

**Escuela de Postgrado, Facultad de Arquitectura
Universidad de Valparaíso, Chile**

CONFERENCIA

**PANARQUÍA Y MANEJO
SUSTENTABLE**

Silvia Diana Matteucci

CONICET-GEPAMA, FADU, UBA

Enero 2004

**MANEJO SUSTENTABLE
VS
DESARROLLO SUSTENTABLE**

EJEMPLOS DE FRACASOS

- CONTROL DE INUNDACIONES
- CONTROL DE PLAGAS
- GESTIÓN DE PESQUERÍAS
- MANEJO DE PASTURAS NATURALES

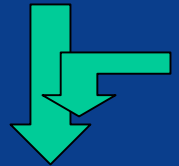
EVOLUCIÓN DE LAS PESQUERÍAS

SISTEMA SOCIAL

SISTEMA ECONÓMICO

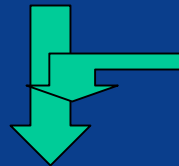
SISTEMA ECOLÓGICO

PESCA
ARTESANAL



Incrementa
inversión

PESCA
INDUSTRIAL



Explotación
masiva

COLAPSO DE LA
INDUSTRIA

ABUNDANCIA Y CALIDAD
DEL RECURSO



PÉRDIDA DEL SERVICIO
ECOLÓGICO

Desplazamiento
de familias de
pescadores

Pérdida de puestos
de trabajo



Consecuencias a distancia



↑
POBLACIÓN
URBANA

COSTO PARA EL CONJUNTO
DE LA SOCIEDAD

CUESTIONAMIENTOS

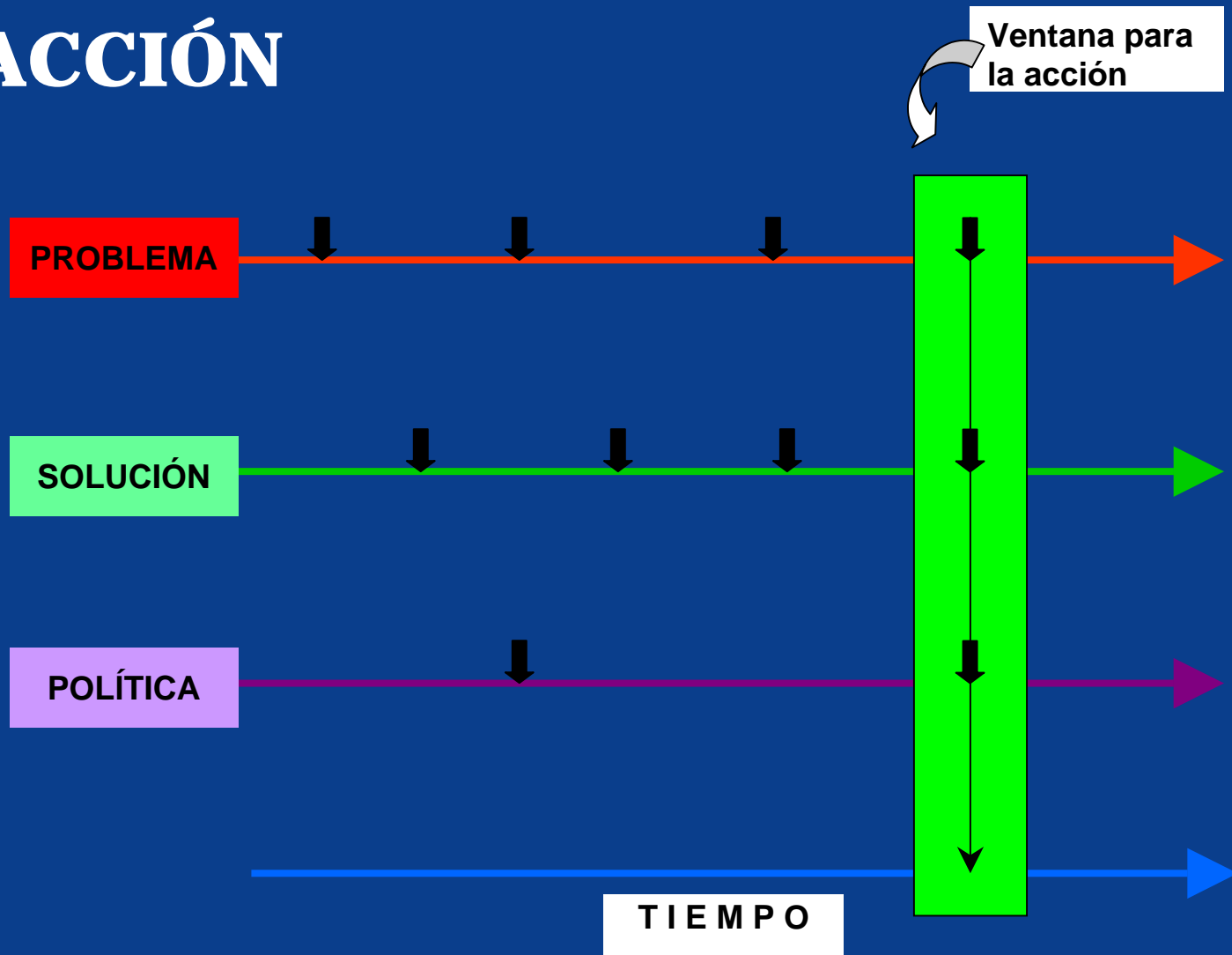
???

¿qué está pasando?

???

¿qué hacer?

