



# Sitio Ramsar **Jaaukanigás**

**Biodiversidad, aspectos  
socioculturales y conservación**



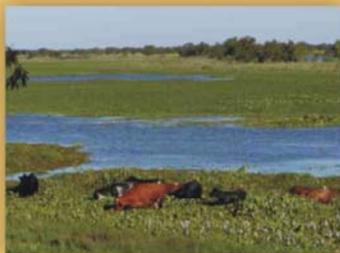
Río Paraná, Santa Fe, Argentina





La designación y reconocimiento de un tramo del río Paraná en Santa Fe como un humedal de importancia internacional (Sitio Ramsar), resulta un privilegio que nos brinda una herramienta para que la sociedad regional tome conciencia del valor del humedal, e integre sus actividades favoreciendo la conservación y manejo racional hacia un desarrollo más sostenible en el tiempo. Esta no es una tarea sencilla y llevará un largo proceso de discusión, capacitación, estudio, consenso y educación. Este manual sintetiza los contenidos y discusiones desarrolladas en dos cursos en los que participaron pobladores del sitio y constituye un importante esfuerzo para lograr un manejo participativo del mismo. Instituciones de investigación, técnicas, productivas, organizaciones no gubernamentales de promoción social y aborígenes, pobladores y productores de la región y sectores gubernamentales nacionales y provinciales contribuyeron para realizar un diagnóstico de las características naturales, culturales y socioeconómicas del Sitio Ramsar Jaaukanigás, y discutir los principales desafíos que se deben enfrentar para que se use racionalmente este humedal y podamos mantener sus riquezas para las generaciones futuras.

ISBN  
950-9267-13-9



Realizado por el Comité intersectorial de manejo

Con el apoyo de:



# Sitio Ramsar Jaaukanigás

(Río Paraná, Santa Fe, Argentina)

Biodiversidad, aspectos  
socioculturales y conservación

El contenido de esta publicación puede ser reproducido, sin modificaciones, con fines educativos con propósitos no comerciales, previa comunicación al editor o a los autores de los artículos. Un permiso previo es necesario para otras formas de reproducción. En todos los casos debe citarse la fuente de la información y se debe otorgar el crédito correspondientes a los autores del libro y al Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás.

**ISBN-10:** 950-9267-13-9

**ISBN-13:** 978-950-9267-13-8

## **Citación Sugerida**

### **Del libro:**

Giraud, A. R. 2006 (Editor). Sitio Ramsar Jaaukanigás: Biodiversidad, Aspectos Socioculturales y Conservación (Río Paraná, Santa Fe, Argentina). Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás, Colección Climax N°14, Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás, Humedales para el Futuro, Ramsar.

### **De un Capítulo particular del libro (se cita uno como ejemplo):**

Pensiero, J. F. 2006. Flora y Vegetación de Jaaukanigás. En Giraud, A. R. (ed.). Sitio Ramsar Jaaukanigás: Biodiversidad, Aspectos Socioculturales y Conservación (Río Paraná, Santa Fe, Argentina). Colección Climax N°14, Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás, Humedales para el Futuro, Ramsar.

Edición: **Alejandro R. Giraud**

Diseño de tapa y diagramación: **Laura Canterna**

**Créditos fotográficos:** Las fotografías fueron tomadas por Alejandro Giraud, con excepción de aquellas incluidas en las cuales se indica otro autor entre paréntesis.

**Fotografías de tapa:** Pescador en un riacho de Jaaukanigás (Foto Eloy Cucit); Casa típica de las islas construida con cañas picanillas y paja de techar; "Garza Mora" (*Ardea cocoi*); "Monos Carayá" (*Alouatta caraya*), un macho y un joven; Cerámica con forma de loro realizada por aborígenes del río Paraná Medio, patrimonio del Museo Etnográfico de Santa Fe; Flor de "Saeta" (*Sagittaria montevidensis*) con mariposas tomando el néctar; Familia en la isla La Fuente a lado de un horno de barro; "Irupés" (*Victoria regia*) y selva en galería (Foto central); "Yacaré negro" (*Caiman yacare*).

**Fotografías de contratapa:** "Juan Soldado" o "Federal" (*Amblyramphus holosericus*); Ganado vacuno en las islas; Niño en Isla La Fuente en Jaaukanigás; Excavaciones arqueológicas en Jaaukanigás (Foto Dante Ruggeroni), Flor de "Rosa de la Isla" (*Hibiscus striatus*).

© Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral

Facultad Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral

Instituto de Cultura Popular

Instituto de Tecnología Agropecuaria

Instituto Nacional de Limnología

Municipalidad de Reconquista

Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Santa Fe

Realizado y financiado en el marco del proyecto de Humedales para el Futuro - Ramsar WWF/02-2/ARG/3

El contenido de los artículos de esta publicación es responsabilidad de sus autores, y no necesariamente refleja las opiniones del Comité Intersectorial de Manejo o de otras instituciones mencionadas.

# Contenido

<b>11</b>	<b>CAPITULO 1. Jaaukanigás y Ramsar: aspectos introductorios</b>
<b>11</b>	1.1. Introducción y objetivos
<b>13</b>	1.2. Jaaukanigás: caracterización y generalidades
13	1.2.1. ¿Dónde se encuentra y qué características tiene?
13	1.2.2. Jaaukanigás y el Paraná un humedal de importancia Internacional
15	1.2.3. La cuenca del Paraná: un gigante de América
17	1.2.4. ¿Por qué conservar los humedales y el río Paraná?: Funciones y valores de un ecosistema esencial para la vida
<b>21</b>	1.4. Conservación y uso sustentable de los Humedales de la Argentina y aplicación de la convención de Ramsar
21	1.4.1. Los primeros pasos de Argentina en la Convención sobre los humedales
21	1.4.2. Grupo de Trabajo de Recursos Acuáticos de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable
<b>23</b>	<b>CAPÍTULO 2. Biodiversidad de Jaaukanigás y del río Paraná</b>
<b>23</b>	2.1. ¿Qué es la Biodiversidad?
24	2.1.1. ¿Porqué la vida es diversa?
25	2.1.2. ¿Cuánto conocemos sobre la biodiversidad?
26	2.1.3. ¿Cuántas especies se extinguen por las actividades del hombre?
27	2.1.4. ¿Qué importancia tiene la biodiversidad y porqué conservarla?
<b>30</b>	2.2. Jaaukanigás: una visión biogeográfica de la región
30	2.2.1. Santa Fe, desde las selvas hasta las pampas
<b>35</b>	2.3. Flora y vegetación de Jaaukanigás
35	2.3.1. Flora
38	2.3.2. Tipos de vegetación (formaciones bióticas) presentes en Jaaukanigás
<b>39</b>	2.4. Fauna de Jaaukanigás
41	2.4.1. Comunidades de Microorganismos acuáticos: un maravilloso mundo invisible
42	2.4.2. Los Peces del Sitio Ramsar Jaaukanigás
54	2.4.3. Migraciones de peces en el río Paraná
57	2.4.4. Entre el agua y la tierra: Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos de Jaaukanigás
<b>69</b>	2.5. Inundaciones y sequías: los grandes reguladores del paisaje del río Paraná
69	2.5.1. Introducción
71	2.5.2. Conceptos de interés para analizar el régimen pulsátil del río Paraná
72	2.5.3. Consecuencias ecológicas del régimen de pulsos
<b>77</b>	<b>Capítulo 3. Jaaukanigás: riqueza cultural, arqueológica y productiva</b>
<b>77</b>	3.1. Entre cazadores recolectores y pescadores cazadores: los primeros habitantes del Sitio Ramsar Jaaukanigás
77	3.1.1. Los primeros grupos humanos conocidos en Jaaukanigás
79	3.1.2. Pescadores cazadores
81	3.1.3. Arte de pescadores
<b>83</b>	3.2. ¿Qué es la Organización de Comunidades Aborígenes de Santa Fe (OCASTAFE)?
83	3.2.1. Introducción
84	3.2.2. Los aborígenes existimos y somos muchos...
85	3.2.3. Los desafíos actuales de la OCASTAFE
86	3.2.4. Posesión comunitaria de las tierras
87	3.2.5. Desarrollo sostenido y sustentable
<b>89</b>	3.3. Emprendimiento productivo en isla La Fuente: las riquezas del agua con el esfuerzo de muchos
89	3.3.1. Introducción
89	3.3.2. Los comienzos del emprendimiento
90	3.3.3. Isla La Fuente: un largo camino por recorrer

