta circunstancia es crucial, sobre todo para aquellos que piensan que el *resilience thinking* es exclusivamente una postura conservadora que procura el mantenimiento de un estado actual de cosas y que difícilmente contempla la transformación o el cambio, sino exclusivamente la conservación. Como apunta Folke (2006) la innovación es un elemento fundamental para comprender los SES y la resiliencia. Deseabilidad o indeseabilidad son valoraciones humanas, inherentes a un socioecosistema, con lo cual estamos dando entrada y consideración destacada a todos los aspectos que marcan igualdades o desigualdades, simetrías o disimetrías en cuanto a relaciones de poder, intereses y recursos. Los SSE no se entienden plenamente si no se presta especial atención a cómo se gobiernan y a los conflictos que albergan. De ahí la importancia de los análisis institucionales, por ejemplo. Sin un marco teórico para encajar este tipo de fenómenos el análisis de los socioecosistemas termina siendo banal al dejar fuera gran parte de sus principales factores explicativos. Sin embargo, estos marcos teóricos al uso no pueden reducir la comprensión compleja del funcionamiento del SES, no cabe un reduccionismo explicativo centrado sobre factores exclusivos o niveles de análisis muy concretos. Esta

transformabilidad abre la puerta al surgimiento de nuevas variables, nueva vida, diferentes escalas...; en definitiva, a una panarquía distinta: nuevos socioecosistemas.

Por último, los SES presentan como rasgo definitorio la resiliencia, entendida de forma general como una medida de su vulnerabilidad. Retomando nuestra reflexión sobre los sistemas complejos adaptativos, la resiliencia tiene especial relación con los umbrales y las transiciones críticas; en definitiva, con el paso de unas cuencas de atracción a otras. La resiliencia se relaciona con la forma en que un socioecosistema maneja su adaptabilidad y su transformabilidad, ambas en base a una apuesta voluntaria o inconsciente (en virtud del protagonismo humano) por permanecer en un determinado estado-régimen o cambiar a otro. En cualquier caso, la relación con los umbrales y transiciones críticas es la clave. Las estrategias para aproximarse o separarse de ellos y el éxito de estas, constituyen la medida de la resiliencia del SES. La adaptabilidad del sistema es la base de la estrategia resiliente y se procura bien moviendo los umbrales que definen la cuenca de atracción (para que el estado del sistema no sea proclive a traspasarlos), bien situando al estado del propio sistema lejos de esos umbrales, o incluso simplemente haciendo más difícil de alcanzar los umbrales correspondientes (Walker y Salt, 2006: 59).

Esta perspectiva, que nos lleva de nuevo a esos gráficos que hemos utilizado páginas atrás, tiene como virtud su connotación respecto a ciertos sentidos atribuidos a la resiliencia. No se trata de entender la resiliencia como la velocidad de recuperación después de una alteración, sino como la capacidad para absorber esa alteración y seguir siendo esencialmente el mismo sistema. Todo lo que venimos refiriendo está en directa relación con lo que ocurre cerca de esos umbrales que enmarcan una cuenca de atracción y no tanto con lo que pasa en las zonas de esa cuenca que podrían recordarnos a estados de equilibrio o reposo. Mientras una resiliencia desde el punto de vista de la ingeniería no tiene especial interés en los umbrales que enmarcan un régimen concreto, nosotros – desde una perspectiva socio-ecológica – estamos interesados precisamente en identificarlos y comprenderlos. Esta diferencia entre «recuperación» como consideración del tiempo necesario para restablecer un estado original y «mantener la capacidad de

volver» como habilidad más allá del tiempo (Walker y Salt, 2006: 63), no es baladí para aprehender el sentido más profundo de la resiliencia socio-ecológica.

5. Resiliencia socio-ecológica

Resiliencia es una forma de pensar cómo funcionan los socioecosistemas. Se trata de una propiedad emergente que facilita o dificulta su cambio y transformación sustancial. El estudio de la resiliencia es una estrategia práctica para analizar cómo estos sistemas complejos adaptativos van evolucionando y cómo encaran distintas coyunturas. Pensar en clave de estados, regímenes y cuencas de atracción nos ayuda a aprehender una relativa estabilidad en el proceso incesante de cambio que afecta a los socioecosistemas. Tener en cuenta la existencia de umbrales y transiciones críticas nos abre la puerta a considerar esas coyunturas particulares en las que los SES pueden cambiar de configuración o simplemente desaparecer.