OPORTUNIDADES PARA LA ACCIÓN



PROBLEMA

Percepción del problema por la sociedad

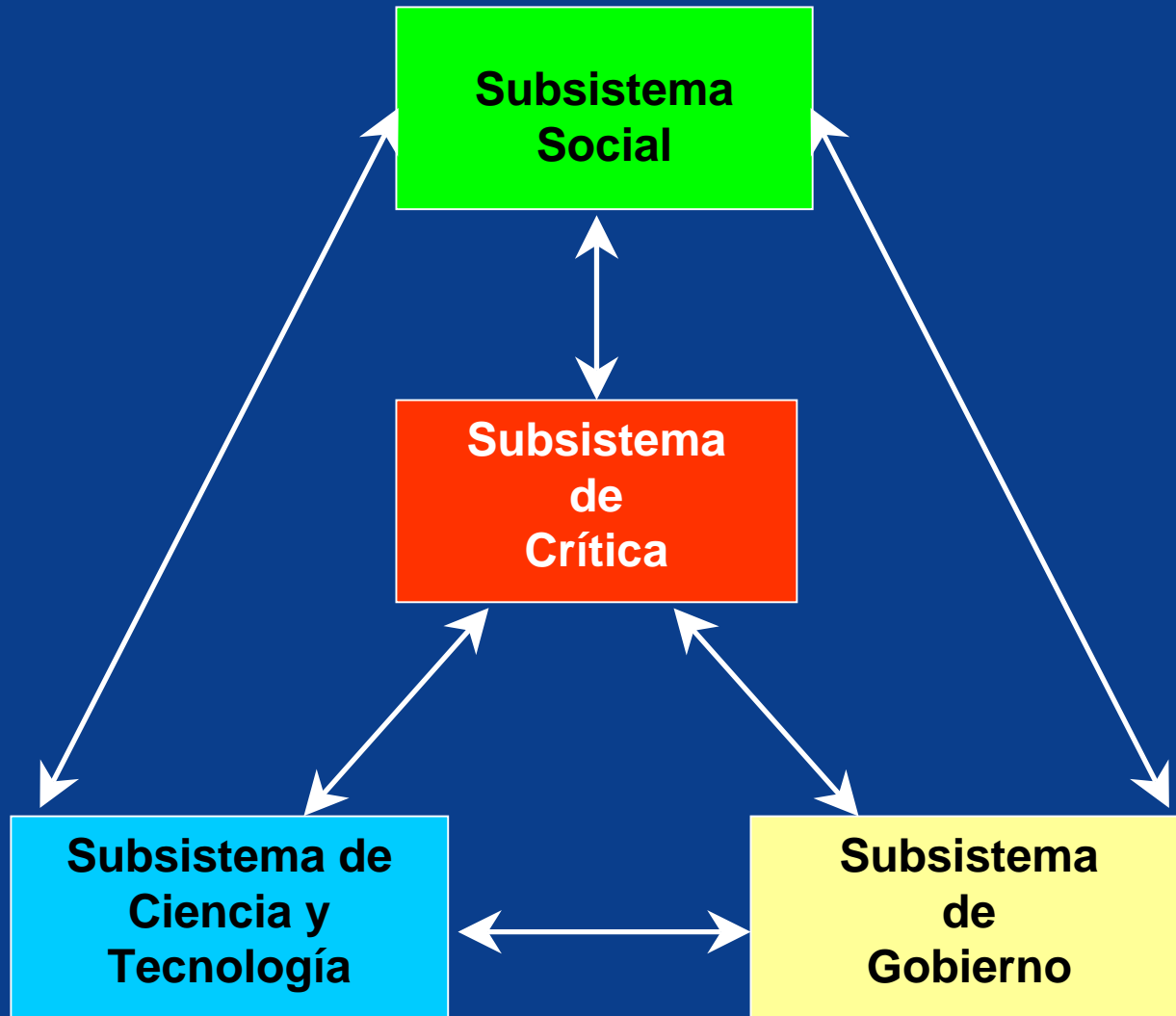
SOLUCIÓN

Alternativa técnica para la solución

POLÍTICA

Decisión y predisposición política

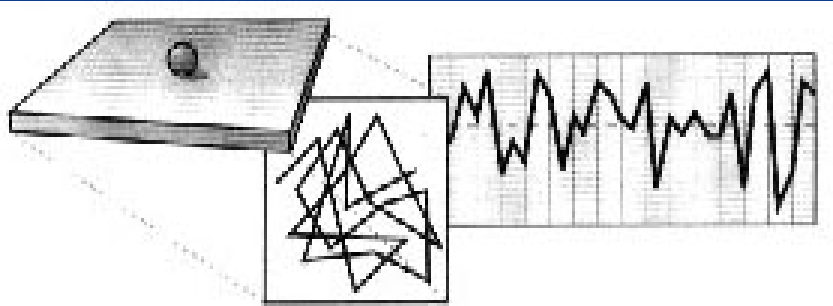
SISTEMA DE LA SOCIEDAD



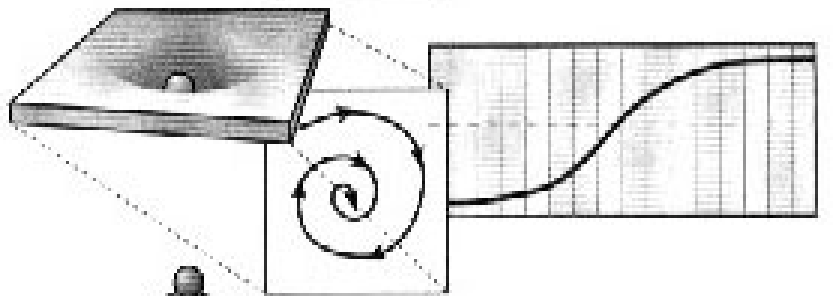
SISTEMA NATURALEZA-SOCIEDAD



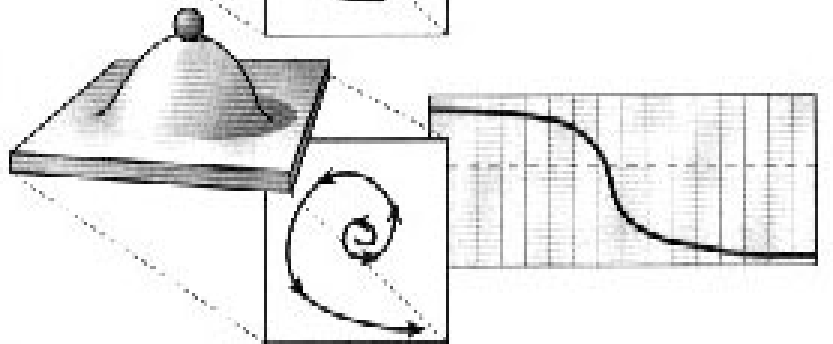
PERCEPCIÓN DE LA NATURALEZA



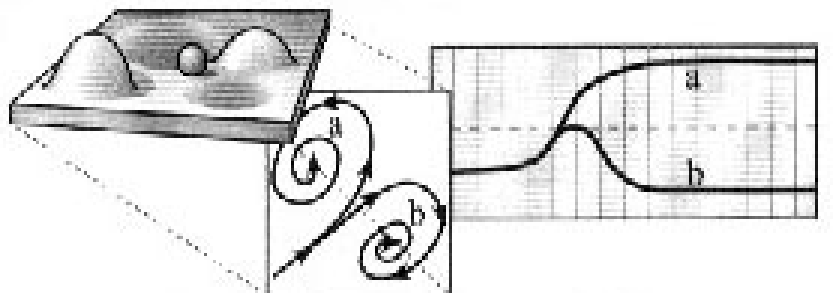
Plana = equilibrio neutro; sin fuerzas que afecten la estabilidad; procesos aleatorios



Balanceada = equilibrio estable; estabilidad global; retroalimentación negativa.



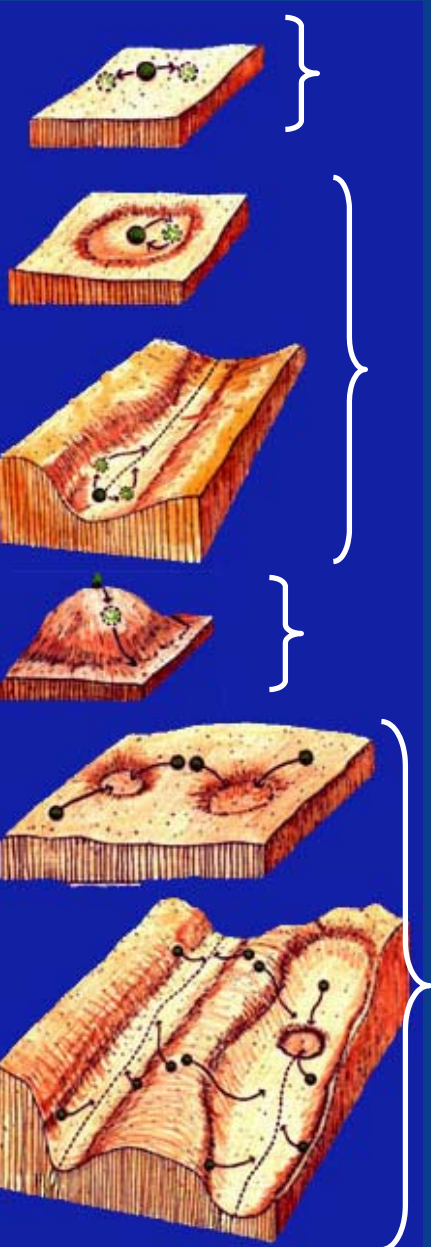
Anárquica = equilibrio inestable; globalmente inestable; retroalimentación positiva.



Resiliente = equilibrio poliestable (varios dominios de atracción); efectos exógenos y retroalimentación interna.



