

# SISTEMAS SOCIO-ECOLÓGICOS: COMPRENSIÓN Y MANEJO DE LA MULTI-DIMENSIONALIDAD Y LA INCERTIDUMBRE

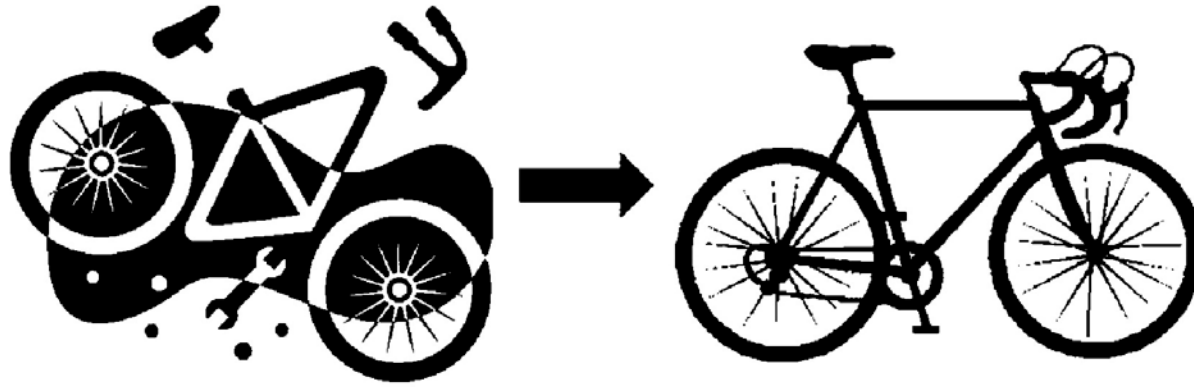


OPP 2014

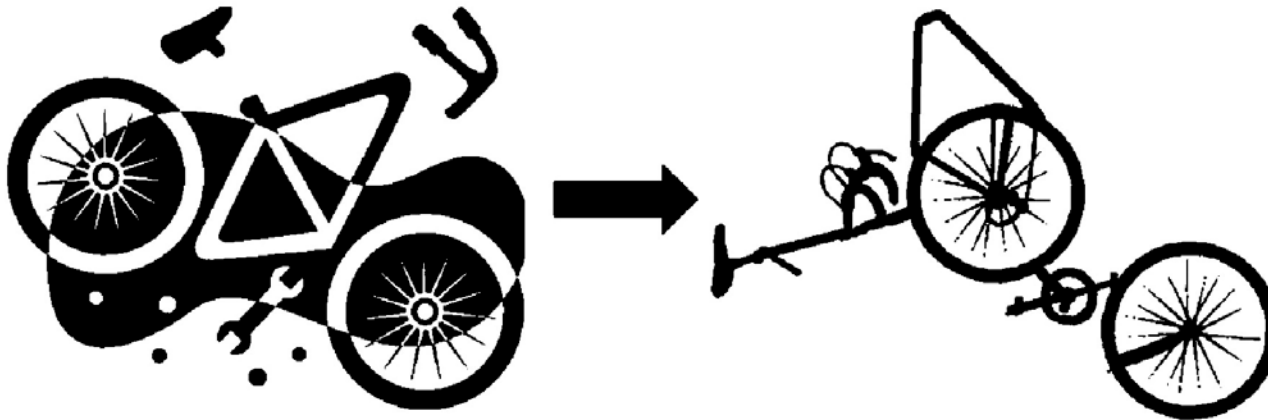
[mazzeobeyhaut@yahoo.com](mailto:mazzeobeyhaut@yahoo.com)

- ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO: RELEVANCIA Y FUNDAMENTOS
- TEORÍA DE SISTEMAS Y SISTEMAS SOCIO-ECOLÓGICOS
- DINÁMICA DE SES E INTERACCIÓN CON LA GESTIÓN
- EVOLUCIÓN DESDE EL COMANDO-CONTROL AL MANEJO ADAPTATIVO
- RESILIENCIA Y CAPACIDAD DE APENDIZAJE

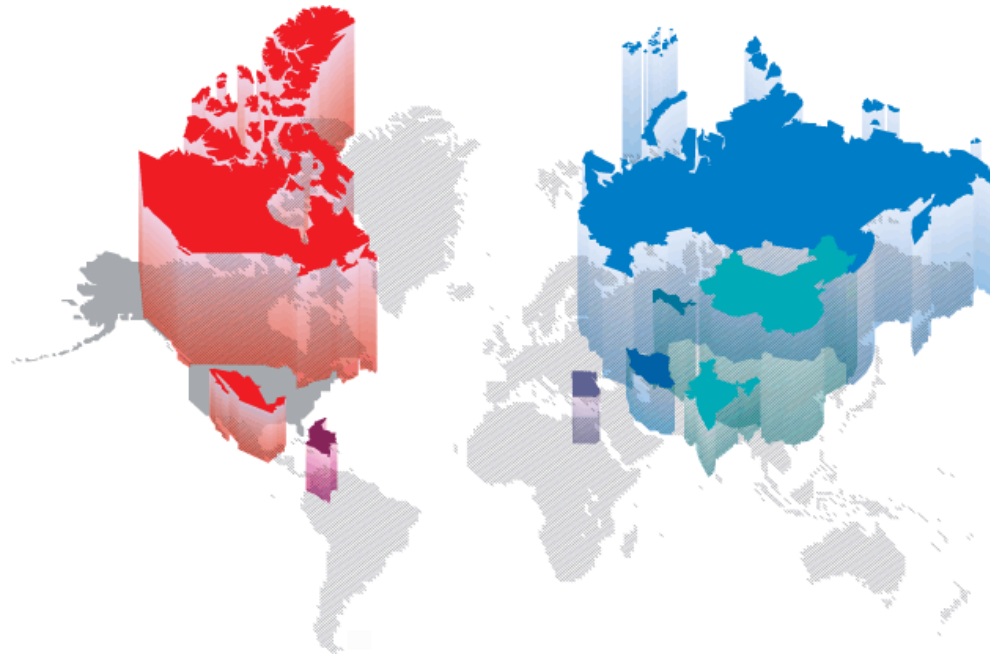
# ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO: RELEVANCIA Y FUNDAMENTOS



Sum of the parts equals the whole



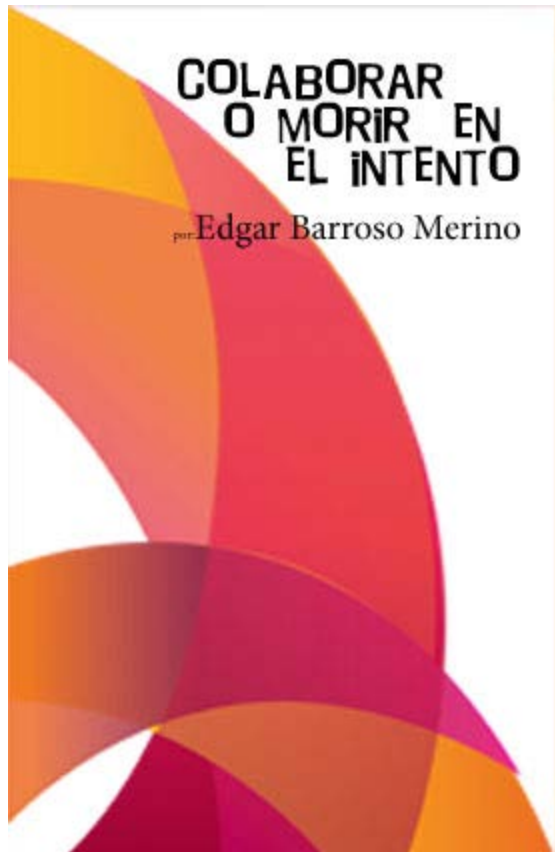
Can't reduce the parts and retain  
the meaning of the whole



.....the world has problems,  
universities have departments  
(Brewer 1999)

La **interdisciplina** es el análisis de determinados objetos de conocimiento complejos a partir de diferentes enfoques disciplinarios.