Como hemos visto, todo ello no ocurre de manera mecánica o estructural ya que la presencia protagonista de los seres humanos en estos sistemas hace de la agencia uno de los factores explicativos clave. La resiliencia se puede alimentar o socavar, esta capacidad de todo SCA está abierta a que el propio devenir del sistema, con su capacidad de aprender, inventar, experimentar..., establezca una estrategia para mantenerse en una cuenca de atracción o por el contrario pasar a otra; esto es: utilizar su capacidad de adaptabilidad o por el contrario optar por la transformabilidad como signo de innovación (las dos habilidades que sirven, precisamente, de base para comprender la resiliencia). De modo que el *resilience thinking* no está presuponiendo ni conservación ni transformación *a priori*. Son los propios SCA los que en su funcionamiento y en la afectación de otros sistemas superiores o inferiores en escala, modelan el cambio y por tanto su resiliencia. Claro que si se valora positivamente el estado de un socioecosistema, entonces –y sólo entonces– la alimentación y consolidación de la resiliencia de ese SES será un objetivo práctico. Por el contrario, si el sistema expresa características no deseables en lo biofísico o en lo sociocultural, la estrategia pasará a ser completamente la contraria, esto es: minar

la resiliencia del SES para que alcance cuanto antes el umbral que le permita transformarse, o sencillamente romper con sus componentes, estructura y función para fundar un SES distinto.

Solo quienes no han llegado a comprender esta dimensión abierta de la resiliencia pueden estar pensando que aboca a un modelo de conservación a ultranza. Evidentemente, en el uso de esta herramienta analítica debe prestarse especial atención a los aspectos políticos, a las relaciones de poder que suceden en el interior de los socioecosistemas (Cote y Nightingale 2011). Hay configuraciones políticas que pueden llevar a una potenciación de la resiliencia del sistema, mientras otras pueden ser conscientes o inconscientemente socavarla. El estudio específico de la gobernanza de los socioecosistemas y de los recursos físico-bio-socio-culturales tiene mucho que decir en nuestra comprensión general de la resiliencia y sus procesos. Una consideración excesivamente «ambiental» (ecosistémica, ecologizante) de la resiliencia puede terminar olvidando la primacía de lo humano y de su organización para comprender cómo un socioecosistema alimenta o socava su resiliencia.

Por tanto, toda investigación en torno a la resiliencia se desarrolla paralelamente a un juicio de valor sobre el estado del socioecosistema bajo estudio y su deseabilidad o no. La resiliencia –como capacidad en sí misma– no establece ese juicio valorativo que aconseja o desaconseja un determinado régimen para el socioecosistema. Son los humanos, sumidos en relaciones de poder, intereses y un particular sistema de gobernanza, los que –por su protagonismo intrínseco dentro de los SES– modulan la resiliencia socio-ecológica.

Por tanto, resiliencia no es sinónimo de sostenibilidad. La sostenibilidad parte de una voluntad de mantener los SES en sus funciones, estructuras y componentes porque nos parezcan apropiados y deseables. Ciertamente, la resiliencia de esos sistemas hará más factible o quimérico su mantenimiento, lo fundamental es si alimentamos la resiliencia para que perduren o la socavamos para que se transformen. En cualquier caso, la resiliencia no es sostenibilidad, sino una estrategia para estudiarla y, en su caso, alcanzarla. No obstante, para que un socioecosistema

sea sostenible debe ser resiliente (insisto: otra cosa distinta es que nos parezca deseable su sostenibilidad).

La resiliencia tiene un potencial práctico innegable. Nos permite sentar las bases de un modelo de análisis sobre cualquier contexto socioambiental para actuar sobre él una vez se tomen las decisiones de partida correspondientes: ¿queremos mantenerlo o cambiarlo? Pero antes de llegar a este tipo de situaciones pragmáticas creo que hay que tener una idea lo más clara posible de qué significa realmente «resiliencia» desde una perspectiva socio-ecológica, de su fundamento epistemológico y ontológico. Ese es precisamente uno de los objetivos fundamentales de este capítulo.

La resiliencia socio-ecológica es una característica capital de los socioecosistemas en tanto en cuanto estos son sistemas complejos adaptativos. Esta es la secuencia lógica que hemos venido trazando hasta ahora. Al tratarse de un rasgo fundamental de estos contextos socioambientales, el estudio de la resiliencia socio-ecológica se convierte en una estrategia de análisis para dilucidar las probabilidades de cambio sustancial de un sistema. Vista desde esta perspectiva, la resiliencia se convierte en la medida de la posibilidad de su transformación y en estrategia para la identificación de los factores –externos e internos– que la animan.