CONSECUENCIAS PARA EL MANEJO



Plana: las actividades humanas sin consecuencia; cornucopia, los humanos lo pueden todo, estrategia de prueba y error

Balanceada: (estado o trayectoria) el sistema vuelve al equilibrio después de una perturbación; obtención del rendimiento sostenido máximo y capacidad de carga fija. (WRI; BC; IISD)

Anárquica: principio precautorio; mantenimiento del status-quo. Ambientalistas y ecologistas, los humanos no pueden nada.

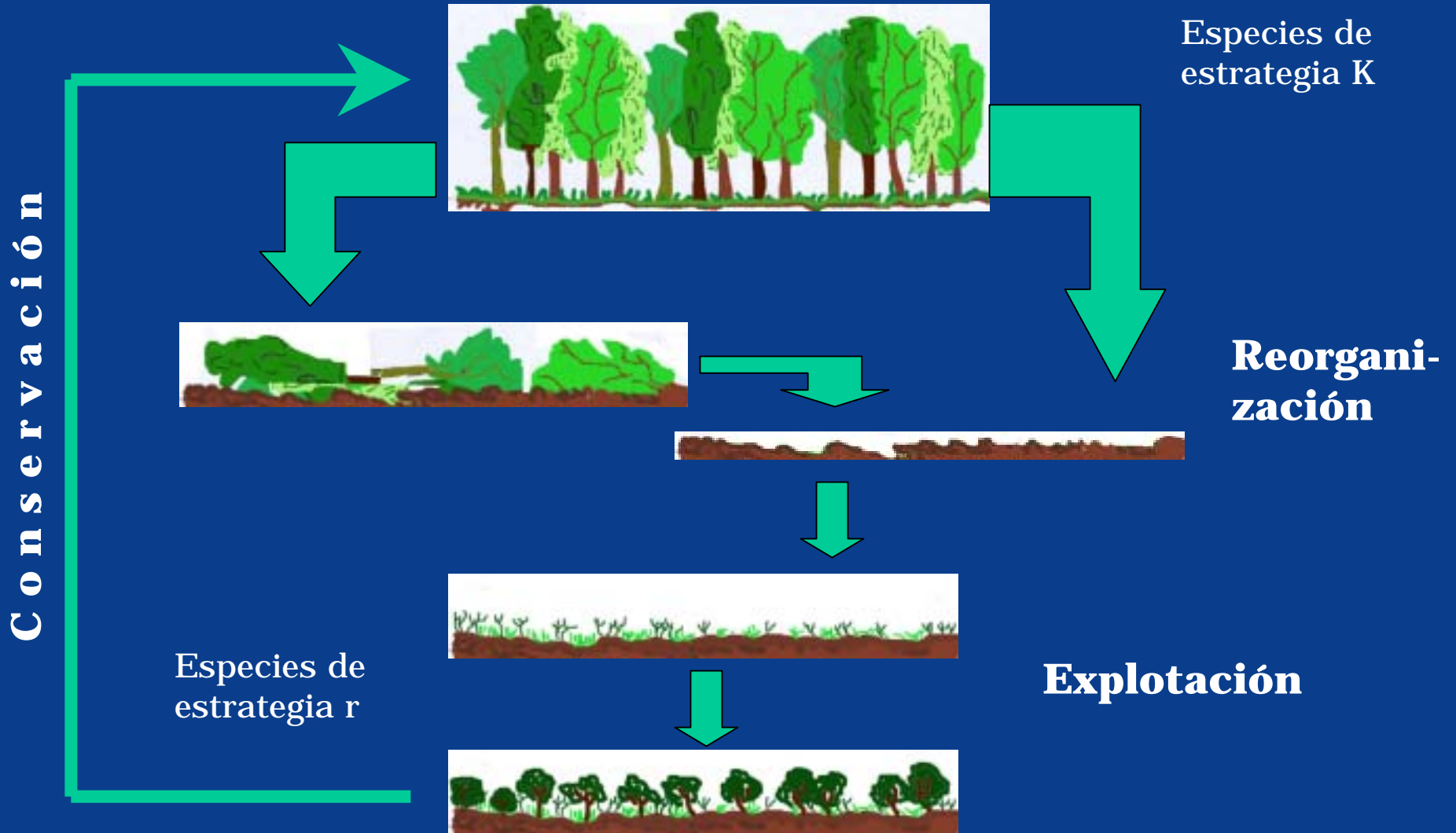
Resiliente: (estados o trayectorias) estrategia de preservación de la variabilidad y de la heterogeneidad espacial; recuperación a escala local y posible imprevisto estructural ya que la resiliencia es considerada fija; el sistema llega a algún estado estable; es una visión estática en sentido estructural.