<b>91</b>	3.4. Actividad Ganadera en el Sitio Ramsar Jaaukanigás
91	3.4.1. Introducción
91	3.4.2. Recursos Forrajeros
93	3.4.3. Manejo Ganadero
93	3.4.4. Necesidades de Investigación
<b>94</b>	3.5. Ganadería sustentable en las islas del Sitio Ramsar Jaaukanigás
94	3.5.1. Una actividad sostenida por la vegetación natural y los ciclos hidrológicos
94	3.5.2. Actividades Ganaderas y experiencias productivas
96	3.5.3. Algunos desafíos sanitarios
<b>99</b>	3.6. Las Pesquerías del Sitio Ramsar Jaaukanigás y de la provincia de Santa Fe
99	3.6.1. Introducción
99	3.6.2. La Pesca de Subsistencia
99	3.6.3. La Pesca Científica
99	3.6.4. La Pesca Comercial
102	3.6.5. La Pesca Deportiva
<b>105</b>	<b>CAPÍTULO 4. Conservación en Jaaukanigás: Integrando aspectos socioeconómicos, culturales y biológicos</b>
<b>105</b>	4.1. Biología de la conservación: el arte de relacionar disciplinas y conocimientos para abordar problemas ambientales
105	4.1.1. ¿Qué es la Biología de la Conservación?
107	4.1.2. Principales modelos de uso de los recursos naturales y su efecto en la biodiversidad
111	4.1.3. Pérdida y fragmentación de los hábitat, la principal amenaza para la biodiversidad
<b>119</b>	4.2. Ciencia, sociedad y gestión ambiental
119	4.2.1. Resumen
119	4.2.2. Introducción
120	4.2.3. Sociedad-Naturaleza
121	4.2.4. Ciencia y Naturaleza
126	4.2.5. Gestión del sistema humano total
<b>129</b>	4.3 Contaminación ambiental: un problema generalmente invisible
131	4.3.1. La contaminación en la región de Jaaukanigás
134	4.3.2. Conclusión
<b>135</b>	4.4. Las áreas naturales protegidas de Santa Fe
135	4.4.1. Introducción
135	4.4.2. Objetivos del sistema de Áreas Protegidas
136	4.4.3. Categorías de manejo
136	4.4.4. Categorías Internacionales
136	4.4.5. Criterios de selección de áreas
136	4.4.6. Dominio, jurisdicción y administración de áreas naturales protegidas
137	4.4.7. Representatividad y cobertura ecológica del sistema
137	4.4.8. Sitio Ramsar "Jaaukanigás"
<b>139</b>	4.5. Conservación y manejo de jaaukanigas: un largo camino por desandar
<b>141</b>	APÉNDICE. Guía didáctica para el uso del documental sobre el sitio Ramsar: "Jaaukanigás, gente del agua"

## Autores e Instituciones

**Alejandro R. Giraud**<sup>1</sup> (Doctor en Ciencias Biológicas y Biólogo) **Elly Cordiviola**<sup>2</sup> (Prof. de Ciencias Naturales)

**Juan C. Paggi**<sup>2</sup> (Master en Ecología Acuática, Profesor de Ciencias Naturales)

**Vanesa Arzamendia**<sup>3</sup> (Doctora en Ciencias Biológicas, Lic. en Biodiversidad)

**Ramón Regner** (Técnico del CONICET)<sup>4</sup>.

<sup>1, 2</sup> Investigadores, <sup>3</sup> Becaria y <sup>4</sup> Técnico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Instituto Nacional del Limnología (INALI). José Maciá 1933 (3016) Santo Tomé, Santa Fe. <sup>1</sup> Prof. de Biología de la Conservación. Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral (UNL). Prof. de Manejo y Conservación de la Biodiversidad. Maestría en Ecología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER).

**Ana Rosa Ganchier**<sup>1</sup>

**Andrés Romero**<sup>1</sup> (Promotores Sociales).

<sup>1</sup>Emprendimiento Isla La Fuente, Puerto de Reconquista, Santa Fe.

**Ariel Navanquirí**<sup>1</sup>

**Clara Chilcano**<sup>1</sup>

**Elsa Guanca**<sup>1</sup>

**Luis Panlagua**<sup>1</sup>

**Orlando Paniagua**<sup>1</sup>

**Pablo Ramírez**<sup>1</sup>

**Rufino Vazquez**<sup>1</sup>

**Ruperto Pérez**<sup>1</sup>

**Samuel Ponciano**<sup>1</sup>

**Inés Fernández**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Organización de Comunidades Aborígenes de Santa Fe (OCASTAFE). Contactos: 03460-496781, E-mail: arielmpaz@yahoo.com.ar. <sup>2</sup>Asociación Amigos del Aborígen, Pueyrredón 1348 (3560) Reconquista, Santa Fe.

**Carlos Echegoy** (Profesor de Historia)

Museo del Sitio Ramsar Jaaukanigás, Municipalidad de Reconquista, San Martín 1077, (3560) Reconquista, Santa Fe.

**Daniel M. del Barco** (Biólogo)<sup>1, 2</sup>

**Juan Carlos Rozzatti** (Agrónomo)<sup>1</sup>

**Liliana Moggia** (Bióloga)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Santa Fe (SEMADS), Patricio Cullen 6161 (S3004IYC), Santa Fe, Santa Fe.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias (UNL).Esperanza.

**Eduardo A. Lorenzatti** (Licenciado en Ciencias Químicas y Analíticas)

Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC, CONICET-UNL) Güemes 3450 (3000) Santa Fe.

**José F. Pensiero** (Doctor en Ciencias Biológicas, Ingeniero Agrónomo)

Investigador del CONICET, Profesor de Botánica, Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), UNL. 86-Kreder 2805, S3080HOF, Esperanza, Santa Fe.

**Juan José Neiff** (Doctor en Ciencias Biológicas, Master en Ecología Acuática)

Investigador del CONICET, Centro de Ecología Aplicada al Litoral (CECOAL), Ruta Prov. N° 5 Km. 2,5 C.C. 291/128 (3400) Corrientes.