La interdisciplinariedad no es la yuxtaposición de disciplinas ni su encuentro casual.



La **interdisciplina** implica necesariamente un intercambio y una colaboración, una articulación de disciplinas y un proyecto común.

La **pluridisciplinariedad** o **multidisciplinariedad** es la yuxtaposición dialéctica y orgánica de varias disciplinas, sin ninguna tentativa de síntesis entre ellas.



En la **interdisciplina** es fundamental contar un **marco de referencia común**, ya que permite el intercambio entre especialidades y especialistas, la ocurrencia de síntesis y generación de nuevo conocimiento.

## Componentes de un marco conceptual común:

- + Teoría de sistemas y análisis sistémico
- + Estructura y dinámica de sistemas complejos
- + Estructura y dinámica de sistemas socio-ecológicos
- + Pensamiento resiliente

En la interdisciplina es fundamental la **formación de equipos y redes de trabajo**, ya que estos son los instrumentos para superar la **compartimentalización**.



Todo equipo interdisciplinario es un **grupo humano** con todas las características de la naturaleza humana.



Pertenecer a un equipo de trabajo implica **renuncias**. Por un lado aceptar que la **propia disciplina no es suficiente para abordar la totalidad del objeto de estudio**.

Pone en juego la relación que cada uno tiene con esa disciplina: pasión, refugio, etc.

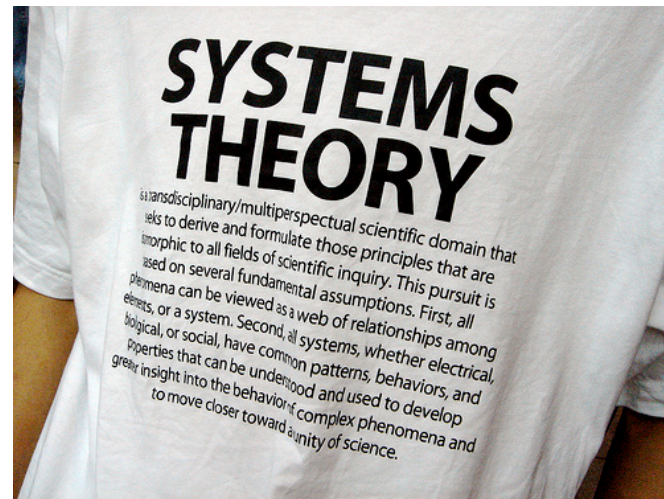


# TEORÍA DE SISTEMAS Y SISTEMAS SOCIO-ECOLÓGICOS

<b>Enfoque clásico</b> <b>Reduccionismo</b>	<b>Enfoque Sistémico</b> <b>Síntesis</b>
<p>Reduccionismo: Descomposición y reducción de algo a sus elementos fundamentales y simples Consecuencia: Diversidad de ciencias</p> <p style="text-align: center;">VISIÓN ORIENTADA A LOS ELEMENTOS</p>	<p>Expansionismo: Todo fenómeno hace parte de uno mayor; evalúa el desempeño del sistema en relación con el que lo contiene; no negar la constitución en partes</p> <p style="text-align: center;">VISIÓN ORIENTADA AL TODO</p>
<p>Pensamiento analítico: Análisis: Descomponer el todo en sus partes simples, independientes e indivisibles; permite explicar las cosas con más facilidad, y luego integrar la descripción de cada una de las partes</p>	<p>Pensamiento sistémico: Síntesis: Un sistema se explica como parte de uno mayor y en términos del papel que desempeña; el interés de su utilización consiste en unir las cosas</p>
<p>Mecanicismo: El principio de la relación Causa – Efecto, es necesario y suficiente para explicar un fenómeno</p>	<p>Teleología: El principio de la relación Causa – Efecto, es necesario pero no suficiente para explicar un fenómeno</p>
<p>Determinismo: Explicación del comportamiento por la identificación de las causas</p>	<p>Probabilismo: Estudio del comportamiento orientado al logro de objetivos, relación entre variables y fuerzas recíprocas, considera el todo como diferente de sus partes</p>

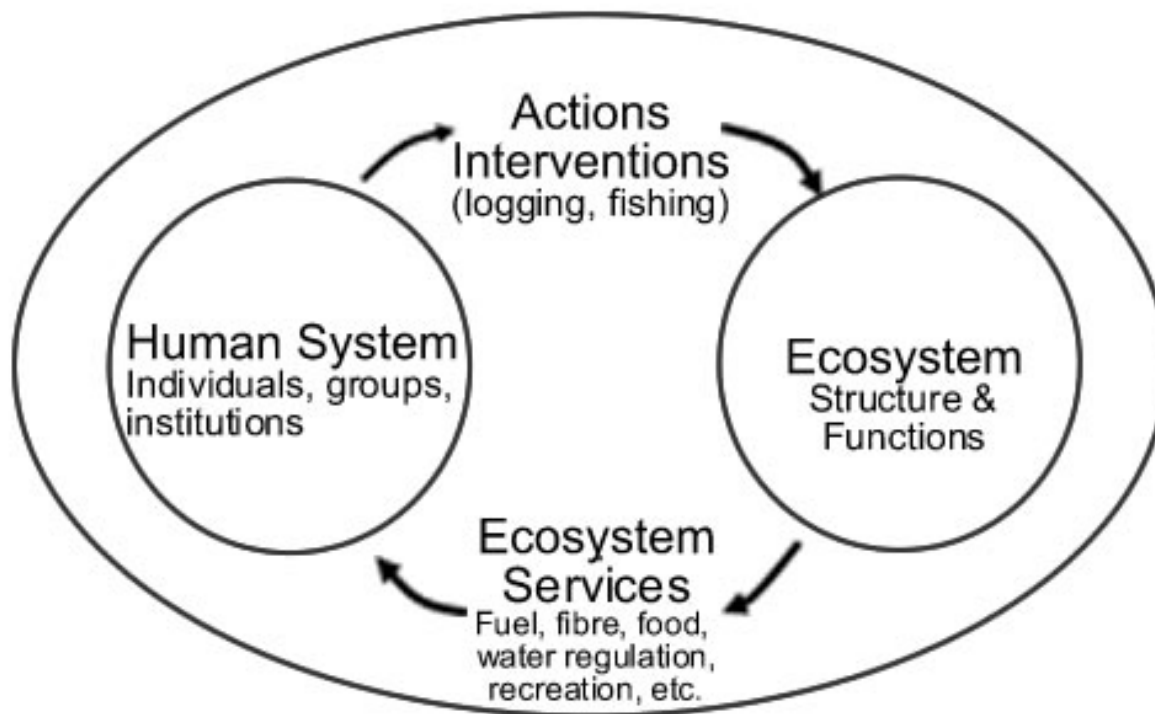
# Enfoque sistémico

La teoría general de sistemas (TGS) o teoría de sistemas o enfoque sistémico es un esfuerzo interdisciplinario que trata de identificar las propiedades comunes a entidades llamadas sistemas. Éstos se presentan en todos los niveles de la realidad, pero tradicionalmente son objetivos de disciplinas académicas diferentes.





Un **sistema complejo** es una **representación** de un **recorte** de la realidad compleja, conceptualizado como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema) en la cual los elementos no son separables y por lo tanto no pueden ser estudiados aisladamente. Es decir que los elementos de un sistema complejo son interdefinibles.