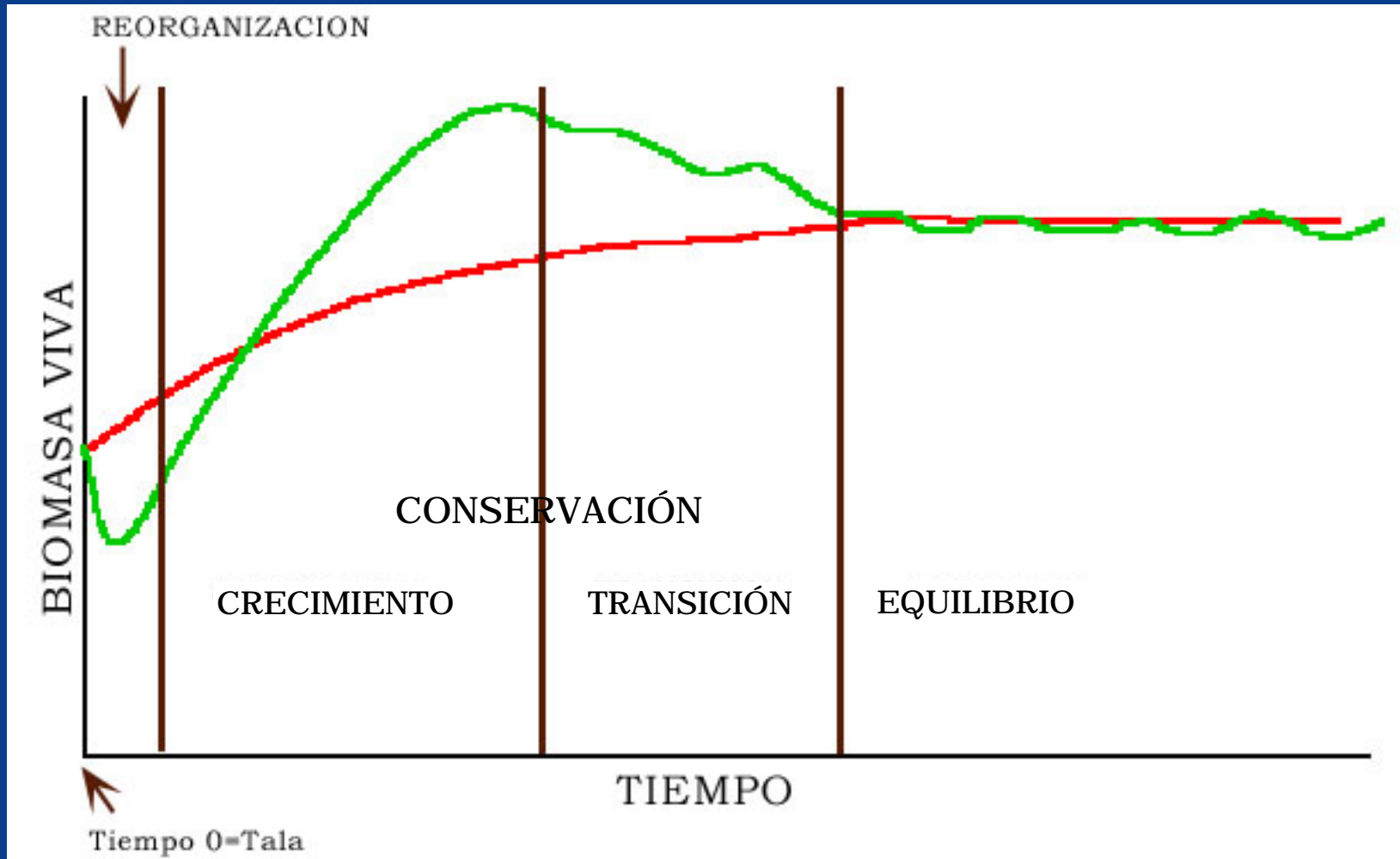
LA NATURALEZA EN EVOLUCIÓN

**METÁFORA EN PRUEBA Y
DISCUSIÓN**

SUCESIÓN EN EL ECOSISTEMA

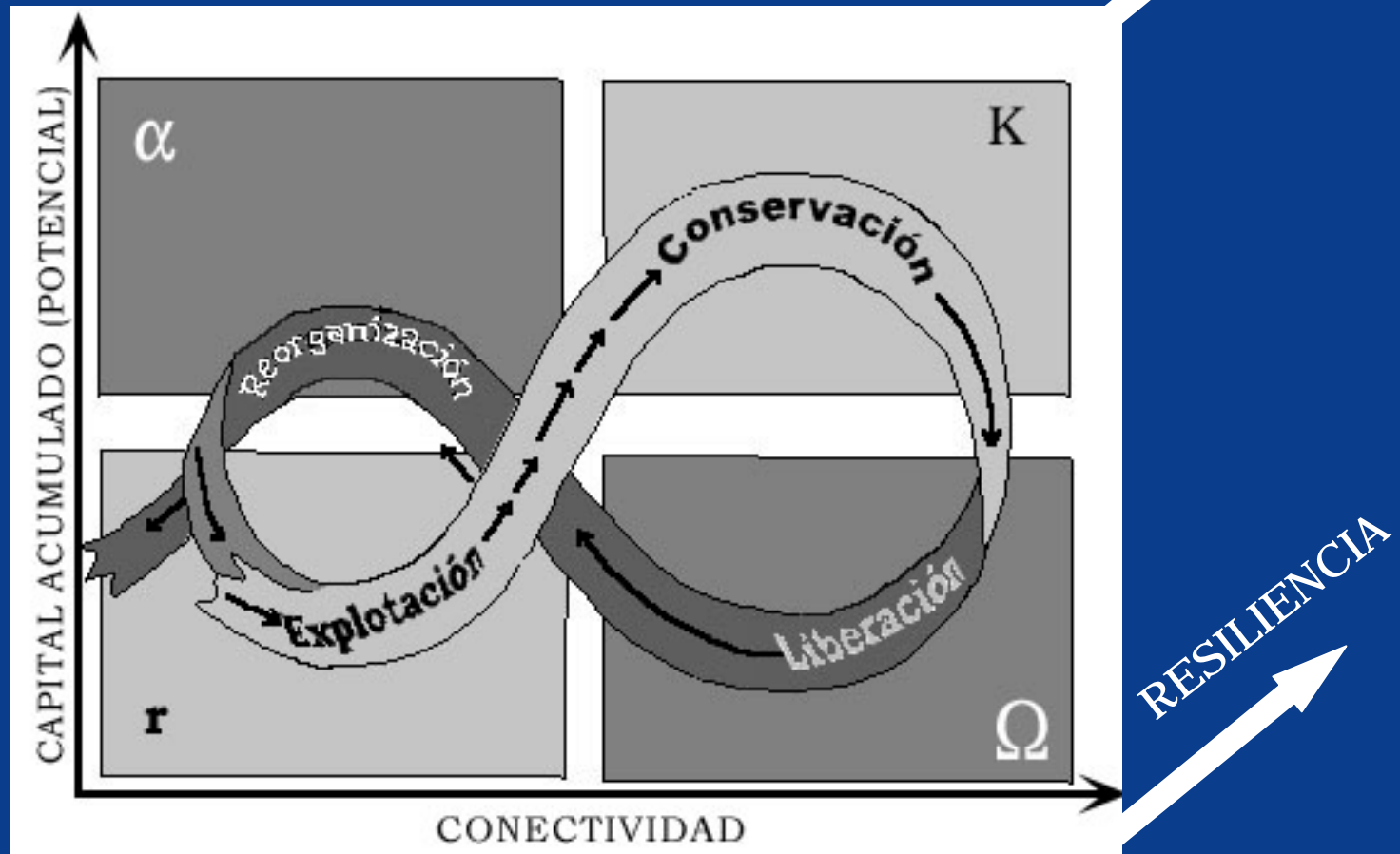


MARCHA DE LA SUCESIÓN



Fuente: Bormann y Likens, 1979

CICLO ADAPTATIVO DE UN SISTEMA COMPLEJO

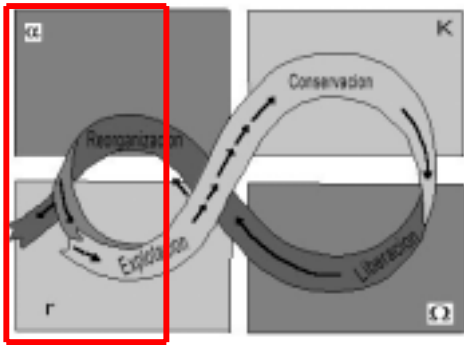


PROPIEDADES DEL CICLO

- **Potencial** para el cambio: Capital acumulado
 - Sistema Ecológico:** biomasa, estructura física, nutrientes
 - Sistema social:** redes de relaciones, amistad, confianza mutua, respeto mutuo
 - Sistema económico:** conocimiento práctico, invenciones, destrezas, capacidad de previsión
- **Conectividad:** cantidad de asociaciones entre elementos y procesos y fuerza de unión entre ellos; grado de control interno sobre la variabilidad exterior
- **Resiliencia:** probabilidad de que ocurran saltos entre estados

PASAJE DE α A r

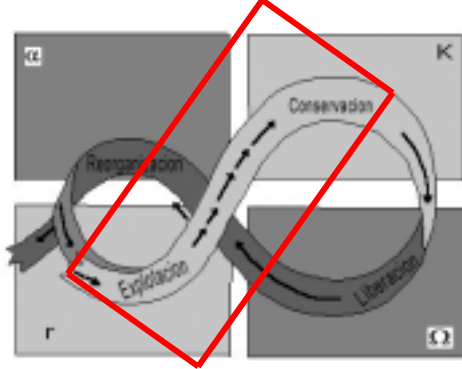
Reorganización a Explotación
Proceso rápido



- ✓ **Puede considerarse el inicio del ciclo**
- ✓ **Disminuyen la biomasa y el potencial**
- ✓ **Algunos recursos acumulados en K se pierden del sistema (drenan)**
- ✓ **Ingresa el legado biótico y sobrevivientes de la fase alfa**
- ✓ **Se establecen especies adaptadas a la variabilidad externa y la incertidumbre (estrategia r)**
- ✓ **Se establecen asociaciones nuevas**
- ✓ **Comienza a aumentar la conectividad**
- ✓ **La influencia de los factores exógenos es alta**