**Laura Benzaquen** (Bióloga)

**Guillermo Lingua** (Guardaparque)

**Oscar Padín** (Biólogo)

**Sara Sverlilj** (Bióloga)

Grupo de Trabajo de Recursos Acuáticos. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, San Martín 451. (C1004AAI) Buenos Aires.

**Liliana Rossi** (Master en Ecología Acuática, Lic. en Biodiversidad)

**Silvina Chemes** (Lic. en Biodiversidad)

Facultad de Humanidades y Ciencias, Ciudad Universitaria, Paraje El Pozo, (S3000ZAA), Santa Fe, Santa Fe.

**Luis Luisoni** (Ingeniero Agrónomo, Master en Producción Animal), INTA Reconquista. Ruta 11 Km 773 (3560) Reconquista, Santa Fe, Argentina

**Nilda Raffin** (Promotora Social) y **Oscar Cena** (Ingeniero Agrónomo).

Instituto de Cultura Popular (INCUPO). Rivadavia 1275 (3560) Reconquista, Santa Fe.

**Orlando Héctor Hug** (Médico Veterinario)

Grupo Cambio Rural, Las Garzas (3574) Santa Fe. Tel: 03482 – 493036, E-mail: ohug@trcnet.com.ar.

**Silvia Diana Matteucci** (Doctora en Filosofía y Licenciada en Ciencias Biológicas)

Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente (GEPAMA, CONICET), Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires. E-mail: smatt@gepama.com.ar.

## 4.2. Ciencia, sociedad y gestión ambiental

### Silvia Diana Matteucci

CONICET, Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente, Fac. Arquitectura Diseño y Urbanismo., Univ. de Buenos Aires

*"En los últimos 50 años los seres humanos hemos transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo comparable de la historia humana, en gran parte para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimento, agua dulce, madera, fibra y combustible. Esto ha generado una pérdida considerable y en gran medida irreversible de la diversidad de la vida sobre la Tierra".*

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005 ([www.millenniumassessment.org](http://www.millenniumassessment.org))

#### 4.2.1. Resumen

Los problemas ambientales se multiplican, afectando tanto a los ecosistemas naturales como a la sociedad, con la pérdida del patrimonio natural y cultural, la segregación social y la discriminación. Nos preguntamos si esto se debe a la falta de una base científica que permita comprender los sistemas naturaleza-sociedad, a falta de decisión política para planificar o a ambos. Se analizan conceptos novedosos en cuanto al funcionamiento de los sistemas naturaleza-sociedad y se proponen soluciones a la luz de la situación política actual.

#### 4.2.2. Introducción

En el último medio siglo la biología y la ecología han dado grandes saltos, tanto hacia la concepción de la naturaleza como a la posibilidad de la aplicación de estos conocimientos para la gestión ambiental. El salto desde una ciencia descriptiva a una ciencia prescriptiva y anticipatoria más rigurosa no es casual. Por un lado, la mundialización de las consecuencias del cambio climático y ambiental inducen cambios en la concepción del ambiente y surge la necesidad de comprender el funcionamiento del mosaico integrado de ecosistemas para manejarlo con mayor eficacia, y por el otro, se desarrollan los fundamentos teóricos y tecnológicos que facilitan la aplicación de las ideas que merodeaban en los medios científicos desde hacía

tiempo (Matteucci, 2001). Se reconoce el sistema humano total, formado por los subsistemas natural y social, como un sistema complejo, y la necesidad de tener en cuenta no sólo la estructura y función del ecosistema, sino también las relaciones estructurales y funcionales entre los ecosistemas a través del paisaje o la región, y entre los diversos niveles jerárquicos en que se manifiestan los procesos naturales y sociales. Este enfoque integrador resulta así una herramienta útil para predecir los cambios desencadenados en el conjunto por un evento natural o antrópico localizado en uno de los elementos del paisaje. Con este conocimiento podría diseñarse el espacio para proteger aquellos procesos y servicios ecológicos que se consideren importantes para el bien común.

A pesar de los avances en los conocimientos acerca de los sistemas complejos, se suceden los fracasos en el uso y manejo de recursos naturales, manifestados en la pérdida de bienes y servicios ecológicos y de la capacidad de regeneración de los mismos. En parte esto se debe a que el desarrollo económico, en la economía liberal prevaleciente, sólo es posible a costa de sobre-explotación de la naturaleza y esto, en mayor o menor plazo, lleva a la degradación del patrimonio natural, que es la base de sustentación de la vida sobre la Tierra y, por lo tanto, de la economía. Es evidente que se requiere un cambio de enfoque que proteja la integridad de los ecosistemas naturales y la diversidad de formas de vida de flora y fauna, incluyendo la diversidad de culturas; las herramientas científicas y técnicas existen, sólo falta su divulgación y la decisión política para aplicarlas.

En este capítulo se presentan algunas ideas acerca del funcionamiento de los sistemas humanos, que se originaron a partir del estudio de casos y constituyen un marco de hipótesis sujetas a comprobación y discusión (Gunderson y Holling, 2002). Se discuten las posibles causas del fracaso en el manejo de los recursos y se proponen soluciones.

### 4.2.3. Sociedad-Naturaleza

Es obvio que nadie destruye su medio ambiente intencionalmente. Los fracasos surgen de una falta de percepción anticipada, que a veces es debida a falta de conocimientos y otras veces a urgencias por lograr éxitos sociales o económicos, o por una combinación de factores.

La historia muestra que el patrón de evolución de los sistemas naturaleza-sociedad es muy parecido, independientemente del tipo de recurso explotado y de las variables físicas, ecológicas y culturales. En la mayoría de los casos, cualquiera sea la actividad productiva (pesquería, silvicultura, agricultura, caza, etc.), ésta comienza como una ocupación artesanal; esto es, el recurso se consume en poca cantidad y con tecnología blanda, para el consumo local y la comercialización a pequeña escala. En estas condiciones, se satisfacen los requerimientos del subsistema social local (población reducida y con expectativas económicas modestas) mediante un subsistema económico de subsistencia montado sobre un proceso productivo artesanal y se mantiene la integridad del subsistema ecológico, ya que se respeta, aún sin conciencia o intención, la tasa de reposición del recurso. Con el tiempo, la abundancia y buena calidad del recurso estimula la inversión, y poco a poco la actividad de subsistencia se convierte en industrial. La presión sobre el recurso va creciendo, tanto en cuanto a las cantidades extraídas como a la tecnología empleada, hasta que comienza a disminuir la cantidad y calidad del recurso. Al principio esto se solventa incrementando el potencial tecnológico, lo cual permite incrementar por un tiempo breve la producción manteniendo la rentabilidad, pero más tarde el recurso se deteriora irreversiblemente, la calidad y la cantidad ya no son rentables y las empresas colapsan. Para el subsistema social, la catástrofe empieza en los momentos iniciales, cuando la industria es incipiente, porque ya desde entonces parte de los productores artesanales y sus familias quedan fuera del sistema. Algunos son incorporados a la industria, pero cuando la rentabilidad empieza a disminuir, las empresas reducen el personal, tanto jerárquico como obrero, y cada vez son más los pobladores que quedan marginados. Las consecuencias operan a escalas espaciales y temporales mayores: cuando hay un colapso, las familias migran a las ciudades en busca de una vida mejor, que no encuentran porque las condiciones son muy distintas de las que ellos conocían, no se adaptan y generan nuevos pro-

blemas adicionales, y prácticamente irreversibles, en las zonas urbanas y periurbanas. Así, el costo social es una carga para el conjunto de la sociedad.