Definir la resiliencia no es tarea fácil, y tampoco estoy completamente convencido de su utilidad. Soy consciente de que cuando surge una noción relativamente novedosa la primera obsesión es precisamente su definición diáfana y exclusiva, es lo que todos reclaman para poder admitir esa nueva idea entre las que ya están supuestamente aquilatadas. Pero como dice Bergson, la idea es tan solo una parada del pensamiento, que sin embargo sigue su devenir, avanzando; y lo que realmente permite avanzar es la capacidad de empatizar en la comprensión más general de una forma de mirar el mundo, del cual las ideas, conceptos y perspectivas son solo herramientas, medios pero no fines en sí mismos. Siempre he sido un poco escéptico con las definiciones: además de los esfuerzos y debates nominalistas que inducen, cierran y esterilizan, más que abren y crean.

Con respecto a la resiliencia me interesa sobre todo que seamos capaces de captar su sentido de forma intuitiva. No estoy motivado

por destilar su esencia abstracta, sino en utilizar su «punto de vista» como herramienta (en la versatilidad y flexibilidad que tienen siempre estas: ¿quién no ha clavado una puntilla con unas tenazas?). Por eso, más que ofrecer una definición, creo más productivo recorrer sucesivas y distintas definiciones que cronológicamente han ido puntuando el concepto, y que en su conjunto nos muestran la madurez de una sensibilidad con el cambio socio-ecológico, que es lo que precisamente persigo aquí.

Partamos de la base de que sea en el campo de la ingeniería o incluso en el de la psicología, la resiliencia evoca la capacidad (de un sistema o de una persona) de recuperarse tras una alteración traumática. Afinando un poco más, desde alguna de estas disciplinas prácticas, se elabora el concepto para ponerlo en relación con el tiempo, y de esta manera la resiliencia es principalmente la velocidad con la cual un sistema se recupera tras una alteración (una viga que sufre un sobrepeso que la curva). Desde un punto de vista más social, la resiliencia puede entenderse como la capacidad de las comunidades humanas de soportar *shocks* externos a su infraestructura social, tales como la variabilidad ambiental o la agitación social, económica y política (Adger 2000).

Como vemos, este tipo de aproximaciones muestra una sensibilidad básicamente mecánica con los procesos en los que la resiliencia concurre: respuesta como recuperación. Y lo más importante: de manera consciente o inconsciente, se produce una vinculación entre resiliencia y estabilidad que está en la base de la incompreensión del carácter particular de la resiliencia socio-ecológica. Tanto en la ingeniería como a veces en la psicología, se está entendiendo que hay un retorno porque hay una base estable a la que retornar. Sin cuestionar profundamente la idea de estabilidad no es posible aprehender el sentido de la resiliencia socio-ecológica. Efectivamente, desde una perspectiva de estabilidad, la resiliencia solo puede sonar a conservación y resistencia.

Holling (1973) introduce un grado de complejidad mayor al aplicar ese concepto de resiliencia a los ecosistemas desde un punto de vista exclusivamente ecológico. Incorpora otro modelo de comprensión de los fenómenos ambientales lejos del mecanicismo y de la progresión lineal aplicada hasta el momento a los ecosistemas.

Intuyendo bifurcaciones, comportamientos caóticos y cuencas de atracción, nos propone que la resiliencia es la cantidad de alteración que un sistema puede tolerar antes de que cambie a un estado diferente, con distinta estructura y función (Holling 1973). No hay ya recuperación hacia un estado estable y se considera que el sistema puede presentar estados distintos, lo cual implica una concepción compleja del mismo. Desde aquí, y con una perspectiva más teórica, con los sistemas complejos adaptativos en mente –y la abstracción que ellos permiten para pensar en umbrales y cuencas de atracción–, la resiliencia puede ser entendida como la habilidad de un sistema para absorber perturbación sin cambiar a una cuenca de atracción alternativa (Scheffer 2009). Como vemos, aquí el socioecosistema es considerado como sistema complejo adaptativo, se barajan distintos regímenes posibles y por tanto la resiliencia tiene que ver con estar en unos u otros, e incluso con la posibilidad de cambiar de unos a otros.

Pero la resiliencia comporta muchos más aspectos que la mera expresión de posibilidad de estados distintos de un mismo socioecosistema: la resiliencia forma parte de la dinámica intrínseca de los sistemas. Por supuesto que resiliencia tiene que ver con capacidad para absorber perturbación, pero no menos con habilidad para reorganizarse mientras se experimenta el cambio; para ello, durante el proceso de alteración o en el simple devenir cotidiano, el SES debe retener esencialmente las mismas funciones, estructura, identidad y retroalimentación entre sus componentes (Walker & Salt 2006). La resiliencia no es solo una manifestación de respuesta pasiva, sino una habilidad: respuesta activa. Es capital caer en la cuenta de que llegados a este punto de maduración del *resilience thinking* –y casi sin expresarse explícitamente–, la creatividad, el carácter proactivo y la innovación adquieren un papel notable para comprender cabalmente qué es la resiliencia socio-ecológica.