PASAJE DE r A K

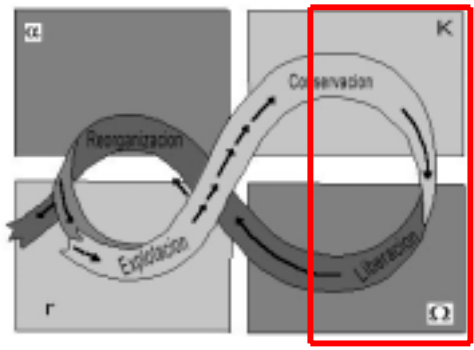
Explotación a Conservación
Proceso lento



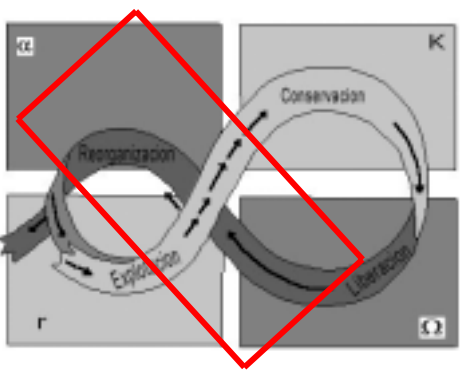
- ✓ **Se prueban las innovaciones y algunas se establecen**
- ✓ **Comienzan a desaparecer las estrategias r y son reemplazadas por la K**
- ✓ **Incrementan la biomasa y el potencial**
- ✓ **Incrementa la conectividad**
- ✓ **Disminuye la resiliencia (se contraen los dominios de atracción)**
- ✓ **Disminuye la influencia de los factores exógenos, incrementa la capacidad de predicción a corto plazo**
- ✓ **El sistema alcanza el máximo de rigidez y de regulación interna, y de vulnerabilidad a eventos exógenos imprevistos**

PASAJE DE K A Ω

Conservación a Liberación
Proceso muy rápido



- ✓ **Se inicia con el colapso del sistema desencadenado por un evento externo**
- ✓ **Se libera gran cantidad de materia = destrucción creativa**
- ✓ **Disminuyen la biomasa y el potencial**
- ✓ **Disminuye la conectividad**
- ✓ **Incrementa la resiliencia**
- ✓ **Incrementa la influencia de los factores exógenos**
- ✓ **El procesos termina cuando los recursos que alimentan en evento imprevisto se agotan**