No podemos afirmar que hubo una intención de destruir la base natural de la producción, o de generar problemas sociales y económicos. Parecería un destino natural, en el que la sociedad se ve involucrada por una secuencia de eventos a largo plazo, oscurecidos por aquellos a corto plazo. La historia se repite en muchos sistemas de explotación de recursos naturales renovables, como por ejemplo, en el manejo de pastizales o sabanas naturales, que luego de 60 a 100 años de manejo termina en un arbustal o un desierto improductivos; o la pesca, cuyo destino en muchas costas ha sido la extinción local de las especies útiles.

Otros procesos, como el control de las plagas y el control de las inundaciones, aunque muestran secuencias diferentes, tienen similitudes con los ejemplos anteriores. El control de las plagas avanza hacia el uso cada vez más intensivo, en frecuencia de aplicaciones, cantidad de producto aplicado y superficie tratada, hasta que el plaguicida se hace inútil porque la población de la plaga adquiere resistencia al producto y crece sin control, ni químico ni natural. Los controles naturales que existían antes del uso de los productos químicos, fueron destruidos por el plaguicida o por alguna de las acciones del paquete tecnológico de la producción agrícola particular, o por procesos ecológicos de dinámica poblacional en presencia de escasez de recursos para los depredadores.

El cambio de un paquete tradicional a uno convencional industrial sigue el patrón descrito, con las conocidas fluctuaciones de la rentabilidad. Las consecuencias en el subsistema social son parecidas, ya que la agricultura industrial emplea mucha menos gente que la tradicional. A medida que los campos se agrandan, las maquinarias y la tecnología se hacen más eficaces y los grandes empresarios desplazan a los pequeños; parte de la población queda marginada y este sector social aumenta al colapsar las empresas.

En el caso del control de las inundaciones, la ruta al fracaso se inicia cuando la gente comienza a asentarse en los valles de inundación de los ríos y arroyos, probablemente a causa del éxodo producido por el fracaso de pesquerías y empresas agropecuarias, al menos en parte. Inundaciones ha habido siempre, pero cada vez son más dramáticas sus consecuencias por el incremento de la población radicada en esas zonas y de la proporción de las tierras protectoras cubiertas

por objetos construidos. A esto se agrega una secuencia histórica de "remedios" al problema. En las etapas iniciales, los individuos afectados primero y el estado después, aplican medidas correctivas: desvío del agua, diques de contención, barreras rodeando las poblaciones, todas medidas reactivas. Cuando se produce un pico de crecidas las consecuencias son catastróficas porque el sistema ha perdido la capacidad de respuesta al evento; esto es, antes de las construcciones el agua invadía y se retiraba en corto tiempo, la invasión de agua daba tiempo a que la gente se auto-evacuara, como había poca gente, eran pocos los daños y la catástrofe duraba poco. Con los diques y desvíos se ha estimulado el asentamiento y ha crecido la población, las afectaciones son menos frecuentes, pero cuando se produce una inundación ésta es mucho más dañina, porque entra más agua, el agua no pueda evacuar rápidamente, la entrada de agua es violenta, y hay más gente y en peores condiciones socioeconómicas, el área permanece inundada por más tiempo y los costos de la contención social y de recuperación del área dañada son cada vez más altos.

Parecería que la evolución descrita sigue una secuencia predestinada imposible de revertir. En la búsqueda de soluciones se han hecho muchas propuestas, políticas o técnicas, pragmáticas o científicas, estructurales o funcionales, colectivas o individuales. Todas constituyen parches con efectos positivos en el corto plazo, pero de poco alcance en el tiempo y en el espacio. Las medidas proactivas requieren la comprensión del funcionamiento del sistema complejo en el largo plazo, el conocimiento de las probables respuestas del subsistema natural a las acciones humanas y de cuáles deben ser las respuestas de los subsistemas social y económico a los cambios del subsistema natural para mantener su integridad.

#### 4.2.4. Ciencia y Naturaleza

Uno de los factores que han llevado a la concepción de una naturaleza globalizada y multiescalar es el cambio de la idea del equilibrio de los ecosistemas, desde equilibrio neutro a poliequilibrio, pasando por el inestable y el estable. La mutación del concepto de equilibrio responde a avances en los conocimientos acerca del funcionamiento de los sistemas naturales y humanizados y a la filosofía de vida de individuos e instituciones.

El equilibrio neutro se presenta en un sistema que cambia poco y aleatoriamente en respuesta a factores

externos o internos; implica que el sistema nunca pierde su estabilidad. La percepción de la naturaleza como inmutablemente estable, que es la más primitiva, aparecía como verdadera cuando las influencias humanas eran de poca intensidad y frecuencia: se explotaba un recurso con tecnología de bajo impacto y cuando este se agotaba, la comunidad se trasladaba a otro sitio; había tiempo y reservas suficientes para la recuperación del ecosistema abandonado. Esta percepción, que aún persiste en algunos grupos, supone que las actividades humanas no tienen consecuencias sobre los ecosistemas; que la naturaleza es una cornucopia y que los humanos lo pueden todo. Así, el manejo sigue una estrategia de prueba y error.

El equilibrio inestable, visualiza a la naturaleza como anárquica, globalmente inestable. El sistema está dominado por procesos de retroalimentación positiva, de modo que pequeños cambios hacen que el sistema se destruya. Las perturbaciones provienen del exterior y la biota se adapta pasivamente a las nuevas situaciones. Esta percepción fundamenta el principio precautorio; esto es, ya que no estamos seguros de cuál será el efecto de la intervención humana, no hagamos nada. Es la visión de los ambientalistas y ecologistas, que pregonan que los humanos somos tan dañinos que lo mejor que podemos hacer es privarnos de los bienes y servicios que brinda la naturaleza para no deteriorarla. Esta visión es absolutamente pesimista y desconoce el hecho de que la respuesta de un ecosistema a la intervención depende del tipo, grado, extensión y frecuencia de la intervención y de las propiedades estructurales y funcionales de cada ecosistema, de modo que no necesariamente el uso de los recursos debe terminar en destrucción.

El equilibrio estable percibe a naturaleza balanceada, poseedora de estabilidad global. En este caso, se concibe el sistema como regulado por procesos de retroalimentación negativa que mantienen al sistema fluctuando alrededor de un estado de equilibrio. De acuerdo a esta percepción, las variables de estado del ecosistema (biomasa en pie, variedad y cantidad de especies de flora y fauna, cantidad de individuos en cada especie, stock de nutrientes en el suelo, etc.) y las funcionales (tasas de los procesos ecológicos como productividad, circulación de nutrientes, dinámica poblacional) siempre retornan al estado inicial después de una perturbación, gracias a sus mecanismos de retroalimentación negativa. El énfasis se pone en el estado de equilibrio y la resistencia de las pobla-

ciones o de la comunidad a las perturbaciones locales, por lo cual las estrategias de manejo apuntan al mantenimiento de la estabilidad y a la obtención del rendimiento máximo sostenido, en la creencia de que, siempre que se mantenga al sistema en el estado óptimo de densidad de recursos, será posible mantener eternamente una producción máxima. Se supone que la capacidad de carga de los ecosistemas es fija; esto es, dado que es globalmente estable, puede sustentar eternamente a la misma cantidad de individuos; lo cual conduce a un "determinismo Malthusiano", en palabras de Holling et al. (2002a). Esta es una visión muy optimista y muy corta de vista, porque no tiene en cuenta que los procesos y las interacciones raramente son lineales o monotónicos, sino que pueden tener una dinámica en ciclos, con máximos y mínimos y suelen tener umbrales de respuesta que producen cambios bruscos de la variable dependiente aún con pequeñas modificaciones de la variable independiente. Los sistemas ecológicos no suelen tener un equilibrio interno único, sino equilibrios múltiples que definen estados funcionales diferentes, lo cual nos lleva a la idea de los equilibrios poliestables.