## Social-Ecological System

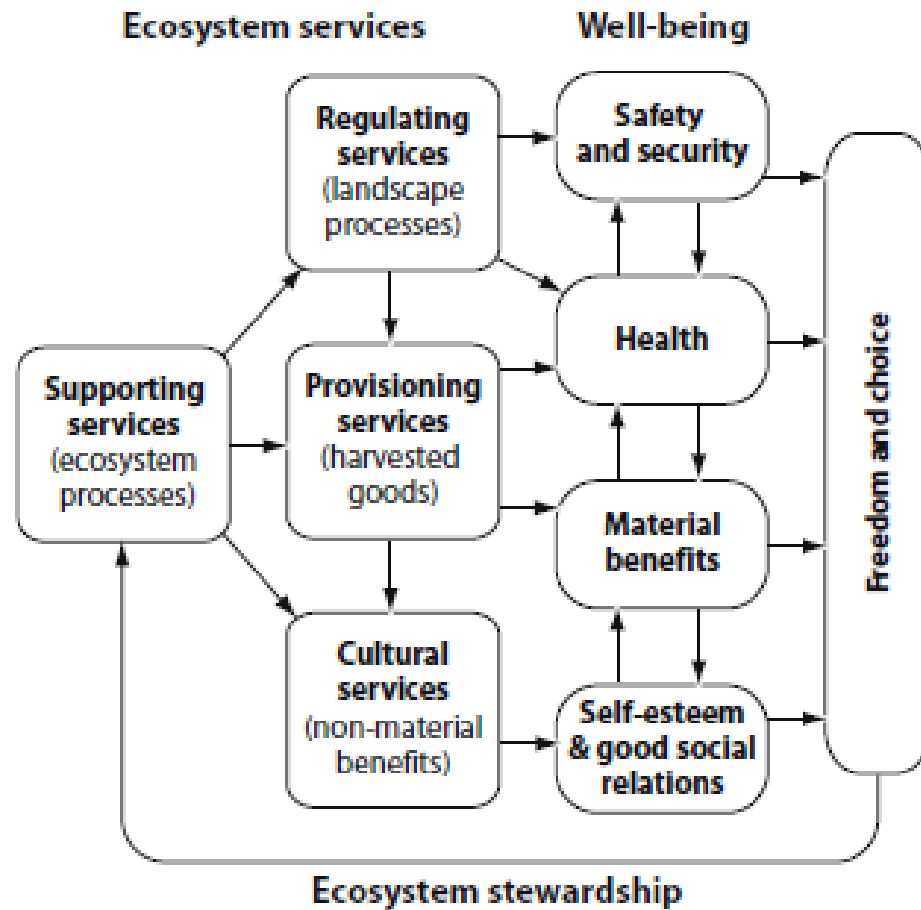




Los **sistemas socio-ecológicos** (SES), también denominados sistemas acoplados humanos y naturales (CHANS, por su sigla en inglés), son sistemas trascendentes originados de la interacción de diversos (sub)sistemas.

## Servicios ecosistémicos

incluyen todos los  
bienes y servicios  
que las sociedades  
humanas obtienen de  
los sistemas  
naturales



Los mismos se clasifican en:

**aprovisionamiento** (alimento, agua, madera, entre otros); **regulación** (purificación del agua y el aire, regulación del clima, desarrollo del suelo, entre otros); **culturales** (por ejemplo educacionales, recreacionales, espirituales); y de **soporte** (producción primaria, reciclado de nutrientes).