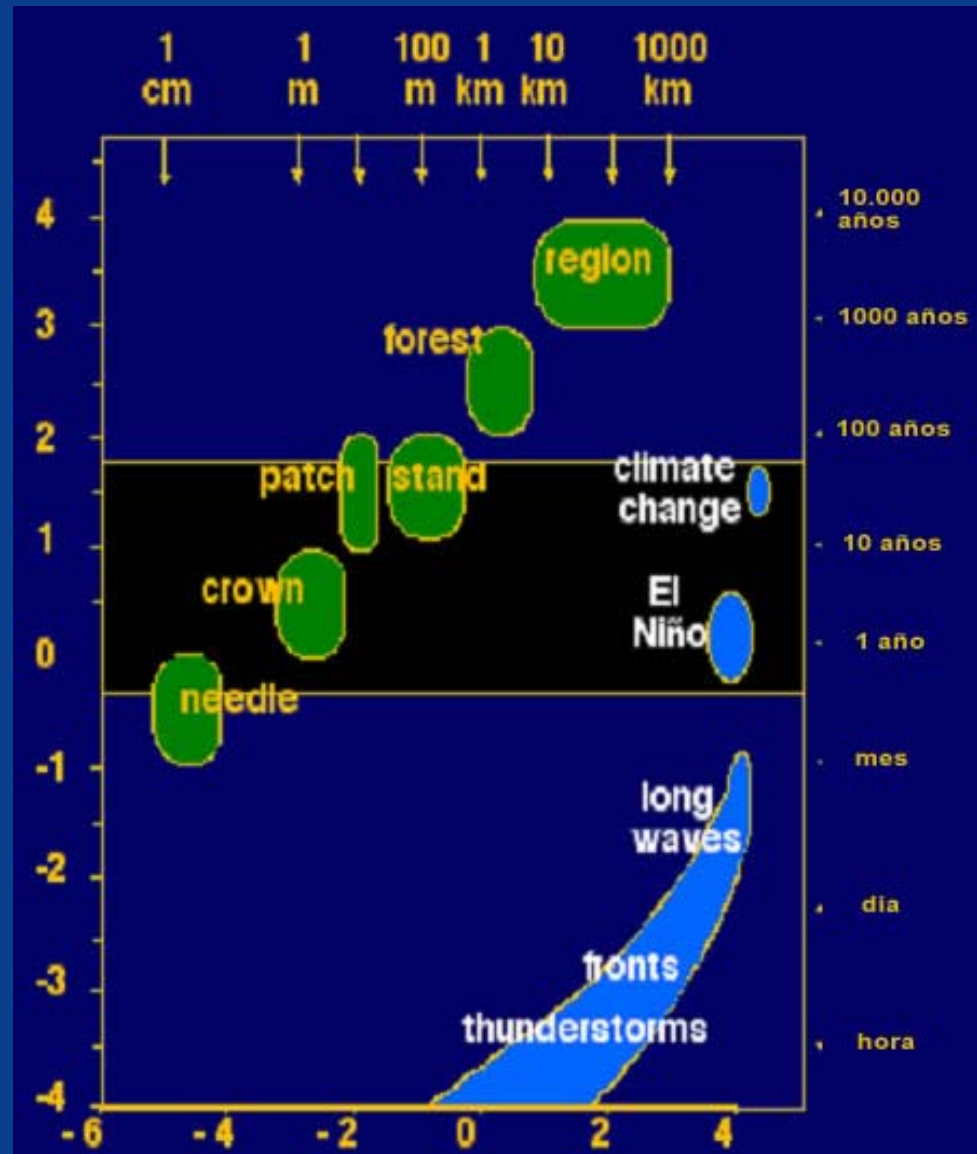
PASAJE DE Ω A α

Liberación a Reorganización
Proceso rápido

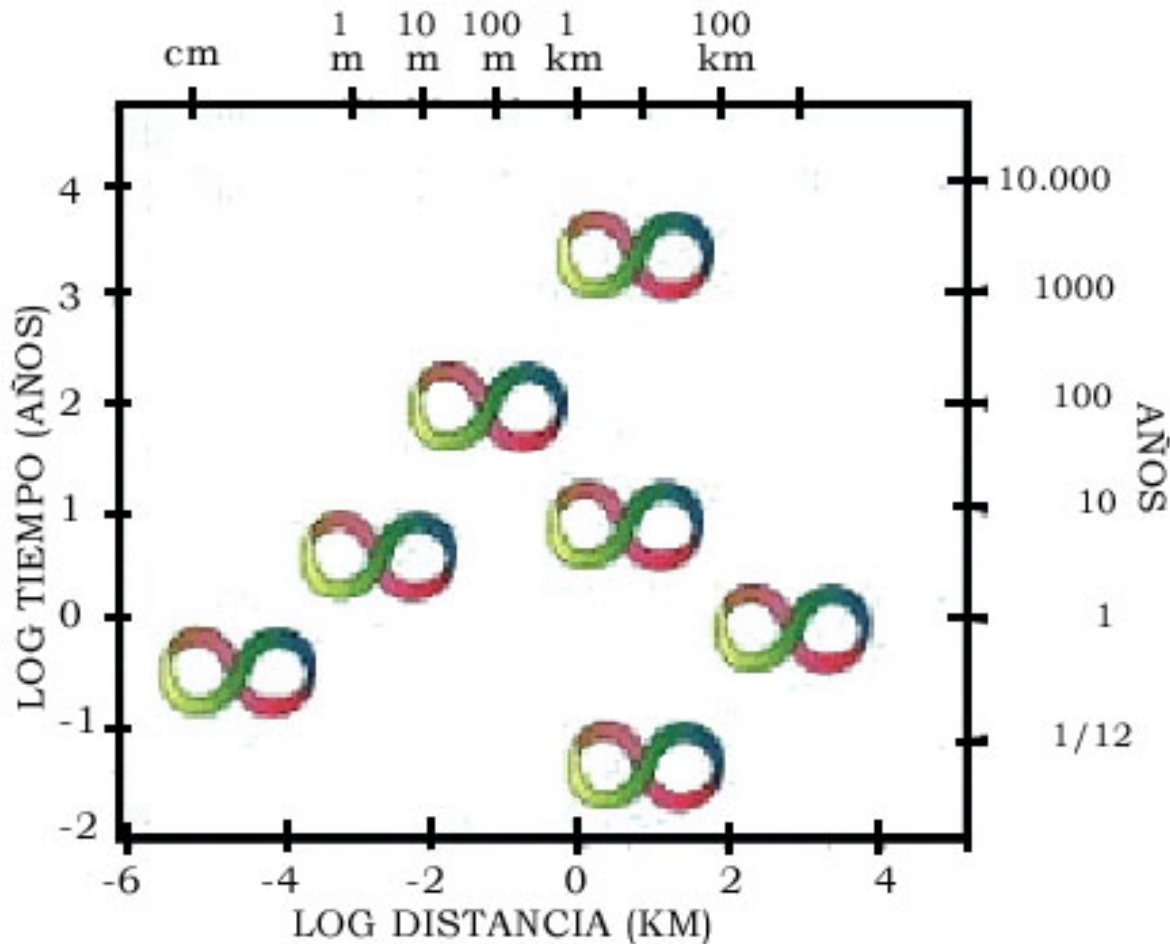
- ✓ **El legado biótico sirve de templete**
- ✓ **Incrementa la incertidumbre**
- ✓ **Incrementan el capital acumulado y el potencial un poco y transitoriamente**
- ✓ **Sigue disminuyendo la conectividad**
- ✓ **Incrementa la resiliencia**
- ✓ **La influencia de los factores exógenos es alta**
- ✓ **Comienza a generarse un escenario para la innovación**
- ✓ **Hay oportunidades para el ingreso de exóticas**

ESTRUCTURA JERÁRQUICA

- Al nivel regional (y a todo nivel) las entidades se organizan como un conjunto interrelacionado
- Cada entidad es a su vez un sistema
- Cada entidad tiene su propio ciclo adaptativo, a las escalas temporal y espacial en que opera



CICLOS ANIDADOS INTEGRADOS

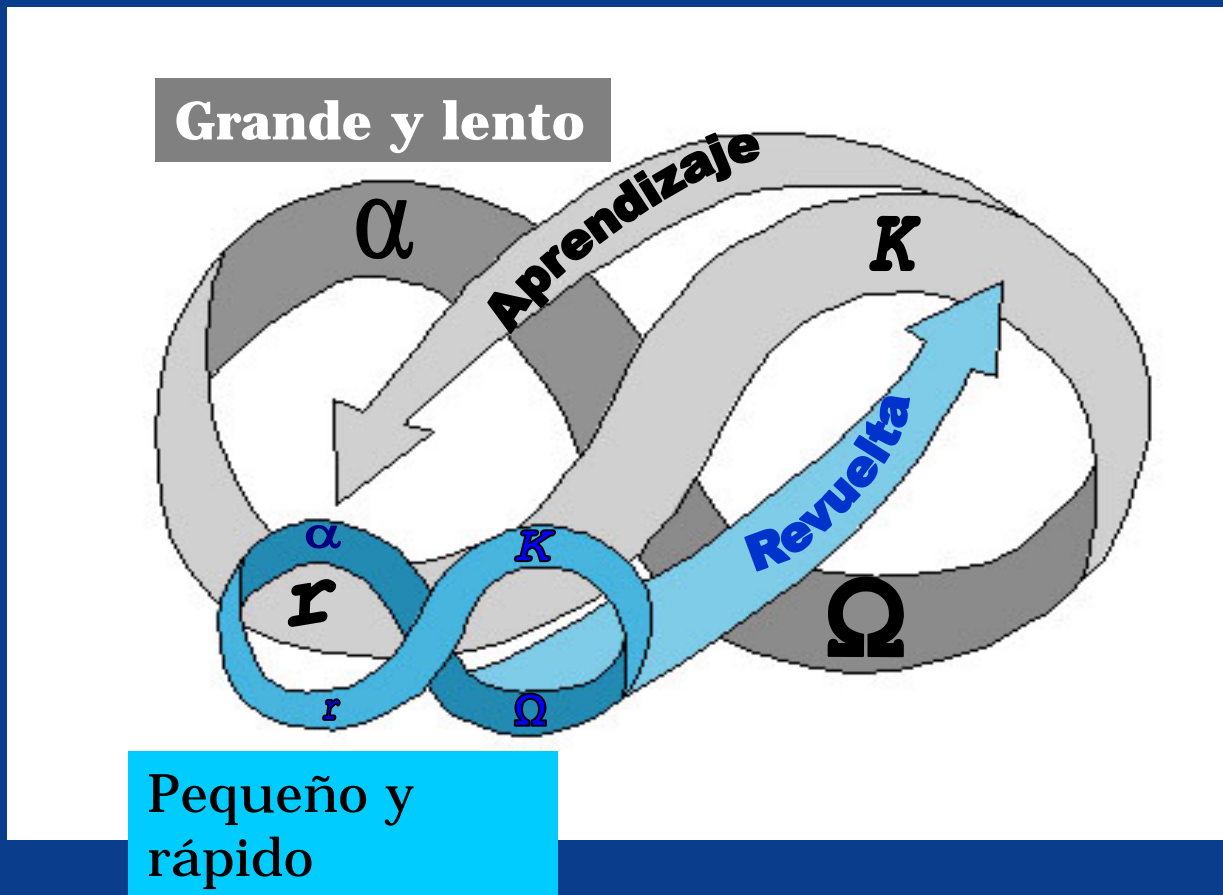


La integración puede ser a través de escalas, horizontalmente en el espacio, o en el tiempo

PANARQUÍA

Conjunto de ciclos adaptativos anidados a través de escalas

Representación esquemática de interacciones entre niveles jerárquicos



- Las interacciones pueden ocurrir entre cualquiera de las etapas
- Las más importantes son **Aprendizaje** (o Memoria) y **Revuelta**