El equilibrio poliestable reconoce que un ecosistema puede tener más de un estado de equilibrio y puede pasar de un estado a otro manteniendo su integridad estructural y funcional. El sistema fluctúa alrededor de cada estado de equilibrio (dominio de atracción) debido a efectos exógenos y es mantenido en él por retroalimentación interna, hasta que ocurre una perturbación lo suficientemente grande como para empujarlo hacia otro estado. Este sistema es resiliente, porque no pierde su identidad aunque fluctúa entre dominios de atracción. Esta visión enfatiza un método de manejo que garantice la persistencia de la heterogeneidad espacial y temporal, ya que reconoce que los ecosistemas fluctúan y se modifican constantemente y, salvo en condiciones extremas, tienen una gran capacidad de adaptación, manteniendo su integridad funcional. Lo importante no es conservar los elementos para lograr la persistencia, sino conservar la capacidad de adaptación al cambio, de responder de manera flexible y creativa a la incertidumbre y las sorpresas, y aún crear sorpresas que incrementen la oportunidad. En lugar de buscar el rendimiento máximo sostenido se enfatiza la sustentabilidad (persistencia a largo plazo de la integridad funcional), aún a costa de la reducción del beneficio económico en el corto plazo. Esta visión no constituye un reemplazo de los

conceptos anteriores de equilibrio, sino que los amplía incorporando la variación inducida por la biota y la auto-organización.

En esta etapa de la historia de la ciencia ya se aplica la Teoría de las Jerarquías en la ecología, la cual postula que el universo es un todo organizado con una estructura jerárquica en la cual cada nivel es un sistema formado por subsistemas, que son sistemas del nivel jerárquico inferior; en cada nivel surgen propiedades nuevas emergentes por las interrelaciones entre esos subsistemas; las jerarquías superiores imponen restricciones a las inferiores. Los diversos componentes físicos, bióticos y humanos operan a diversas escalas espaciales y temporales. A cada escala hay un conjunto diferente de procesos bióticos y abióticos estructuradores que contribuyen a la regulación global del ecosistema. Estos controles son muy robustos debido a la diversidad funcional y la heterogeneidad espacial de especies, ecosistemas y paisajes. A todas las escalas, desde la hoja al paisaje, la biota tiene la capacidad de crear condiciones que soportan a los procesos bióticos mismos.

Un ejemplo del funcionamiento poliestable, auto-estructurante y multiescalar de los ecosistemas es el proceso de sucesión ecológica. Una parcela desmontada, en la que el suelo queda descubierto, es un medio ambiente poco propicio para la vida animal o vegetal porque los factores externos (por ejemplo, humedad y temperatura del suelo y del aire) fluctúan en tiempos cortos (horas); la biomasa vegetal viva es escasa y la capacidad de carga para algunos animales es muy baja porque no hay alimento suficiente para mantener una población abundante. Algunas especies vegetales, que son tolerantes a las fluctuaciones microclimáticas y a las condiciones extremas del medio, y por ello llamadas colonizadoras o pioneras, logran establecerse. Al formar un estrato más o menos denso que cubre el suelo, se incrementa la infiltración de agua en el suelo, se disminuye la tasa de evaporación, se reduce la radiación que llega al suelo, todo lo cual reduce la amplitud de las fluctuaciones microclimáticas y atempera las condiciones microclimáticas y edáficas, creando un medio ambiente adecuado para el establecimiento de especies menos tolerantes a las condiciones extremas. A medida que avanza la sucesión, las comunidades vegetales se reemplazan gradualmente unas a otras, con un aumento paulatino de la biomasa total, de la altura de las plantas y de la densidad del follaje, y si el clima y el

suelo lo permiten, en un plazo de entre 40 y 400 años se restablece el bosque. A lo largo de la sucesión, la capacidad de carga para los herbívoros incrementa, y al haber muchos herbívoros, aparecen los carnívoros y también los depredadores de estos. La riqueza de especies se incrementa porque a medida que la vegetación aumenta en altura y en complejidad estructural, se diversifican las condiciones de hábitat; esto es, a través del perfil vertical de la vegetación se genera un gradiente de temperatura, humedad, radiación, velocidad del viento, concentración de dióxido de carbono, y en cada intervalo del perfil este conjunto de variables adopta valores óptimos para una especie o conjunto de especies diferente. Las interacciones intra- e interespecíficas (dentro y entre especies) y las tramas tróficas también se hacen gradualmente más complejas. A lo largo de este proceso, los factores externos van perdiendo peso como organizadores y reguladores, mientras que los procesos biológicos se convierten en factores de estructuración y organización; la comunidad tiene capacidad de auto-organización.

Un cambio en los factores externos (precipitación o la temperatura) o un evento inusual (incendio, plaga) puede modificar el sistema. Dependiendo de la intensidad del evento externo, o de la variación climática, el sistema será desplazado de su equilibrio más allá del límite del dominio de atracción y, si tiene la posibilidad (si es poliestable), pasará a otro estado de equilibrio sin dañar su integridad funcional. El sistema no retorna del estado alternativo a menos que ocurra otro cambio de condiciones u otro evento inusual. La probabilidad de que el sistema salte a un estado alternativo de equilibrio depende de la magnitud de la perturbación y de la resiliencia del estado original. Si la resiliencia es modificada por las acciones humanas, la respuesta del sistema puede ser sorpresiva, como en el caso de pérdidas ocultas de reservas en un sistema sometido a un período prolongado de sequías que impiden su recuperación ante un evento fortuito, como una explosión poblacional de herbívoros (Matteucci, 2003).

En años recientes, el concepto de equilibrio poliestable ha sido completado con la idea del ciclo adaptativo (Matteucci, 2004). La naturaleza, en todos sus niveles jerárquicos, no sólo fluctúa y evoluciona, sino que lo hace cíclicamente. Este avance se produjo cuando se reconoció que el concepto de sistema poliestable es estático en sentido estructural porque

