

Dinámica de Sistemas

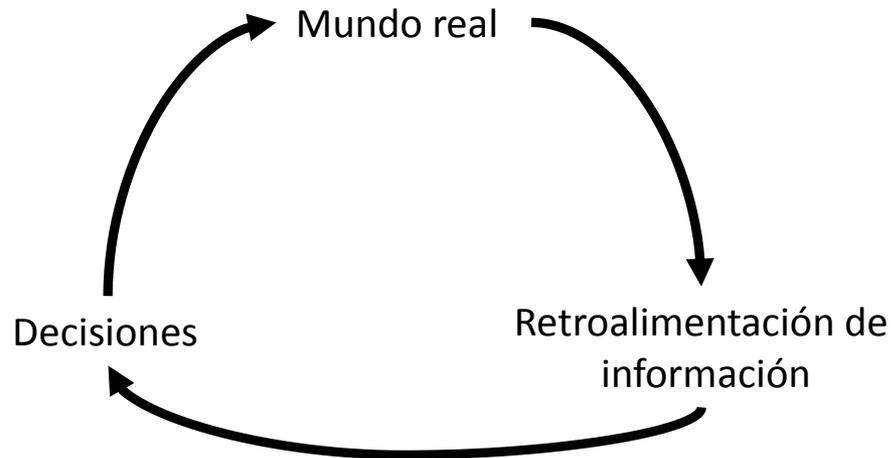
Sesión II

Daniel Castillo
Universidad Javeriana

Antigua (Guatemala) Marzo 27, 2014

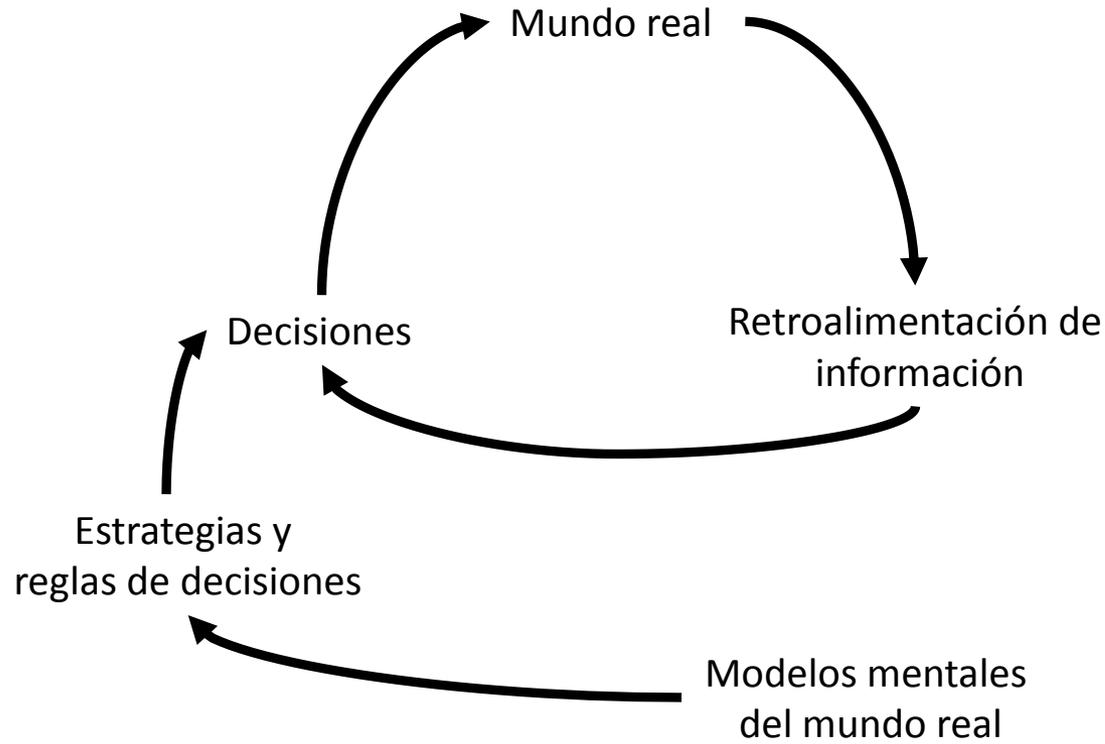
El proceso de modelamiento

- El aprendizaje como un proceso de retroalimentación



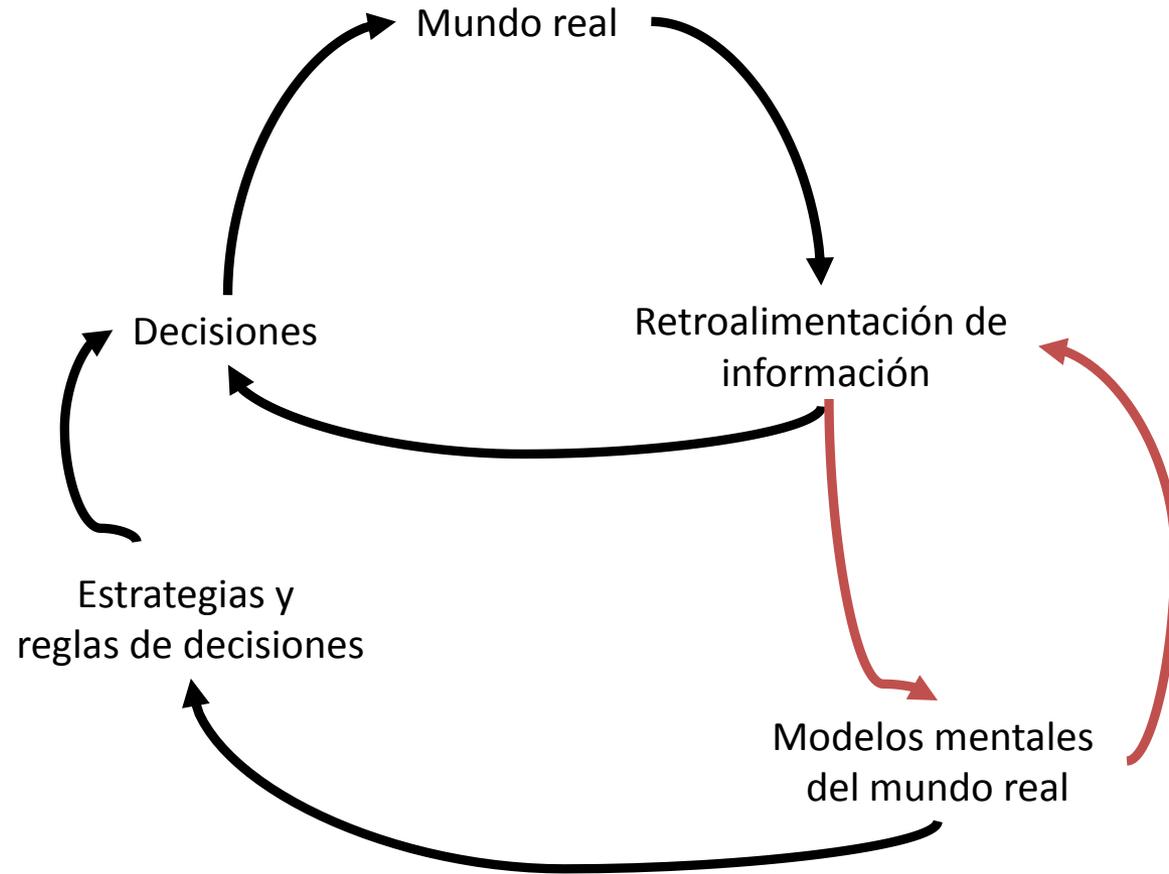
Pero...

La retroalimentación del mundo real NO es el único insumo para nuestras decisiones



Las decisiones obedecen a políticas que están condicionadas por estructuras institucionales, estrategias organizacionales y normas culturales, que a su vez están gobernadas por modelos mentales.

Si los modelos mentales permanecen estáticos entonces el aprendizaje es de **CICLO SIMPLE**.



Aprendizaje de **DOBLE CICLO**:

La retroalimentación del mundo real no solo altera nuestras decisiones sino nuestros modelos mentales

1. ARTICULACION DEL PROBLEMA

- Selección del tema: ¿Cuál es el problema?
¿Porqué es un problema?
- Variables importantes: ¿Cuales son y que conceptos debemos tener en cuenta?
- Horizonte de tiempo: ¿Qué tan lejos en el futuro hay que mirar y que tan lejos en el pasado para encontrar las raíces del problema?
- Definición dinámica del problema: Comparación histórica de las variables clave. Y, cuál puede ser su comportamiento en el futuro.