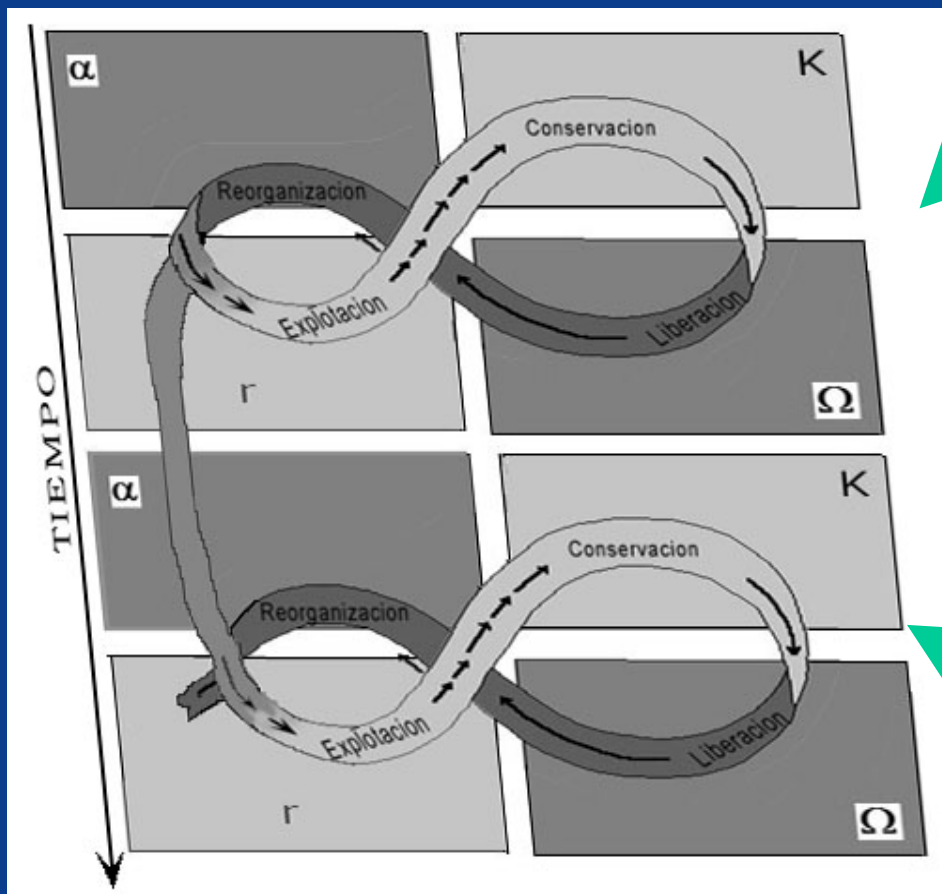
Fuente: Gunderson y Holling, 2002

SISTEMA PASTORIL EN NSW, AUSTRALIA

Sistema socio-ecológico

- Pasturas naturales = pastizales con arbustos dispersos
- Clima semiárido
- Fuego como perturbación natural
- Cría de ovejas para lana
- Arrendamiento de tierras públicas
- Tierras reclamadas por los aborígenes

PRODUCCIÓN DE PASTOS EN NSW, AUSTRALIA



Estado pastizal arbustivo

Sobrepastoreo,
disminución de órganos
reservantes

Estado arbustivo

SISTEMA ECOLÓGICO
Integración en el tiempo

INDICADORES DE RESILIENCIA EN EL SUBSISTEMA ECOLÓGICO

La resiliencia depende del equilibrio vástagos/raíces de los pastos, del que dependen la arbustificación y la posibilidad de incendios

La resiliencia se mide como el alejamiento de dicho equilibrio

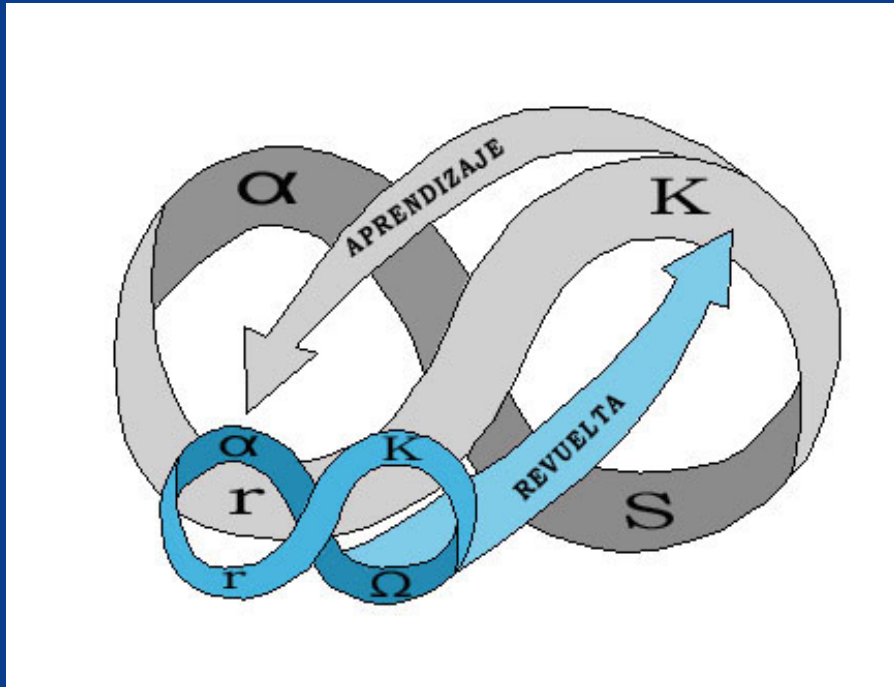
La sustentabilidad ecológica depende del régimen de perturbaciones naturales

El sobrepastoreo altera el equilibrio pastos-arbustos, e interfiere con la frecuencia e intensidad de los incendios

Variable rápida: recambio de parte aérea de los pastos

Variable lenta: crecimiento y recambio de arbustos

PRODUCCIÓN DE LANA EN NSW, AUSTRALIA



Integración de escalas (ciclos en distintos niveles)

CICLO GRANDE Y LENTO
(SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LANA)

SISTEMA PEQUEÑO Y RÁPIDO
(PASTIZAL NATURAL)

El sistema económico colapsa por la influencia de la arbustificación en el momento de disminución del precio de la lana

Se adapta cambiando a la producción de carne de cabra y afecta al ciclo pastizal natural por el aprendizaje

INDICADORES DE RESILIENCIA EN EL SISTEMA PASTORIL

- Las condiciones de arrendamiento eran restrictivas e impidieron la diversificación hacia producción de carbón, venta de carne de canguros o cultivo. Esto redujo la resiliencia a escala generacional
- Las condiciones de mercado determinaron que el cambio a producción de carne caprina se produjera sólo cuando el precio de la lana bajó tanto que no fue posible limpiar los campos de arbustos.

PROPIEDADES DE LOS SISTEMAS COMPLEJOS AUTO-ORGANIZADOS

- **No linealidad**
- **Estructura Panárquica**
- **Causalidad interna**
- **Multiestabilidad**
- **Comportamiento catastrófico**

PRINCIPIOS CIENTÍFICOS Y FILOSÓFICOS APLICADOS AL MANEJO DEL MEDIO AMBIENTE

- Considerar varias hipótesis verosímiles
- Considerar varias posibles estrategias; favorecer las acciones que son robustas a las incertidumbres
- Aceptar que lo que se va a hacer puede ser un error.
- Favorecer acciones que son informativas
- Probar y experimentar
- Monitorear los resultados
- Actualizar las evaluaciones y modificar las normativas de acuerdo a ello
- Favorecer acciones que son reversibles
- Solicitar toda la información posible de todos los beneficiarios.

Autora de esta presentación

Silvia Diana Matteucci

**Grupo de Ecología del Paisaje y
Medio Ambiente (GEPAMA)**

smatt@gepama.com.ar

<http://www.gepama.com.ar/matteucci/index.htm>

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Bormann, F.H. y E. Likens. 1979. Pattern and process in a forested ecosystem. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin.
- Carpenter, S.; B. Walker; J.M. Anderies Y N. Abel. 2001. From metaphor to measurement: resilience of what to what? *Ecosystems* 4: 765-781
- GUNDERSON, L.H. y 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
- Matteucci, S.D; A. Colma y L. Pla. 1977. Informe preliminar sobre el relevamiento ecológico de la zona semiárida de Falcón. Publicaciones del Departamento de Investigación del Instituto Tecnológico de Coro, Venezuela.
- Primm, S.L. 1984. The complexity and stability of ecosystems. *Nature* 307: 321-326

RESILIENCIA

INGENIERIL

Capacidad del sistema para resistir una perturbación.