PERSPECTIVE

# A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems

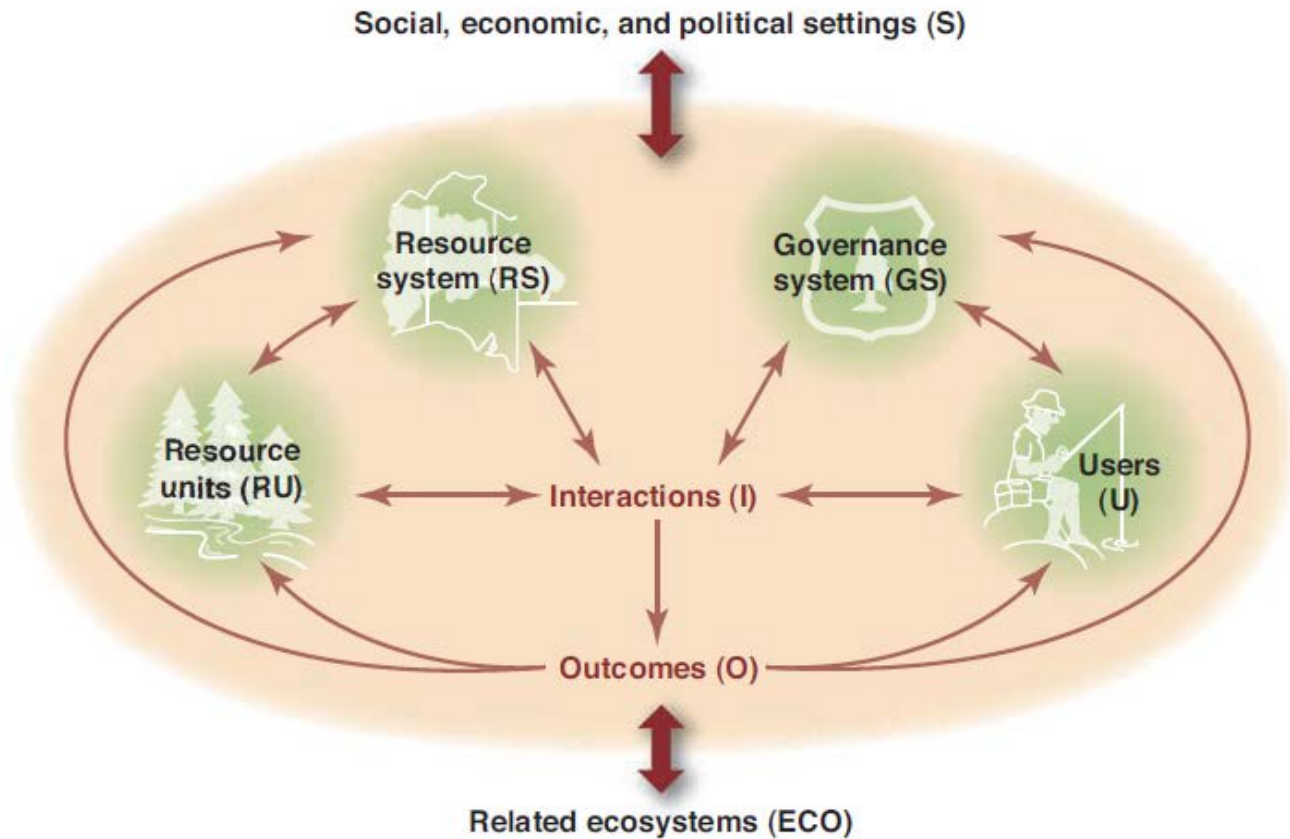
Elinor Ostrom<sup>1,2\*</sup>



**Clave: definir los límites del  
sistema a estudiar y sus  
componentes fundamentales**

# A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems

Elinor Ostrom<sup>1,2\*</sup>



**Fig. 1.** The core subsystems in a framework for analyzing social-ecological systems.



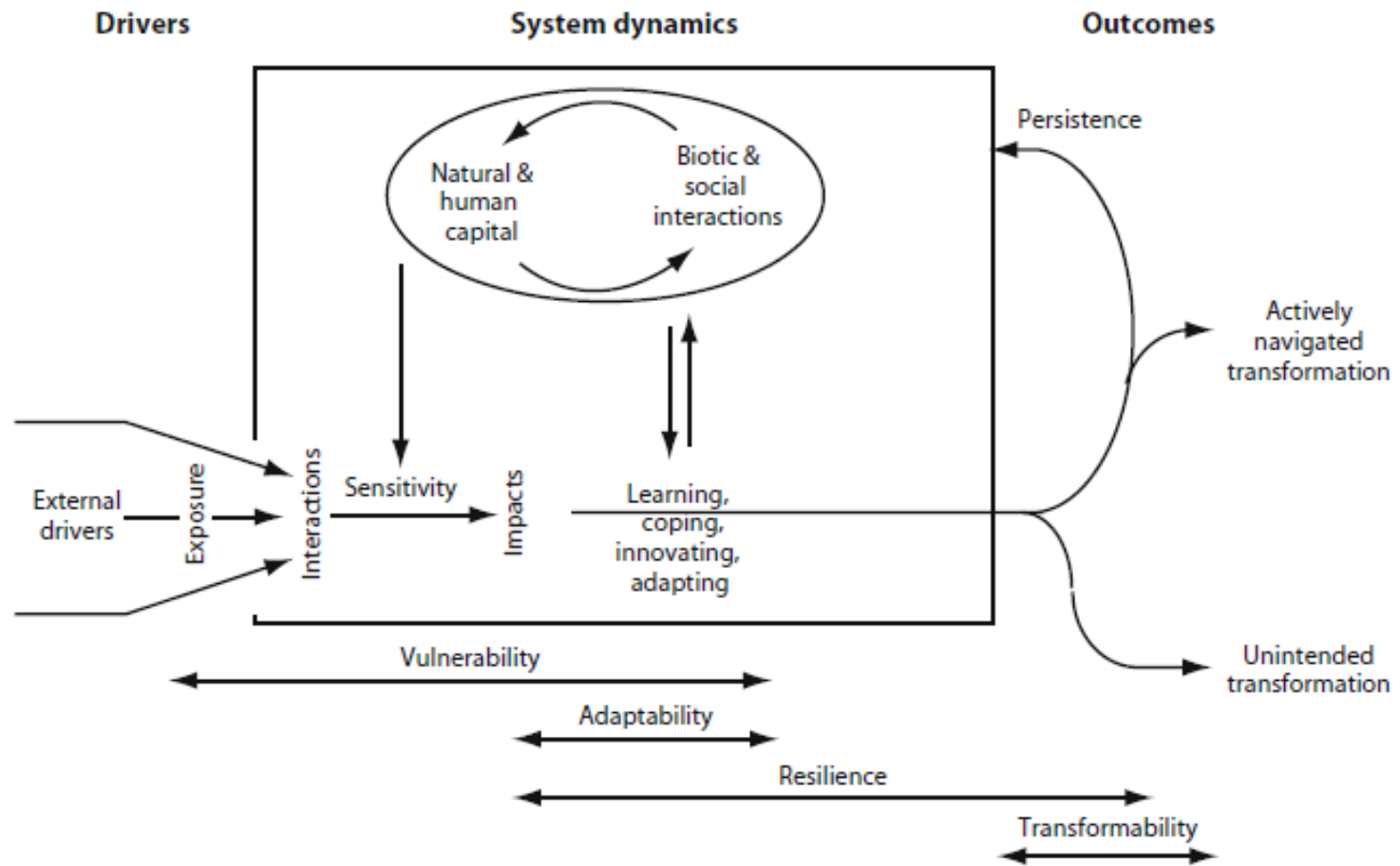
**Table 1.** Examples of second-level variables under first-level core subsystems (S, RS, GS, RU, U, I, O and ECO) in a framework for analyzing social-ecological systems. The framework does not list variables in an order of importance, because their importance varies in different studies. [Adapted from (12)]

<i>Social, economic, and political settings (S)</i>	
S1 Economic development. S2 Demographic trends. S3 Political stability. S4 Government resource policies. S5 Market incentives. S6 Media organization.	
<i>Resource systems (RS)</i>	<i>Governance systems (GS)</i>
RS1 Sector (e.g., water, forests, pasture, fish)	GS1 Government organizations
RS2 Clarity of system boundaries	GS2 Nongovernment organizations
RS3 Size of resource system*	GS3 Network structure
RS4 Human-constructed facilities	GS4 Property-rights systems
RS5 Productivity of system*	GS5 Operational rules
RS6 Equilibrium properties	GS6 Collective-choice rules*
RS7 Predictability of system dynamics*	GS7 Constitutional rules
RS8 Storage characteristics	GS8 Monitoring and sanctioning processes
RS9 Location	
<i>Resource units (RU)</i>	<i>Users (U)</i>
RU1 Resource unit mobility*	U1 Number of users*
RU2 Growth or replacement rate	U2 Socioeconomic attributes of users
RU3 Interaction among resource units	U3 History of use
RU4 Economic value	U4 Location
RU5 Number of units	U5 Leadership/entrepreneurship*
RU6 Distinctive markings	U6 Norms/social capital*
RU7 Spatial and temporal distribution	U7 Knowledge of SES/mental models*
	U8 Importance of resource*
	U9 Technology used
<i>Interactions (I) → outcomes (O)</i>	
I1 Harvesting levels of diverse users	O1 Social performance measures (e.g., efficiency, equity, accountability, sustainability)
I2 Information sharing among users	O2 Ecological performance measures (e.g., overharvested, resilience, bio-diversity, sustainability)
I3 Deliberation processes	O3 Externalities to other SESs
I4 Conflicts among users	
I5 Investment activities	
I6 Lobbying activities	
I7 Self-organizing activities	
I8 Networking activities	
<i>Related ecosystems (ECO)</i>	
ECO1 Climate patterns. ECO2 Pollution patterns. ECO3 Flows into and out of focal SES.	

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

### *Governance systems (GS)*

- GS1 Government organizations
- GS2 Nongovernment organizations
- GS3 Network structure
- GS4 Property-rights systems
- GS5 Operational rules
- GS6 Collective-choice rules\*
- GS7 Constitutional rules
- GS8 Monitoring and sanctioning processes



## Exposición:

Presencia de personas, medios de vida, servicios ecosistémicos, infraestructura, bienes económicos, sociales o culturales que pueden afectarse afectados adversamente por eventos climáticos, procesos de eutrofización o contaminación, entre otros múltiples ejemplos.

## Vulnerabilidad:

Propensión o predisposición para sufrir efectos adversos.

## Desastre o catástrofe:

Alteraciones severas en el funcionamiento de un ecosistema, una comunidad o una sociedad que generan efectos adversos generalizados en diversos subsistemas de los SES. Estos efectos requieren respuestas inmediatas a la emergencia a efecto de satisfacer y asegurar necesidades humanas cruciales.

## Riesgo de desastre:

Probabilidad de alteraciones severas en un subsistema o conjunto de los SES.

## Resiliencia:

La resiliencia de un sistema describe su tendencia a retornar a un estado particular frente a disturbios, manteniéndose en un rango acotado de estructura y funcionamiento.

Este rango puede referir a variables sociales (educación, desarrollo) económicas (flujo de capitales, ingresos per cápita) o ambientales (biodiversidad, producción de alimentos).



## Resiliencia:

La resiliencia de un sistema describe su tendencia a retornar a un estado particular frente a disturbios, manteniéndose en un rango acotado de estructura y funcionamiento.

Este rango puede referir a variables sociales (educación, desarrollo) económicas (flujo de capitales, ingresos per cápita) o ambientales (biodiversidad, producción de alimentos).

## Adaptación:

La adaptabilidad y capacidad de adaptación de un sistema indican en definitiva la capacidad de aprendizaje de los SES.

Capacidad de combinar experiencia y conocimiento ajustando las respuestas a los cambios externos o a procesos internos del sistema, manteniendo los aspectos esenciales de su estructura y función.

La adaptabilidad también ha sido definida como la capacidad de los actores de un sistema de determinar resiliencia.