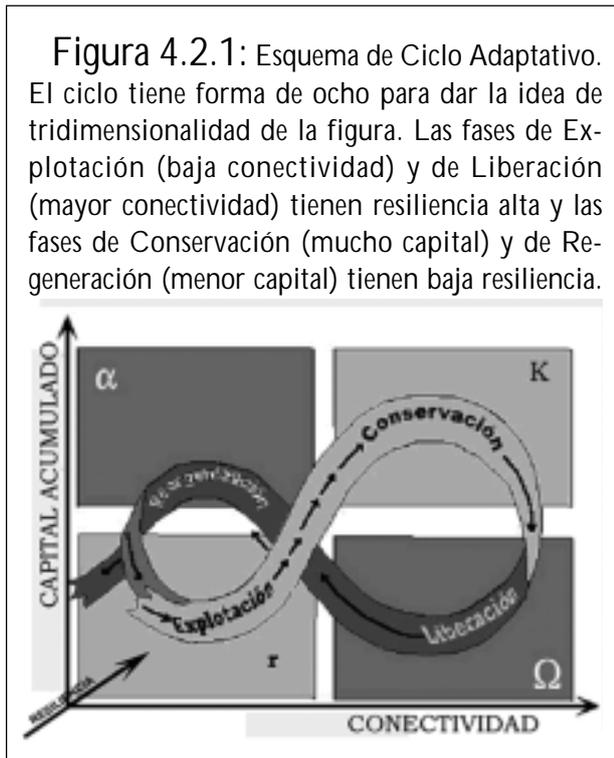
supone que el sistema siempre debe llegar a un estado estable, lo cual implicaría que la resiliencia tiene un valor constante. Los sistemas están en continuo cambio, no sólo cambian las variables de estado (biomasa, riqueza de especies, densidad de individuos, composición de especies, etc.), como vimos en el ejemplo de la sucesión secundaria de un bosque, sino también la resiliencia y sus componentes. Los cambios que ocurren en los sistemas ecológicos son episódicos, con períodos de cambios rápidos alternando con otros lentos. La estructura y la función no son uniformes ni escala-independientes, sino grumosos; esto es, a cada escala, los atributos (fotosíntesis, biomasa, nutrientes, geofomas, etc.) son controlados por conjuntos específicos de procesos bióticos y abióticos y las variables no cambian gradualmente al cambiar de escala sino que se producen saltos en los valores de las tasas de los procesos o de las variables de estado. Las respuestas a fuerzas externas pueden ser sorpresivas y catastrófica (cambio brusco en el estado del ecosistema cuando la intensidad de la perturbación externa pasa un umbral dado).

El concepto de ciclo adaptativo surgió de la acumulación de evidencia acerca del comportamiento de los sistemas naturales en respuesta a las acciones humanas (Gunderson y Holling, 2002). La idea de patrones de comportamiento cíclico se generalizó a los sistemas naturales, sociales y económicos de características diversas. El modelo propone que los ecosistemas, naturales o manejados, y también las empresas industriales y comerciales, evolucionan en ciclos que pueden describirse en cuatro etapas: reorganización (a), explotación (r), conservación (K) y liberación (O) (ver Figura 4.2.1). Tres variables fundamentales se modifican a lo largo del ciclo: el capital acumulado, la conectividad y la resiliencia. El capital acumulado es todo aquello que se generó, creció y se acumuló desde el inicio de la reorganización hasta el final de la etapa de conservación; en un ecosistema es la biomasa, la estructura física, los nutrientes; en un sistema social es la red de relaciones, la amistad, la confianza y respeto mutuos; en un sistema económico es el conocimiento práctico, las invenciones, las destrezas, la capacidad de previsión. Representa un potencial para el cambio, ya que cuanto mayor es el capital acumulado, mejores son las perspectivas para el cambio en un ciclo futuro. La conectividad se define como la cantidad e intensidad de las asociaciones entre elementos y procesos en el sistema. Es una medida del grado

de control interno sobre la variabilidad exterior, ya que cuanto mayor es la conectividad menor será la influencia de los cambios externos y mayor la auto-organización (la regulación interna). La resiliencia ya fue definida; es una medida de la posibilidad de que ocurran saltos entre estados alternativos del sistema.

A partir de un capital inicial mínimo, el sistema comienza su ciclo con el establecimiento de especies colonizadoras o pioneras o de relaciones comerciales o sociales, en la etapa de explotación (r). El capital inicial es un legado biótico o económico de la fase de conservación del ciclo anterior y sobrevivientes de la fase de reorganización (a). Es una etapa de innovación: aparecen muchas especies o muchas nuevas relaciones o muchos productos y técnicas, pero sólo algunas sobreviven y se establecen. El capital acumulado comienza a incrementar y también comienza a incrementar la conectividad. Gradual y lentamente el sistema pasa a la fase de conservación (K), en la cual siguen creciendo el capital acumulado y la conectividad, ya que se afianzan las interacciones entre especies, los vínculos entre actores sociales, las relaciones entre trabajadores y funciones en la empresa. En esta etapa hay poca cabida para la innovación; los experimentos son descartados, no pueden sobreponerse a la competencia de las especies o actores sociales o técnicas, establecidas. Disminuye la influencia de factores exógenos porque se han desarrollado una serie de controles internos reforzados por las múltiples y cada vez más intensas relaciones entre los elementos y los procesos (por ejemplo, especificidad entre planta y polinizador; multiplicación de CEOs en la empresa y de líneas jerárquicas) y porque incrementa la capacidad de predicción a corto plazo.

La resiliencia va disminuyendo gradualmente: a medida que el sistema se hace más rígido tiene menos posibilidades de modificarse para adaptarse a los cambios del entorno; el sistema se hace más vulnerable a eventos exógenos sorpresivos. Cuando el sistema alcanza el máximo de rigidez y de vulnerabilidad, un evento imprevisto desencadena su destrucción y colapso, entrando en la fase de liberación (O). El evento imprevisto puede ser una plaga, un incendio, la remoción de un gerente poderoso, la muerte del padre director de la empresa, una nueva norma comercial o legal, etc. En la etapa de liberación, disminuyen el capital acumulado y la conectividad; incrementa la influencia de los factores exógenos y la resiliencia.



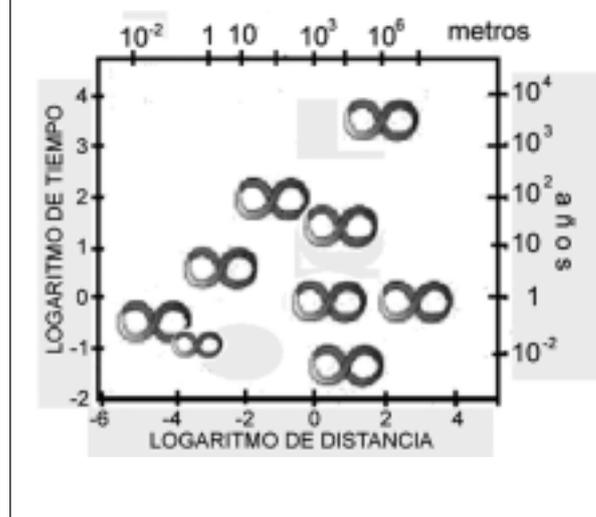
El proceso de liberación termina cuando los recursos que alimentan el evento imprevisto se agotan (materia orgánica seca en un incendio). El legado biótico (materia orgánica remanente) o socioeconómico (técnicas y recursos monetarios, algunas relaciones sobrevivientes) de la fase de acumulación sirven de templete para la fase de reorganización. Durante la reorganización parte del capital acumulado disminuye (la materia seca se degrada en el suelo; los nutrientes liberados lixivian o se vaporizan; el dinero se consume); pero es una fase con muchas posibilidades de innovación: se abren posibilidades para el establecimiento de nuevas especies, nuevas técnicas, nuevos productos y nuevas relaciones humanas, en la fase siguiente. Durante la explotación, estas innovaciones tienen posibilidades de éxito, hay oportunidades para el ingreso de especies exóticas y de individuos foráneos, algunos de los cuales logran establecerse en la etapa siguiente y se reinicia el ciclo.