Como apunta Folke (2006: 259) la resiliencia no tiene que ver solo con ser resistente o robusto a las perturbaciones, sino con las oportunidades que la perturbación abre en términos de recombinación de estructuras y procesos, la renovación del sistema y la emergencia de nuevas trayectorias. Esta es la razón por la cual el concepto de resiliencia socio-ecológica incorpora ideas como adaptación, aprendizaje y auto-organización. La clásica capacidad

de resistencia ante la perturbación es solo un aspecto de la resiliencia, para mí quizá el más básico pero el menos significativo. Si seguimos este hilo –y mantenemos viva nuestra reflexión anterior sobre los sistemas complejos adaptativos– no nos costara mucho esfuerzo comprender que la capacidad resiliente de un socioecosistema se centra en tres aspectos fundamentales (Carpenter *et al.* 2001; Turner *et al.* 2003).

Primero, en su habilidad para permanecer en el ámbito de un atractor (lo cual lo sitúa en un régimen específico de entre los posibles). Esta característica está relacionada con variables de cambio muy lento que controlan los límites del ámbito de ese atractor, es decir, de los umbrales que lo delimitan. En esta circunstancia, el socioecosistema es capaz de absorber el cambio constante e inherente, manteniendo función y estructura.

Segundo, en su habilidad para reorganizarse. Cuando pensamos aquí en reorganización lo hacemos considerando ante todo la reorganización endógena y constante, sostenida en el tiempo, como actitud cotidiana del devenir del propio ecosistema. No pienso especialmente en procesos de reorganización que obedecen a causalidades externas, que también son importantes, pero a los cuales estamos más habituados analíticamente. En este caso debemos pensar en el propio carácter dinámico del SES que lo mantiene en una evolución creativa permanente.

Y en tercer lugar: en su capacidad adaptativa. Resulta fundamental la existencia de mecanismos para la evolución de la novedad y el aprendizaje (inherentes a los propios sistemas complejos adaptativos, pero que deben potenciarse y expresarse adecuadamente). En un ejercicio radical de transdisciplinaridad, debemos considerar la biodiversidad y la diversidad institucional como caras distintas de una misma capacidad adaptativa del conjunto del SES, solo que a diferentes escalas. En ambos casos –biofísico y sociocultural–, la innovación, la invención, y la experimentación deben tener oportuna expresión y cabida dentro del SES: deben ser consciente o inconscientemente potenciadas como fuentes inequívocas de adaptabilidad.

En este punto merece la pena hacer especial hincapié en el carácter que la adaptación adopta desde una perspectiva compleja. Adaptación, en clave resiliente, va mucho más allá de su más clásica acepción «pasiva». La adaptación que nos interesa aquí no es aquella en la que el organismo o el sistema se amoldan al entorno o al conjunto de los sistemas en los que encaja. La adaptación puede tener algo de esto, pero no es la dimensión más significativa y reveladora de lo que las interacciones multinivel u organismo/medio aportan. Aquí adoptamos una idea más profunda y compleja de «adaptación creativa» (con evocación una vez más a Bergson), un proceso adaptativo que se define ante todo por su carácter proactivo antes que pasivo: lo que se adapta se transforma, pero no lo hace menos que el propio marco de su adaptación. La adaptación que queremos puntualizar supone un diálogo entre el organismo y el medio, en el que ambos son inextricables y deben su definición uno al otro; por tanto, no cabe hablar realmente de que uno de los dos se adapta al otro, sino que en su interacción se producen mutuamente¹⁰².

La resiliencia que nos interesa aquí se sitúa, por tanto, más allá de las ideas comunes de resistencia o adaptación. Lejos de estos referentes –pasivos en esencia–, la resiliencia se define prioritariamente como creatividad, algo que ya apuntó el propio Holling (2001: 10): «capacidad de inventar y experimentar, beneficiándose de las invenciones que crean oportunidades mientras se mantiene a salvo de aquellas que desestabilizan excesivamente el sistema o lo afectan de manera negativa».

Asimismo, mi propio trabajo aplicando esta herramienta a la comprensión del desarrollo del turismo de base local, me hace pensar que la resiliencia se entiende mejor como «actitud» que como «estado». El socioecosistema, a través de la acción de sus protagonistas humanos, se hace o no resiliente no tanto porque atesore capacidades o habilidades, sino porque vive inmerso en procesos en sí mismos resilientes, de manera que es esa actitud adaptativa la que modula y moldea sus dinámicas inherentes (Ruiz Ballesteros 2011). Las formas de confianza, cooperación,

¹⁰² Ingold (2000, 2011) reflexiona profusamente sobre esta forma de articular organismo y medio.

reciprocidad, tomas de decisión, comunicación de conocimientos..., son las actitudes que convierten a un SES en resiliente.