## Transformación:

Es definida como la capacidad de crear un nuevo sistema cuando las estructuras ecológicas, económicas y sociales existentes de un sistema son insostenibles o inviables para mantener objetivos, bienes o servicios considerados clave.

# DINÁMICA DE SES E INTERACCIÓN CON LA GESTIÓN

El funcionamiento de los procesos naturales presenta algunas características contraintuitivas que provocan una discrepancia entre la percepción humana y el funcionamiento de los sistemas naturales.

Esta discrepancia se expresa en dos errores:

- **Asumir que los sistemas humanos y naturales pueden ser tratados en forma independiente**
- **Asumir que la respuesta de los ecosistemas al uso humano es lineal, predecible y controlable**

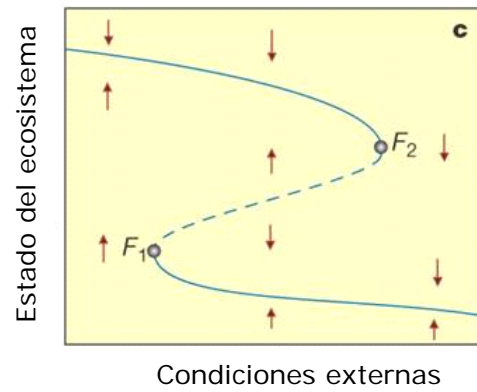
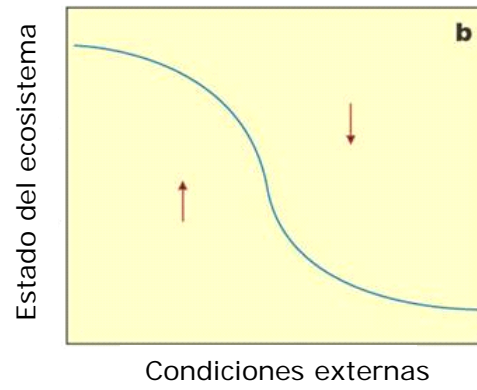
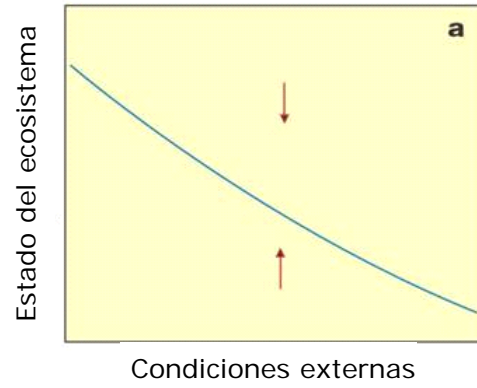
En los sistemas complejos, como los SES, existen un número de atributos que no necesariamente pueden ser observados en los (sub)sistemas que lo componen:

**No linealidad**

**Emergencia**

**Multi esalaridad**

**Auto-organización**



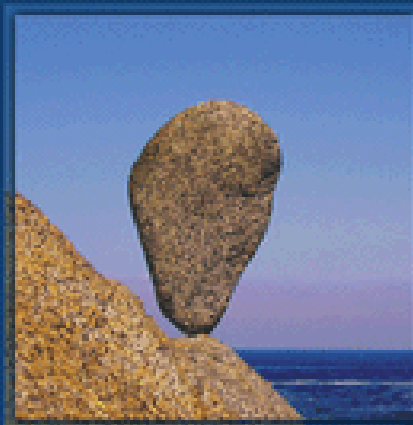


## **Catastrophic Thresholds, Perspectives, Definitions, and Applications**

Guest Editors: Robert Washington-Allen,  
David Briske,  
Hank Shugart

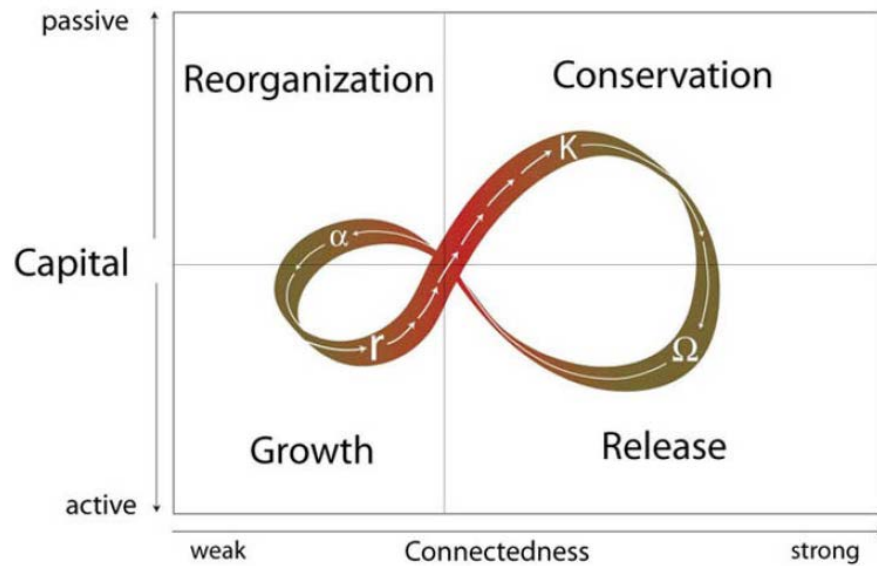


# Critical Transitions in Nature and Society



Marten Scheffer

PRINCETON STUDIES IN COMPLEXITY



Ciclo adaptativo: modelo que permite entender como los procesos de cambios o de transformación conviven con la persistencia o el estancamiento.



Las principales características de los sistemas complejos generan limitaciones en la habilidad para comprender, predecir y controlar los SES.

De acuerdo a Carpenter et al. (2009) existen dos filtros muy importantes que limitan la capacidad de percibir la complejidad de los fenómenos asociados a los SES:

- Primero, la tendencia de los científicos y tomadores de decisión a focalizarse en aquellos aspectos cuantificables, a pesar del conocimiento sobre la relevancia de otros aspectos no cuantificables.

- Segundo, existe una tendencia a creer en los modelos dominantes a pesar de que éstos sean incompletos, este filtro es aún más fuerte si las señales de otros modelos considerados alternativos (no necesariamente menos válidos) son inconsistentes con el modelo dominante.