Claramente se observa la alternancia de procesos lentos con procesos rápidos. La fase de liberación es muy rápida, así como la de reorganización. En cambio, la fase de conservación es muy lenta. En los experimentos en sucesión de bosques templados de Borman y Likens (1979), por ejemplo, los modelos de simulación basados en los datos de campo, mostraron que la reorganización del material orgánico e inorgánico se

produce en unos 20 años, desde la tala de la parcela de bosque, mientras que la etapa de conservación es mucho más lenta y puede durar entre 200 y 300 años, hasta alcanzar el estado de equilibrio del bosque. En el caso de empresas comerciales o industriales, los plazos son más cortos, pero la secuencia y tiempos relativos se mantienen: la reorganización es rápida, la etapa de acumulación de capital y estructuración de la empresa es muy lenta hasta alcanzar el grado máximo de conectividad y vulnerabilidad (resiliencia mínima) y el colapso, en general, es muy rápido.

Un aporte crucial en esta nueva visión de los sistemas ecológicos y humanos es el concepto de estructura anidada de los ciclos adaptativos. Cada entidad ecológica o social está inmersa en una entidad de escala mayor que lo contiene y es a su vez un sistema; todas las entidades tienen funcionamiento cíclico a la escala temporal y espacial en que operan (Holling, 1992). Por ejemplo, en una ecorregión, que puede analizarse como un ciclo adaptativo, pueden describirse muchos ciclos adaptativos en las diferentes partes de ella, cada uno representando a un ecosistema o uso de tierra particular; y dentro de cada ecosistema o uso de la tierra habrá un conjunto de ciclos adaptativos de cada elemento del ecosistema o uso de la tierra. La escala temporal y espacial depende del nivel: ciclos en espacios pequeños son más rápidos que los ciclos que representan espacios extensos. La idea no difiere del concepto de subsistemas incluidos en un sistema y sistemas incluidos en un macrosistema, tal como postula la Teoría de la Jerarquía, excepto por el hecho de que cada porción se visualiza como un ciclo cuyas propiedades cambian en el tiempo. La gran diferencia entre el concepto de sistemas jerárquicos y los ciclos anidados se refiere a las interacciones entre niveles jerárquicos. Según la Teoría de la Jerarquía, los niveles superiores imponen restricciones al funcionamiento de los niveles inferiores. Sin embargo, en estudios de caso se observa que los niveles inferiores también pueden tener impacto sobre los superiores. Por ejemplo, un proceso relativamente rápido, como es la aparición de un mutante resistente a un plaguicida, genera en poco tiempo una población resistente que ataca en un ciclo del cultivo a un campo, en dos a una localidad, en tres a una región, y puede afectar la economía de un país. Algo similar ocurre con la propagación del fuego, que se inicia por un proceso local (caída de un rayo sobre un árbol) y se expande a un bosque entero.

Figura 4.2.2. La Panarquía



El reconocimiento de la existencia de impacto de un ciclo pequeño de corto plazo sobre uno mayor de largo plazo constituye uno de los avances más importantes en la concepción del mundo. Se creó un término nuevo como antítesis a la Jerarquía, ya que ésta significa literalmente "reglas sagradas" y está ligada al concepto de flujo descendente en la escala de poderes. El vocablo Panarquía, deriva del Dios griego de la naturaleza, "Pan", de aspecto grotesco y que representa el poder creativo y a la vez desestabilizador de la naturaleza; es el controlador y ordenador de los cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego (Holling et al., 2002b). Panarquía se define como el conjunto de ciclos anidados a través de escalas (Figura 4.2.2).

Las interacciones entre los ciclos adaptativos a diversas escalas pueden ocurrir en cualquiera de sus etapas. Sin embargo, hay etapas clave, en las que los efectos de un nivel sobre otro son más poderosos. Por ejemplo, un ciclo rápido y pequeño que colapsa al entrar en la fase de liberación tiene más chances de influir en el nivel más grande y lento con el cual interactúa desencadenando una crisis en la fase de Conservación. Este efecto es conocido como "Revuelta", situación en que eventos pequeños y rápidos saturan a los grandes y lentos; como un movimiento de un grupo de ciudadanos organizados que inducen cambios en la normativa municipal o provincial. Otra interacción importante es el Aprendizaje, en que la fase de Conservación del ciclo grande y lento brinda oportunidades y restricciones al nivel inferior cuando éste entra en su etapa de reorganización. Por ejemplo, si una em-

presa colapsa, un municipio en crecimiento u otra empresa de mayor envergadura, puede ofrecer alternativas técnicas o financieras para su re-ingeniería; estos aportes pueden ser oportunidades pero también restricciones si es que condicionan, por ejemplo, el establecimiento de innovaciones prometedoras o de asociaciones espontáneas entre actores sociales.

**4.2.5. Gestión del sistema humano total**

Los ejemplos de mal manejo del sistema naturaleza-sociedad descritos en la primera parte de este capítulo muestran que se ignoraron los conceptos de auto-organización, equilibrio poliestable, ciclo adaptativo e integración multiescalar de los ciclos, y mucho menos la importancia de la heterogeneidad espacial y temporal los ciclos integrados para alcanzar la estabilidad global. No hubo una planificación, ni aplicación de medidas correctivas. Siempre las soluciones fueron paliativos de emergencia, en el corto plazo y en el entorno. No es de extrañar, por lo tanto, que el resultado final haya sido el colapso ecológico y social.

El medio natural es el entorno en el cual se desarrollan todas las actividades humanas, y no existe una sola que no afecte directa o indirectamente a los ecosistemas y sistemas productivos. La relación dialéctica sociedad-naturaleza es reconocida, sin embargo, operativamente se presenta como difícil de gestionar, en parte por la dificultad de integración de las disciplinas ecológicas y sociales para el análisis y la aplicación.

El medio ambiente está en el dominio de la ciencia: los fenómenos de interés se localizan en el mundo natural. Cualquiera sea el tema ambiental (producción de bienes primarios, contaminación, erosión, pérdida de biodiversidad, manejo de recursos, ordenamiento de los usos de la tierra, etc.) se requiere conocimiento científico para lograr una gestión efectiva; sin embargo, no es la ciencia tradicional academicista la que dará las respuestas requeridas. Hasta hace unas cuatro décadas, la sociedad iba a la conquista de la naturaleza y todas las estrategias apuntaban a controlarla (Matteucci, 2001); hoy reconocemos que no somos sus dueños, sino parte de ella y que debemos manejarla ajustados a su funcionamiento. En estas condiciones hoy, más que nunca, se requiere una ciencia al alcance de todos, y para ello es importante adoptar un enfoque diferente para las tres etapas del proceso científico tecnológico: creación, transmisión y utilización del conocimiento sistemático.

Figura 4.2.3. Efectos a través de escalas.