El estudio de la resiliencia socio-ecológica constituye, por tanto, una estrategia analítica para comprender el funcionamiento de los socioecosistemas, centrándose en cuáles son sus dinámicas de cambio y «estabilidad», y muy especialmente en los umbrales y transiciones críticas que marcan las transformaciones sustanciales entre sus regímenes potenciales. En todo momento, como base fundamental de esta estrategia analítica, se deben articular de manera consistente los componentes biofísicos y socio-culturales a través de una comprensión adecuada de sus interacciones.

6. Socioecosistemas y resiliencia, herramientas analíticas para las ciencias sociales ambientales

De la teoría a la práctica científica de campo hay siempre un trecho considerable. Operativizar el *resilience thinking* no es tarea fácil, y constituye un reto para las ciencias sociales ambientales. Por supuesto que no pretendo aquí resolverlo, pero tampoco dejar de apuntar algunos elementos básicos que alumbren su aplicabilidad. En principio, y si tenemos claro que lo que nos traemos entre manos no es una apuesta teórica en sí, una teoría al uso, sino más bien un marco de análisis (*framework*)¹⁰³, no cabe que esperemos un recetario de aplicación. Estamos hablando de una forma de pensar. Pensar en socioecosistemas y resiliencia no puede dar lugar a programas cerrados, sino más bien a estrategias que serán profundamente contextuales, esto es: dependerán del ámbito empírico de aplicación y de los intereses específicos de la investigación. No obstante, no olvidemos que lo fundamental es aquilatar una forma de pensar la complejidad socioambiental.

En principio, se trata de considerar cualquier contexto real como sistema socio-ecológico (con esto ya hemos avanzado bastante respecto a los planteamientos más clásicos), y posteriormente evaluar la conveniencia o no de usar la perspectiva de la resiliencia

¹⁰³ En este sentido quizá sea ilustrativo atender a la diferencia entre *framework*, teoría y modelo que propone Ostrom (2011) para delimitar los distintos ámbitos de la producción teórico-metodológica.

para comprender la dinámica de ese socioecosistema. Cómo eso se hace en cada caso concreto responde precisamente al carácter contextual intrínseco que ámbitos y proyectos de investigación tienen. Pero eso no significa que no podamos reflexionar sobre la operativización general del conjunto de ideas que estamos utilizando.

Si estamos dispuestos a integrar lo humano y lo ecológico, y por tanto a aplicar el concepto de socioecosistema, lo más recomendable es hacer uso de los sistemas complejos adaptativos como marco general en el que insertar los componentes relevantes de nuestro ámbito de estudio y entender desde ahí las relaciones entre ellos. Los sistemas complejos adaptativos son un *framework* sobre el que pueden volcarse distintas aproximaciones teóricas que alumbren más específicamente las relaciones entre componentes. Todas las orientaciones teóricas son bienvenidas y debe buscarse el encaje coherente entre ellas¹⁰⁴. Lo único que parece peligroso es la reducción de toda intención explicativa a una sola perspectiva teórica. Como ya proponía para la operativización de la complejidad en general (Ruiz Ballesteros, en este mismo volumen) el ejercicio teórico en torno a los SCA debe tener bastante de eclecticismo y bricolaje, garantizando una mirada amplia sobre los factores que explican la realidad socioambiental.

La delimitación práctica del socioecosistema debe estar suficientemente justificada aun cuando estemos convencidos de que esta delimitación es operativa y dependiente de nuestro ámbito de interés y del problema científico en cuestión. El SES es una herramienta analítica no un objeto de la realidad (Becker 2010); pero eso no exime de la justificación de su conveniencia y oportunidad, su coherencia y rigor; no podemos sustraernos de responder a la pregunta de por qué este territorio y sus ocupantes pueden considerarse analíticamente como un socioecosistema.

Efectivamente, nos centramos sobre un SES, un territorio, su configuración biofísica y la gente que lo habita, siempre en perspectiva diacrónica, intentando comprender su senda coevolutiva. Pero no podemos obviar que existen niveles por

¹⁰⁴ Moran (2010) hace un repaso de las principales orientaciones teóricas sobre las que puede fundarse una ciencia social ambiental.

encima y por debajo de nuestro contexto e interés de análisis (escalas). Hemos de integrar nuestro SES en un conjunto de sistemas a modo de la panarquía que nos propone Holling, quizá de forma extensiva, sobre todo para hacernos una idea precisa de las influencias principales que llegan desde fuera de la escala que estamos analizando prioritariamente. Nuestro SES puede quizá explorarse desde la perspectiva de los ciclos adaptativos, ¿en qué momento del ciclo se encontraría? No siempre es posible –o interesante– llegar a este nivel de análisis, pero no se pierde nada por explorarlo, ya que podría aportar perspectivas de comprensión muy interesantes.