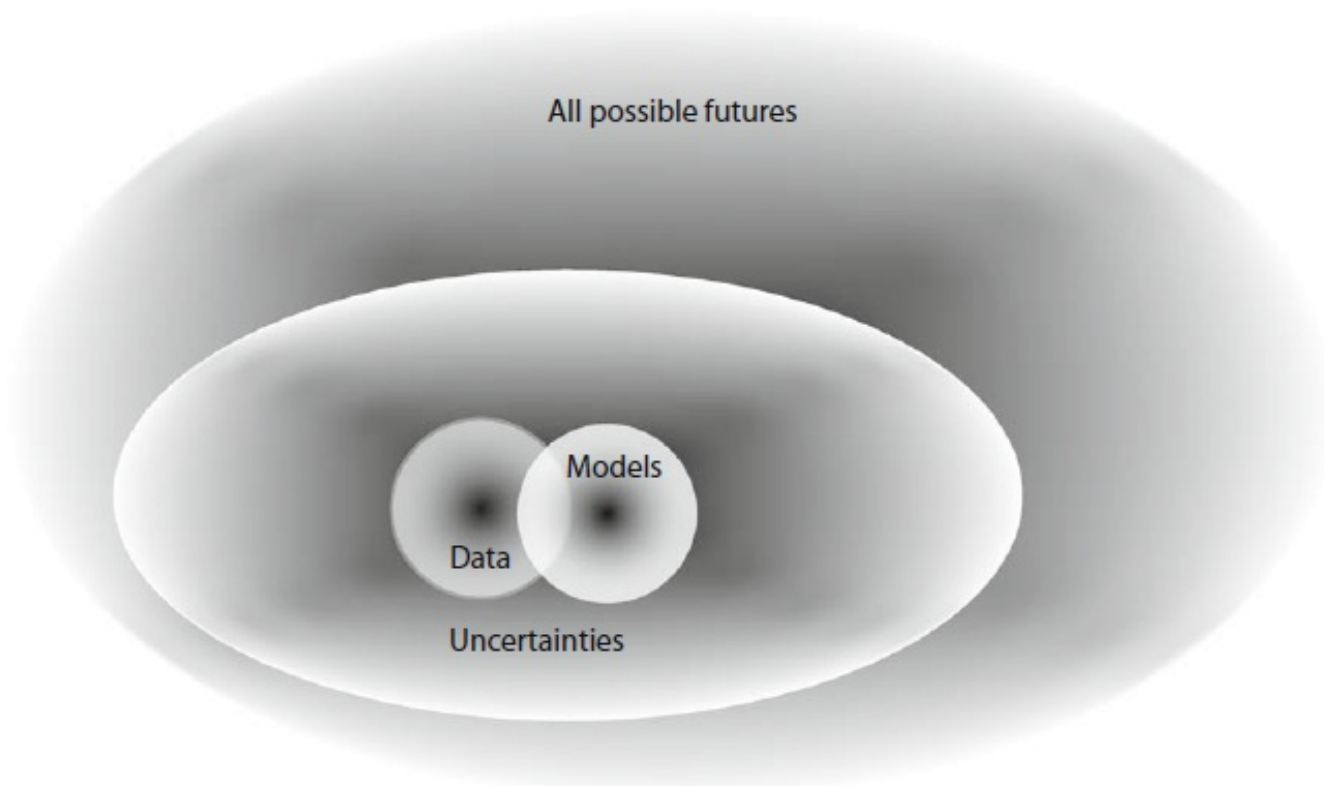


FIGURE 5.2. The full set of possible futures of social-ecological systems is only partially represented in available data and models. Together, the data and models allow us to project some uncertainties (knowable unknowns). The probability that any model

projection of future conditions will actually occur depends on the full set of all possible futures, most of which are unknown. Redrawn from Carpenter et al. (2006a).

# EVOLUCIÓN DESDE EL COMANDO- CONTROL AL MANEJO ADAPTATIVO



## Comando-control

Este modelo tiene como objetivo central el control de los procesos y la reducción de las incertidumbres inherentes a los sistemas complejos.



## Comando-control

La herramienta principal para lograr este objetivo es la intervención en los sistemas de manera de reducir o incluso eliminar la variación en los procesos naturales.



# Comando-control

- + Según este paradigma los sistemas naturales y los sociales son percibidos como independientes entre sí.
- + En lo institucional, la estrategia se basa en medidas regulatorias y obligaciones contractuales, en una arquitectura institucional rígida y jerárquica.
- + A partir de la definición de un estado deseable y de la trayectoria ideal en el funcionamiento del ecosistema, se definen las medidas de manejo centradas en la previsibilidad y la homogeneidad.

## Comando-control

- + Desde el área político - administrativa se definen los problemas en función de las finalidades económicas generalmente de corto plazo.
- + La academia queda relegada a un rol de proveedora de datos y de herramientas susceptibles a ser utilizadas para alcanzar dichos objetivos.
- + Este sistema es coherente con una visión rígida, mecanicista y no dinámica de la realidad, en la que la naturaleza es un ámbito separado y al servicio de las necesidades humanas.

El diseño institucional del comando y el control demostró ser inadecuado para asegurar los servicios ecosistémicos.



## Manejo integrado

El manejo integrado pone el énfasis en la participación, la democracia, la deliberación, la diversidad y la adaptabilidad.

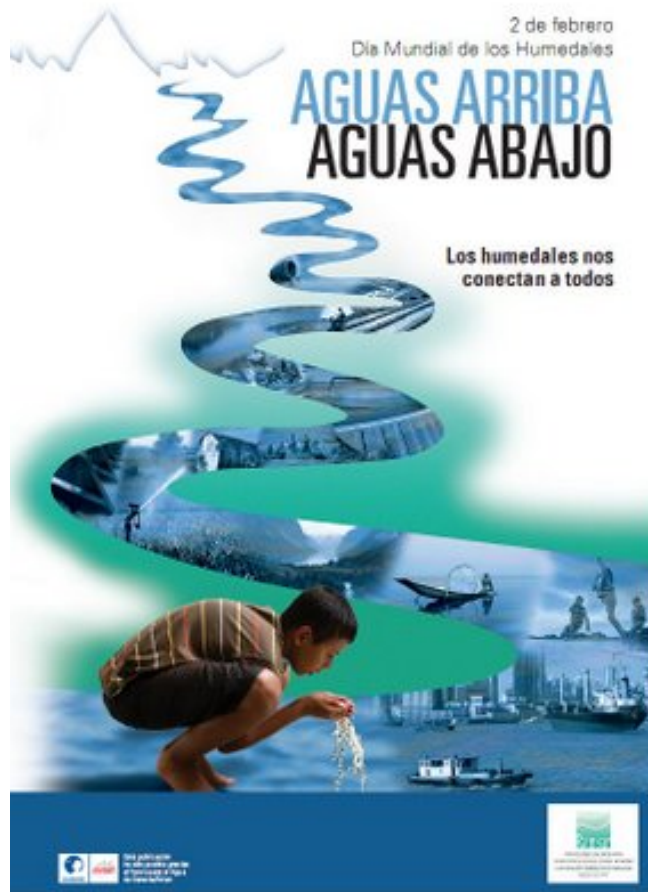
Este sistema fortalece la legitimidad y permite un mejor control de la gestión que los sistemas basados en comando y control.



## Manejo integrado



Su origen podría situarse en la Conferencia del Agua de las Naciones Unidas de 1977 en la que se introdujo en principio referido a los recursos acuáticos (Integrated Water Resources Management - IWRM).



## Manejo integrado

+ En esta estrategia subyace el esfuerzo por integrar las diferentes escalas de manejo e incorporar los intereses de los diferentes usuarios de los servicios ecosistémicos.

## Manejo integrado

+ Este sistema apunta al aumento de la legitimidad de las políticas al permitir la participación de los interesados o beneficiario de los servicios ecosistémicos (stakeholders).