Se mide como la tasa a la cual retorna al equilibrio después de la perturbación

(Primm, 1984)

Estabilidad alrededor del dominio de atracción

Eficiencia de la función

Constancia

Previsible

ECOLÓGICA

Capacidad del sistema de persistir ante una perturbación

Se mide por la magnitud de la perturbación en el límite de persistencia en un dominio de atracción dado.

(Gunderson y Holling, 2001)

Estabilidad en el límite del dominio de atracción

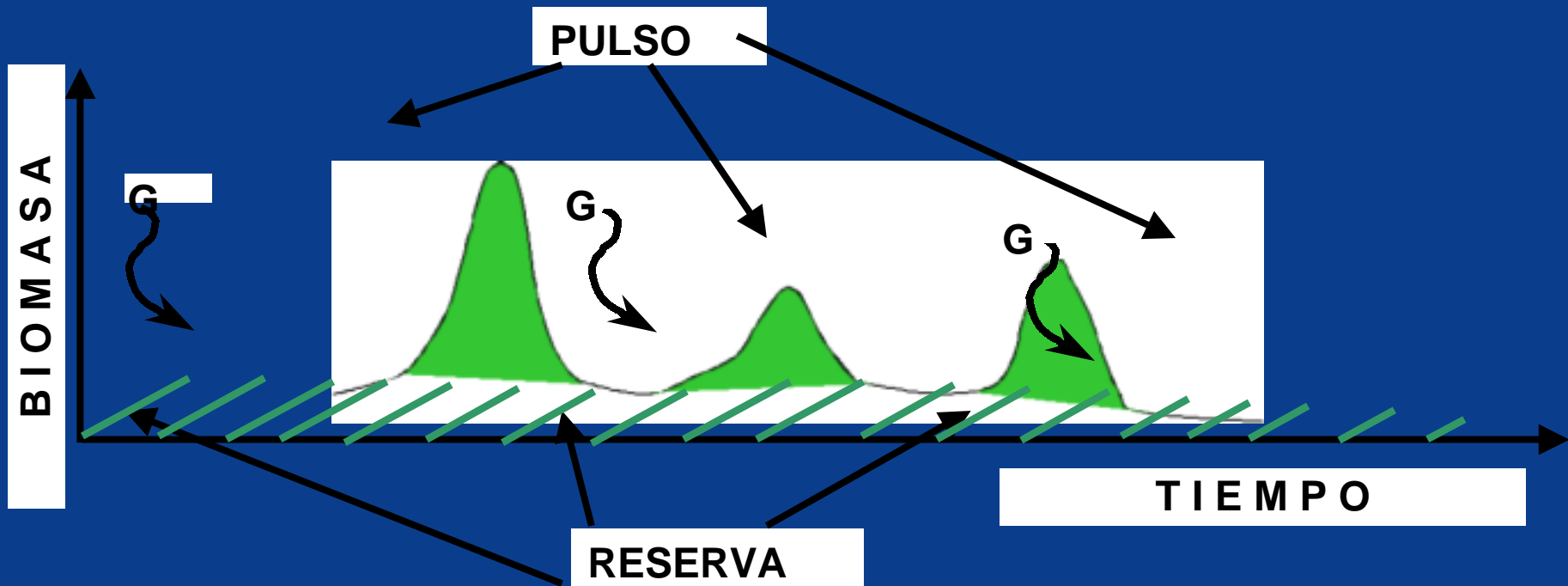
Persistencia de la función

Cambio

Imprevisible



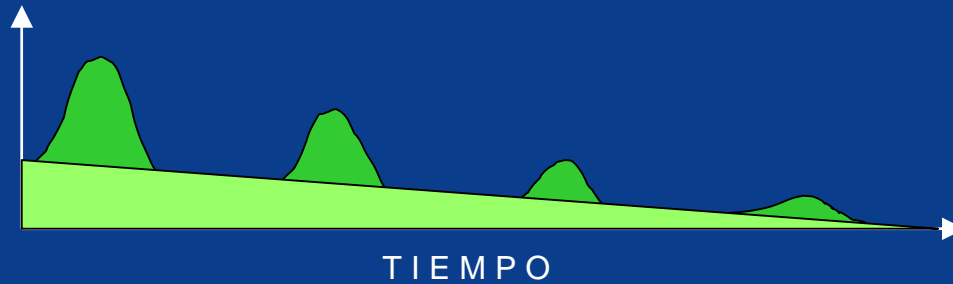
SISTEMA PULSO RESERVA



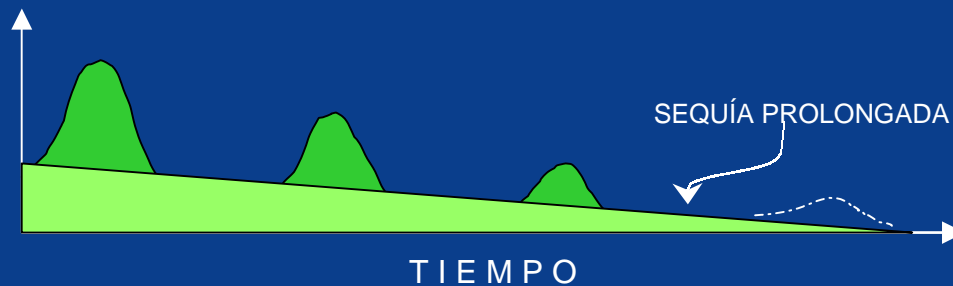
Fuente: Matteucci et al., 1977



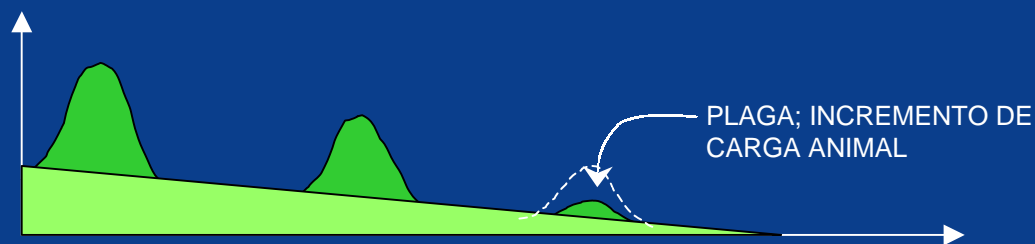
IMPACTO DE FACTORES EXÓGENOS SOBRE UN SISTEMA PULSO-RESERVA



SOBREPASTOREO CONTINUADO



SOBREPASTOREO CONTINUADO MÁS UN EVENTO CASUAL ACTUANDO EN EL PERÍODO DE REPOSO



SOBREPASTOREO CONTINUADO MÁS UN EVENTO CASUAL ACTUANDO SOBRE LA BIOMASA ACTIVA



RESERVA



BIOMASA ACTIVA

Fuente: Matteucci et al, 1977



COMPONENTES DE LA RESILIENCIA

- Cantidad de cambio que el sistema puede sufrir sin cambiar de dominio de atracción (.: valor de la fuerza extrínseca que soporta el sistema)
- Grado de la capacidad de auto-organización (con fuerzas internas)
- Grado de capacidad de aprendizaje y adaptación (=capacidad adaptativa).



PROPIEDADES CLAVE DE LOS ECOSISTEMAS

- Cambios episódicos, donde períodos de cambios rápidos alternan con otros lentos
- Los atributos espaciales no son uniformes ni escala-independientes → grumosos
- No tienen un equilibrio con control homeostático, sino equilibrios múltiples que definen estados funcionales diferentes



CONSECUENCIAS DEL MANEJO

- Las políticas de manejo que aplican reglas fijas para conseguir rendimientos constantes causan la pérdida de resiliencia del sistema.