Mucho antes de llegar a este punto ya habremos caído en la cuenta de que nuestro estudio de caso (el análisis empírico de un SES siempre lo es) requiere del concurso de diversas disciplinas, o cuando menos de la capacidad para manejar datos de proveniencia disciplinar muy distinta. Evidentemente, no podemos atender a toda la información para todos los ámbitos. Nuestra capacidad de análisis siempre será limitada y dependerá tanto del carácter del equipo como del tiempo de nuestro proyecto (y, por supuesto, de sus objetivos). Pero no por ello podemos obviar el despliegue de una visión amplia por nuestra parte para comprender la evolución de nuestro SES y asimismo para comprender su situación actual y sus perspectivas. En principio, todo dato y fuente de información son válidas para trazar una primera aproximación a su dimensión físico-bio-socio-cultural. Nos interesa tanto sus peculiaridades hidrológicas como edafológicas, la producción agroganadera y la historia local en su sentido amplio, las asociaciones y las fiestas...

La posibilidad de desarrollar trabajo de campo específico en cada uno de estos ámbitos dependerá del interés de la investigación y de su financiación. Pero en ningún caso podemos obviar la información interdisciplinar (aun de fuentes secundarias). El objetivo será trazar una visión ecológica del territorio, pero no menos una perspectiva sociocultural (por supuesto económica) y, sobre todo, la interacción entre una y otra. Para hacerlo con garantías, podemos utilizar los distintos dispositivos analíticos, marcos comprensivos y propuestas que nos ofrecen diversos equipos que trabajan en esta misma línea y con sensibilidad análoga¹⁰⁵. Por supuesto, todas estas propuestas

¹⁰⁵ Sería difícil hacer una exposición intensiva de los mismos. Pero basten

deberán ser convenientemente adaptadas a nuestra investigación concreta, algunas serán muy útiles y otras no tendrán sentido en nuestro caso.

Con todo ello (en la evidente cantidad y variedad de datos de los que disponemos para comprender el SES), nuestro objetivo debe ser fijar los vectores (*drivers*) básicos que guían el funcionamiento del socioecosistema, sean estos biofísicos o socioculturales, para trazar las vinculaciones entre ellos y llegar a comprender la dinámica fundamental del SES. Será, entonces, cuando las ideas de regímenes, de umbrales, de comportamientos no lineales y caóticos, de transiciones críticas... deban ayudarnos a elucidar una manera verosímil y compleja de representar el SES. Como resultado de este ejercicio –que es el corazón de nuestra investigación– quizá resulte apropiado construir escenarios o tendencias que nos permitieran vislumbrar el futuro del SES que estudiamos. Todo ello sin olvidar jamás que la incertidumbre y la sorpresa son elementos consustanciales al devenir de los sistemas complejos adaptativos a través de los cuales estudiamos la realidad.

En este punto ya podemos pensar en clave de resiliencia, ya que la intuición de regímenes y umbrales, así como de los vectores que explicarían la dinámica del estado del SES, nos abren la puerta a considerar cuánto de lejos o de cerca está ese sistema de su transformación. En este sentido, quizá nos resulte factible elucidar transiciones críticas para el SES, con las cuales podemos delimitar más precisamente la posición de los umbrales que delimitan un régimen específico. Esa transformación podrá llevarlo bien hacia otro estado, bien hacia otro sistema distinto, el diseño de escenarios futuros nos ayuda a vislumbrar hacia

algunos ejemplos orientativos. En cuanto a la articulación de niveles distintos de estudio y al análisis espacial (remote sensing) deberíamos tener en cuenta el trabajo llevado a cabo en el Anthropological Center for training and research on global environmental change de la Universidad de Indiana; Berkes y Seixas (2005) proponen un marco interesante para analizar los aspectos culturales que animan la resiliencia ecológica; Elinor Ostrom y su equipo en torno al Political Science Workshop de la Universidad de Indiana vienen trabajando hace unas décadas en la comprensión de la gobernanza, los commons, y han integrado su marco de análisis institucional (IAD) al estudio de los SES; finalmente, no podemos olvidar las recomendaciones y orientaciones metodológicas y analíticas que se hacen desde la Resilience Alliance. Insisto, esto son tan solo algunos ejemplos.

donde pudiera dirigirse. Articular todos nuestros datos en torno a la idea de resiliencia nos dará una medida de lo proclive que sea ese sistema a la transformación y de los factores biofísicos y socioculturales que lo explican. Las formas de representar estos resultados analíticos estarán sujetas al carácter y las posibilidades de nuestros proyectos (transdisciplinaridad, equipo...), así como a la profundidad de sus objetivos generales. Podemos vascular desde un uso más metafórico-analítico de todos estos conceptos hasta explorar las posibilidades de construir índices, indicadores, representación gráfica de relaciones e incluso cuantificaciones explícitas.