### Participación Ciudadana



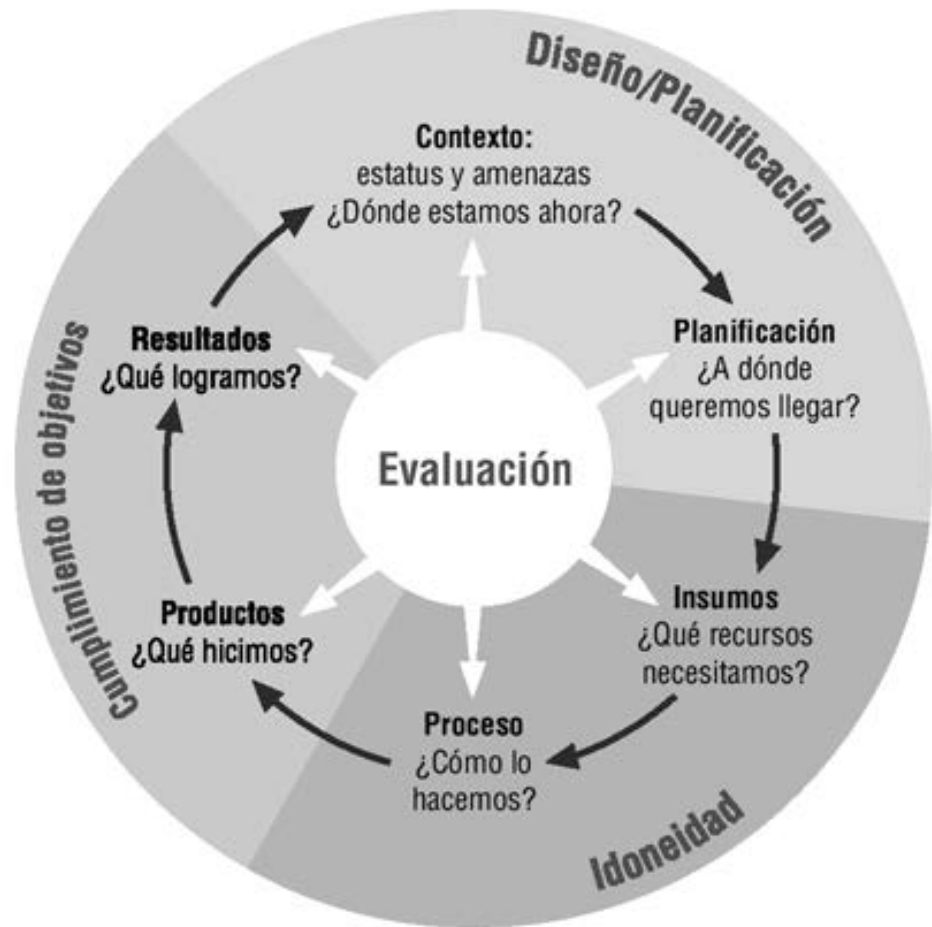


## Manejo integrado

- + El manejo integrado no ofrece ninguna garantía de evitar prácticas no adaptativas.
- + El manejo integrativo no modifica necesariamente algunos aspectos inherentes al paradigma hegemónico económico.

# Manejo adaptativo

El manejo adaptativo tiene sus raíces en la teoría de la resiliencia preocupada principalmente por el manejo de la incertidumbre a través de la experimentación y del aprendizaje.



## Manejo adaptativo

En la medida en que los sistemas complejos exhiben características imprevisibles y umbrales entre regímenes alternativos de ubicación incierta, el manejo no es eficaz si está centrado en el mantenimiento de un supuesto estado ideal de máximo rendimiento.

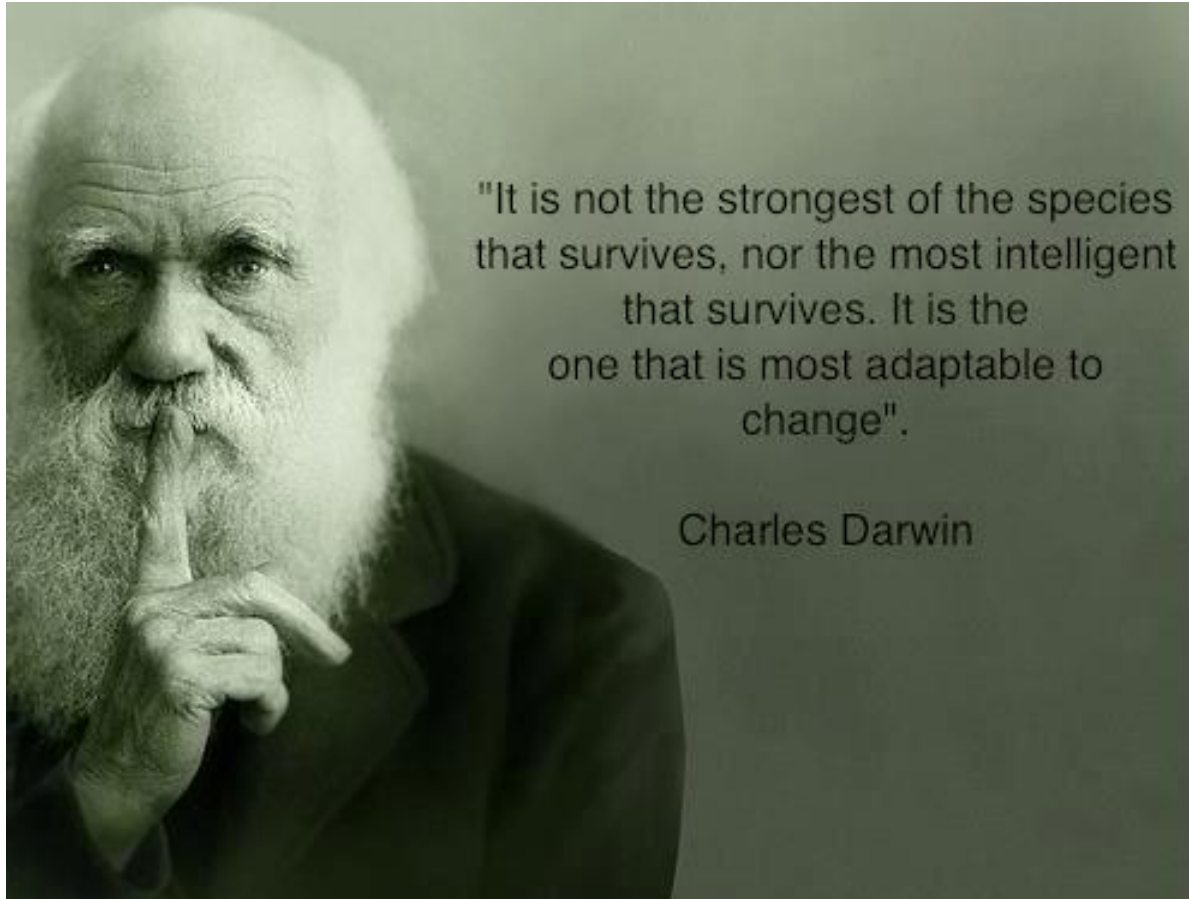


## Manejo adaptativo

La incertidumbre no es percibida como falla por falta de información o de conocimiento científico sino como característica del sistema por lo que debe ser incorporada al proceso de análisis, a la definición de los problemas y al proceso de toma de decisión.

## Manejo adaptativo

- + El manejo está constantemente enfrentado a situaciones cambiantes que exigen aprendizaje y un constante esfuerzo de adaptación.
- + Los errores y los fracasos son ventanas de oportunidad para incrementar nuestro conocimiento.



"It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent that survives. It is the one that is most adaptable to change".