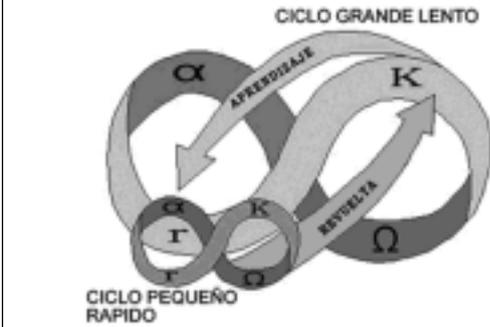
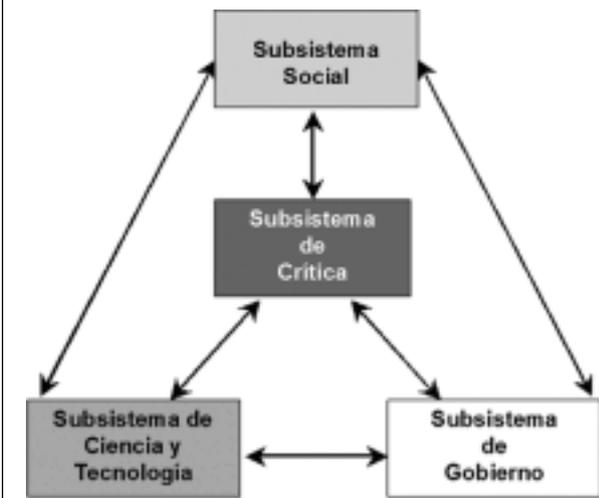


Figura 4.2.4. Sistema científico-técnico



La solución de toda situación ambiental requiere una coincidencia en el tiempo de tres condiciones: la percepción del problema; la disponibilidad de alternativas técnicas de solución; la predisposición del gobierno. Según dicta la experiencia, en general, la percepción del problema por parte de la sociedad o de los científicos y técnicos aparece primero; en último lugar, si es que se da, aparece la predisposición de las instituciones gubernamentales. La coincidencia requerida tiene más probabilidades de ocurrir en una sociedad que funciona en un sistema integrado formado por los subsistemas Social; de Gobierno; de Ciencia y Tecnología y de Crítica (Matteucci 2002,

ver Figura 4.2.4). El Subsistema Social (SSS) está formado por todas las instituciones y personas afectadas o involucradas en el caso en cuestión. Es el que nutre al subsistema científico tecnológico con problemas y con soluciones que requieren comprobación. Es, asimismo, el que exige al gobierno la puesta en marcha de las acciones. Es por su rol como razón de ser de los otros subsistemas que se encuentra a la cabeza del esquema. El Subsistema de Gobierno (SSG) está formado por todas las instituciones y personas cuya actividad está centrada en optimizar el bien común a través de su administración. Su rol es el de dar respuesta a los requerimientos tanto de la sociedad como del subsistema científico-tecnológico. El subsistema de Ciencia y Tecnología (SSCT) está formado por todas las instituciones y personas cuya actividad esté centrada en optimizar la generación de conocimientos y la utilización de los mismos. El Subsistema de Crítica (SSC) está formado por todos. Todo ciudadano, cuando ejerce su derecho de crítica al gobierno o cuando, mediante su compra decide entre un producto u otro, pertenece al sistema de crítica. Toda institución de los otros tres subsistemas, al seleccionar la tecnología, pertenece al subsistema de crítica. El rol es central, es el contralor y regulador de los demás subsistemas, por ello se representa en el centro del gráfico (Figura 4.2.4).

La interacción entre los subsistemas garantiza que todos participen en las tres fases del proceso científico-tecnológico (creación, transmisión y utilización del conocimiento sistemático); que el Subsistema de Ciencia y Tecnología responda a las necesidades de la sociedad en el momento histórico dado; más que a la necesidad académica de la publicación; que sea efectivo en la resolución de los conflictos entre distintos grupos de la comunidad al momento de planificar y ejecutar acciones mitigadoras o correctivas; las decisiones acerca del manejo del medio ambiente provengan del conjunto de la sociedad y no de los expertos actuando por encima de la sociedad civil; que la nor-

mativa ambiental (y toda otra) surja de la comprensión del funcionamiento del sistema natural-social, más que de intereses espurios.

Este sistema sólo podrá funcionar si se logra la democratización del conocimiento. Es aquí donde el Estado debería tener un rol fundamental, como nexo y motor de la interacción entre el Subsistema Científico-Tecnológico y el Subsistema Social. Sin embargo, el Estado está ausente también en este aspecto.

En un país dependiente, como el nuestro, el Estado puede o bien enfrentarse o bien acoplarse a los intereses de los grandes capitales. Aún cuando en el discurso muestren interés en cumplir con su rol de regulador-protector de los intereses de todos los sectores sociales, en la práctica resulta muy difícil lograrlo porque los grandes capitales ejercen presiones a través de funcionarios de comportamiento no transparente y de lobbies en los tres Poderes de la Nación. Lamentablemente, la decisión sigue en manos del Estado porque la sociedad civil es débil.

Por lo tanto, la participación activa de la sociedad civil, a través de ONGs y grupos organizados resulta imprescindible para lograr un cambio positivo en las relaciones sociales y con el entorno físico-biótico. La actitud conformista del público, incentivada por el Estado, favorece la dominación y el control logrado mediante el poder y la represión. Hoy en día no es el Estado el motor del cambio del status quo, sino la sociedad; y los científicos y técnicos sensibles pueden aportar significativamente a este cambio contribuyendo a la educación de la población tanto con información acerca del funcionamiento de la naturaleza como de derechos individuales y sociales.

La teoría de la Panarquía abre una ventana de esperanza: muchos proyectos locales pequeños, impulsados por grupos sociales organizados y formados con argumentos científicos sólidos debe ser capaz de modificar el nivel superior signado por un destino de deterioro social y ecológico.

#### 4.2.6. Bibliografía citada y recomendada

**Bormann, F.H. and E. Likens.** 1979. Pattern and process in a forested ecosystem. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin.

**Gunderson, L.H. and C.S. Holling (Eds.)** 2002. Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems. Island Press, Washington.

**Holling, C.S.** 1992. Cross-scale morphology, geometry and dynamics of ecosystems. *Ecological Monographs* 62 (4):447-502.

**Holling, C.S; L.H. Gunderson and D. Ludwig.** 2002a. In quest of a theory of adaptive change. Pp.: 3-22. En: Gunderson, L.H. y C.S. Holling (Eds.) Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems. Island Press, Washington.

**Holling, C.S; L.H. Gunderson and G.D. Peterson.** 2002b. Sustainability and panarchies. Pp.: 63-102. En: Gunderson, L.H. y C.S. Holling (Eds.) Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems. Island Press, Washington.

**Matteucci, S.D.** 2001. La percepción del entorno. *Encrucijadas (UBA)*, 1 (10):42-49.

**Matteucci, S.D.** 2002. La importancia del funcionamiento del sistema Naturaleza-Sociedad-Estado. Pp.: 185-198. En: J.M. Banfi y NG.Lázzari (Comps) El rol del Estado en el nuevo siglo. Centro Universitario Junin, UBA, UNLA. Colección Diagonios, Ediciones Al Margen, La Plata.

**Matteucci, S.D.** 2003. Dinámica de los sistemas áridos y semi áridos: implicancias para un manejo sustentable de los recursos; Jornadas " Desarrollo Sustentable en Zonas Áridas y Semi áridas", organizadas por PAN-Argentina, Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental de la Nación e Instituto de Geografía; Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Presentación Power Point en: [www.gepama.com.ar/matteucci/index.htm](http://www.gepama.com.ar/matteucci/index.htm) (Downloads)

**Matteucci, S.D.** 2004. Panarquía y manejo sustentable. *Fronteras (Revista del GEPAMA)* 3: 1-12 ([www.gepama.com.ar](http://www.gepama.com.ar)).