El modelo técnico de investigación que desarrollemos no es menos importante. A fases de gabinete y periodos de trabajo de campo con fuerte componente etnográfico, deben acompañarle estrategias de investigación participativa. Varias son las razones que lo recomiendan. En principio, porque el conocimiento que sobre el SES tiene la propia población local es muy relevante, y a veces solo las estrategias participativas permiten desvelarlo en toda su extensión. Por supuesto, ni que decir tiene, mantenemos firmemente la convicción de que el conocimiento científico no es la única forma de aproximación a la realidad. Es recomendable y saludable contrastarlo permanentemente con las formas de conocimiento local. Por otra parte, porque el trabajo desde esta perspectiva resiliente, no podemos olvidarlo, requiere de la valoración de los agentes y actores locales (y a otros niveles) para determinar lo deseable y lo no deseable (régimenes, sostenibilidad). En este punto la investigación entronca directamente con la vertiente práctica, de intervención, que acompaña a toda exploración de la resiliencia socio-ecológica y que tan solo es factible con una articulada participación de las sociedades locales y de las instituciones concernidas en el funcionamiento del SES (Resilience Alliance 2005).

Como puede comprobarse la secuencia operativa que sumariamente presento no es ni intensiva ni tampoco cronológica. El proceso de investigación no sigue un trazado lineal ni una secuencia causal simple, es mucho más recursivo y caótico en su devenir. Sus diferentes fases se solapan y retroalimentarán; cuando parecen terminadas volveremos a reiniciarlas a la luz de nueva información

o intuiciones diversas. No por eso pierde rigor; todo lo contrario, lo gana al adaptarse a la propia complejidad de su objeto. Pero eso, a estas alturas de este libro, no creo que vaya a sorprenderle a nadie. En cualquier caso, lo que pretendo ahora es simplemente apuntar someramente cómo desde la perspectiva que presento se puede armar un proyecto concreto de investigación.

Como último apunte, no conviene olvidar que esta forma de pensar lo socioecológico emergió precisamente de la disciplina ecológica y que, aunque muy pronto se comprendió que las acciones humanas eran un elemento analítico clave para comprender la capacidad de los ecosistemas de generar recursos y servicios (Folke 2006: 262), queda aún mucho para que se desarrolle una adecuada articulación de lo humano y lo ecosistémico a nivel metodológico y analítico. Aquí reside precisamente el reto de las ciencias sociales y la complejidad aplicada a lo ambiental (Moran 2010, Norberg y Cumming 2006). De todas formas, no conviene olvidar que las ciencias sociales, por su cuenta, y especialmente la antropología, tienen ya un recorrido importante en este sentido¹⁰⁶.

7. Bibliografía

- ABEL, T. y STEPP J.R. (2003), «A new ecosystem ecology for Anthropology», en *Conservation Ecology* 7, pp. 12.
- ADGER, W.N. (2000), «Social and ecological resilience: are they related?», *Progress in Human Geography* 24, pp. 347–364.
- BECKER, E. (2010) «Social-ecological systems as epistemic objects» *Institute for Social-Ecological Research (ISOE)*, Frankfurt/Main.
- BERKES, F. y SEIXAS, M. (2005), «Building resilience in Lagoon Social-ecological systems: a local-level perspective», *Ecosystems* 8, pp. 967-074.
- CARPENTER, S.; WALKER, B.; ANDERIES, JM y ABEL, N. (2001), «From metaphor to measurement. Resilience of what to what?» *Ecosystems* 4, pp. 765-781.
- COTE M. y NIGHTINGALE A. J. (2011), «Resilience thinking meets social theory: Situating social change in socio-ecological systems

¹⁰⁶ Véase, por ejemplo, la reflexión que en este sentido proponen Escalera y Ruiz (2011).

(SES) research», en *Progress in Human Geography*, pp. 1–15.

DAVIDSON-HUNT, I. y BERKES, F. (2003), «Nature and society through the lens of resilience: toward a human-in-ecosystem perspective», en F. Berkes, J. Holding y C. Folke (ed.), *Navigating socio-ecological systems. Building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, pp. 53-82.

DESCOLA, P. (2005), *Par-delà nature*. París, Gallimard.

DESCOLA, P. y PÁLSSON, G. (1996), «Introduction», en P. Descola y G. Pálsson (ed), *Nature and Society: Anthropological Perspectives*, London, Routledge, pp 1-23

ESCALERA REYES, J. y RUIZ BALLESTEROS, E. (2011) «Resiliencia Socioecológica: Aportaciones y retos desde la Antropología», *Revista de Antropología Social* 20, pp.109-135.