Charles Darwin



---

**CURE**  
Centro Universitario  
de la Región Este

# RESILIENCIA Y CAPACIDAD DE APENDIZAJE

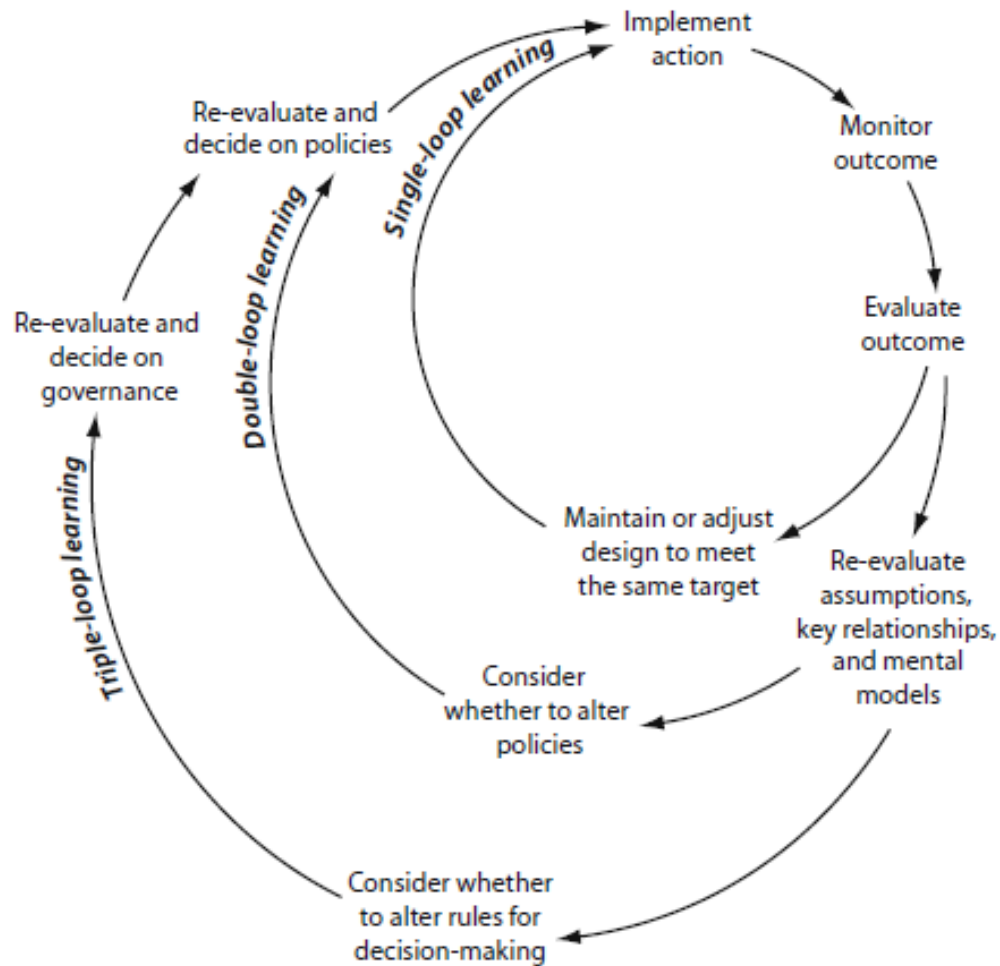
- El impacto de los actos humanos sobre los ecosistemas frecuentemente demoran en manifestarse.
- Algunos cambios son difíciles de predecir porque son graduales hasta que alcanzan un umbral, a partir del cual los cambios ocurren bruscamente.
- Ejemplos de cambios bruscos incluyen el comienzo de las epidemias, el colapso de poblaciones de peces, o el pasaje de lagos desde un estado claro a uno turbio, entre otros.
- No contamos con capacidad de predicción de grandes perturbaciones (terremotos, tsunamis, entre otros).
- Podemos comprender los mecanismos de resiliencia de los sistemas y manejarlos.



El **grado de incertidumbre** en la **toma de decisión** o en la **definición de estrategias** suele ser muy importante en los SES.

La única forma de avanzar es adoptar **aproximaciones adaptativas** que nos permitan evaluar los aciertos y los errores e identificar propiedades emergentes desconocidas.





**SARAS<sup>2</sup>**

South American Institute for  
Resilience and Sustainability Studies



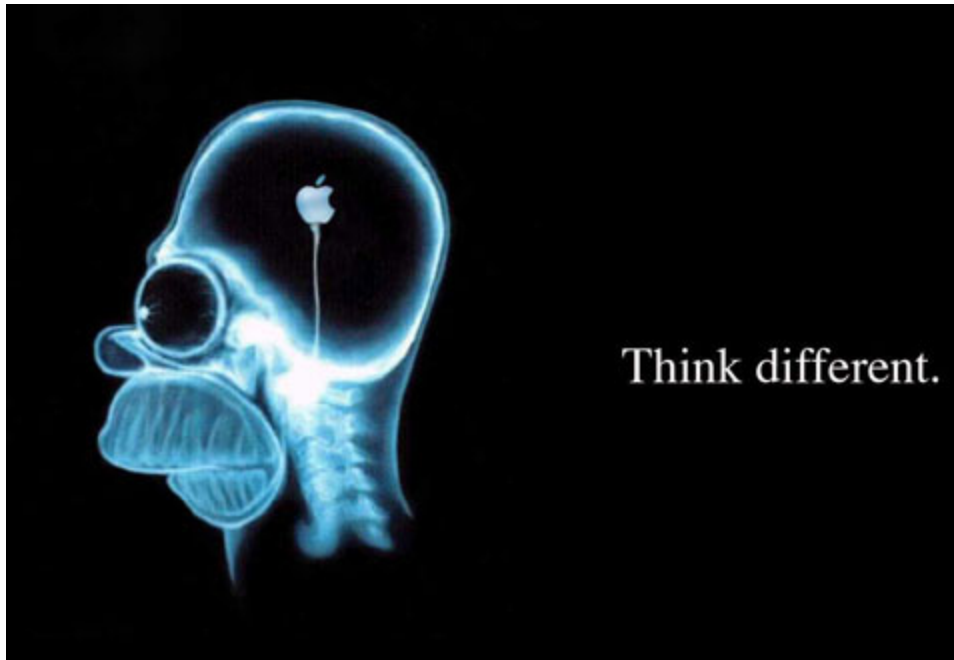
**CURE**  
Centro Universitario  
de la Región Este

Según O'Brien et al. (2009) la aproximación denominada **resilience thinking** establece tres principios fundamentales:

- Los problemas ambientales no pueden ser analizados o comprendidos aislados de su contexto social.
- La incertidumbre y la sorpresa son atributos propios de los sistemas complejos y se debe aprender a vivir con ellos.
- El cambio es inherentemente complejo, por lo tanto, problemas globales como el cambio climático no pueden abordarse en un único nivel.

## Las **estrategias** más **exitosas**:

- Aprender a vivir con el cambio y la incertidumbre.
- Incrementar la diversidad de todos los componentes del SES (diversidad de objetivos económicos, diversidad de recursos naturales empleados, entre otros).
- Combinar diferentes tipos de conocimiento y aprendizaje.
- Crear oportunidades de auto-organización y vínculos entre diferentes niveles, por ejemplo entre los niveles nacionales y el departamentales.



¿Qué estrategias en concreto pueden incrementar la capacidad de innovación en el manejo de los SES sometidos a fuerzas externos?

Biggs et al. (2010) sugieren una serie de mecanismos clave:

- Incrementar el conocimiento del funcionamiento de los sistemas naturales y los vínculos socio-económicos con los ecosistemas locales de los cuales dependen.
- Construir capacidad de emprendimiento social.
- Promover el diálogo entre los usuarios claves.
- Proveer soporte institucional.

# LECTURAS SUGERIDAS



F. Stuart Chapin, III  
Gary P. Kofinas  
Carl Folke  
EDITORS

# Principles of Ecosystem Stewardship

Resilience-Based Natural  
Resource Management  
in a Changing World

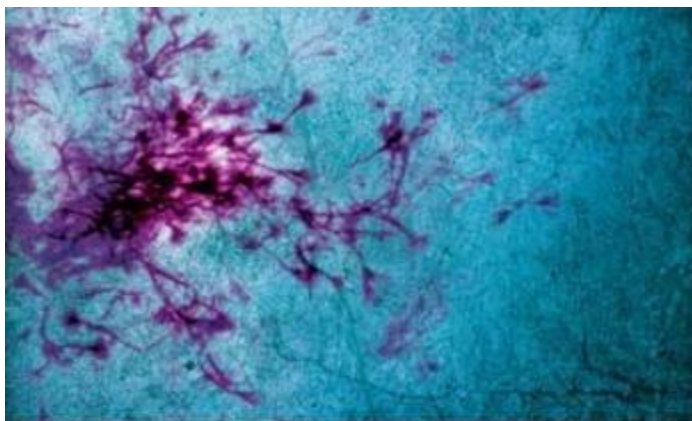


 Springer



Bases técnicas para el manejo integrado  
de Laguna del Sauce y cuenca asociada





Tim Ingold

## Ambientes para la vida

Conversaciones sobre humanidad,  
conocimiento y antropología

TRILCE