ESCOBAR, A. (1998), «Whose knowledge? Whose nature? Biodiversity conservation and the political ecology of social movements», *Journal of Political Ecology* 5, pp. 53-82.

— (1999), «After nature. Steps to an antiessentialist political ecology», *Current Anthropology* 40, pp. 1-30.

FOLKE, C., (2006), «Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological system analysis», *Global Environmental Change* 16, pp. 253-267.

GLASER, M.; KRAUSE, G.; RATTER, B. WELP, M. (2008), «Human-Nature Interaction in the Anthropocene - Potential of Social-Ecological Systems», en *GAIA* 1, pp. 77-80.

GUAL, M. y NORGAARD R.B. (2008), «Bridging ecological and social systems coevolution: A review and proposal», *Ecological Economics*, doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.07.020.

GUNDERSON, L.H. y HOLLING, C.S. (eds.) (2002), *Panarchy: understanding transformation in human and natural systems*. New York, Island Press.

HOLLAND, J. (1995), *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity*. Reading, MA, Addison-Wesley.

HOLLING, C.S. (1973), «Resilience and Stability of Ecological Systems», *Annual Review of Ecology and Systematics* 4, pp. 1-23.

— (2001), «Understanding the complexity of economic, ecological and social systems», *Ecosystems* 4, pp. 390-405

INGOLD, T (2000) *The perception of the environment: essays on livelihood, dwelling and skill*. Londres, Routledge.

— (2011) *Being alive: Essays on movement, knowledge and description*. Londres, Routledge.

- JANSSEN, M.A. (Ed.), (2002), *Complexity and Ecosystem Management: The Theory and Practice of Multi-agent Systems*. Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- JANSSEN, M.A., DE VRIES, H.J.M. (1998), «The battle of perspectives: a multiagent model with adaptive responses to climate change», *Ecological Economics* 26, 43–65.
- LATOURET, B. (1991), *Nous n'avons jamais été modernes*. Paris, La Découverte
- LEVIN, S.A. (1999), *Fragile Dominion: Complexity and the Commons*. Reading, MA, Perseus.
- MORAN, E. (2006) *People and nature*. Malden, MA, Blackwell.
- (2010), *Environmental Social Science: Human-Environment interactions and Sustainability*. Malden, MA, Wiley-Blackwell.
- NORBERG, J., CUMMING, G.S. (2006), *Complexity Theory for a Sustainable Future*. New York, Columbia University Press.
- OSTROM, E. (2009), «A general framework for analyzing sustainability of socio-ecological systems», *Science* 325:419-422.
- (2011), «Background on the Institutional Analysis and development Framework», *Policy Studies Journal*, 39, pp. 7-27.
- PÁLSSON, G. (1996), «Human-environmental relations: orientalism, paternalism and communalism», en P. Descola y G. Pálsson (Ed). *Nature and Society: Anthropological Perspectives*. London, Routledge, pp. 63-81.
- RAFFESTIN, C. (1996) «Penser, claser, utiliser la nature», en M. Gonseth; J. Hainard, y R. Kaehr (Ed). *Natures en tête*, Neuchâtel, Musée d'ethnographie, pp. 711-84.
- RESILIENCE ALLIANCE (2007) *Assessing resilience in socio-ecological systems*. Resilience Centre, Stockholm.
- RUIZ-BALLESTEROS, E. (2011), «Social-ecological resilience and community-based tourism. An approach from Agua Blanca, Ecuador» *Tourism Management* 32, pp. 655-666.
- SCHEFFER, M. (2009), *Critical transitions in Nature and Society*. Princeton, Princeton University Press.
- SCOONES, I. (1999), «New Ecology and the Social Science : What Prospects for a fruitful engagement?» *Annual Review of Anthropology* 28, pp. 479-507.
- TURNER, N.J.; DAVIDSON, I.J. y O'FLAGHERTY, M. (2003), «Living on the edge : ecological and cultural edges as sources of diversity for socio-ecological resilience», *Human Ecology* 31(3).
- WALDROP, M. M. (1992), *Complexity: the emerging science at the*

edge of the order and chaos. Nueva York, Simon and Schuster.

WALKER, B.H. y SALT, D. (2006), *Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world*. Washington DC, Island Press.

WALKER, B.H., HOLLING, C.S., CARPENTER, S.R., KINZIG, A.P., (2004), «Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems», *Ecology and Society* 9 (2), 5 [online] URL <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>.

WILSON, A. (1992), *The Culture of Nature*. Cambridge, Blackwell.

WILSON, E.O. (1998), *Consilience: The Unity of Knowledge*. New York, Alfred Knopf.