COMPORTAMIENTO DE REFERENCIA

2. FORMULACION DE UNA HIPOTESIS DINAMICA

- Generación de una hipótesis inicial:

¿Cuáles son las teorías actuales acerca del comportamiento del problema?

- Enfoque endógeno:

Encontrar una estructura causal que genere el comportamiento discutido en el paso 1

- Mapear:

Diagramas de límites del sistema

Diagramas de subsistemas

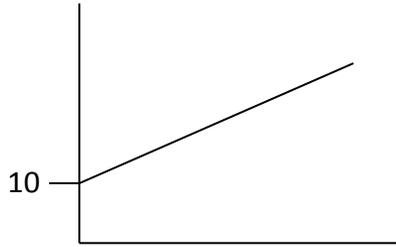
Diagramas causales

Diagramas de niveles y flujos

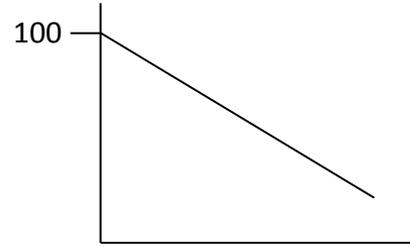
3. FORMULACION DE UN MODELO DE SIMULACION

- Reglas de decisión
- Como son las relaciones entre las variables (lineales, no-lineales)
- Condiciones iniciales
- Estimación de parámetros:
 - Uno a la vez
 - Estar preparado para lidiar con amplios rangos de incertidumbre.
 - Para saber cuanto esfuerzo hay que invertir, hay que saber que tan sensible es el modelo al parámetro. (Análisis de sensibilidad)
 - Fuentes de información: Reportes técnicos, literatura científica, cabezas de las personas y observaciones de campo

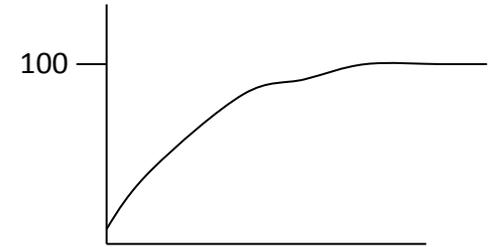
- Como son las relaciones entre las variables (lineales, no-lineales)



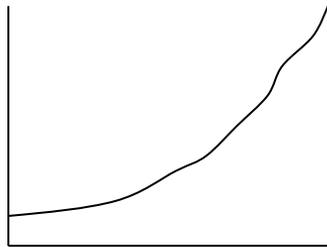
$$y = a + bx, a = 10$$



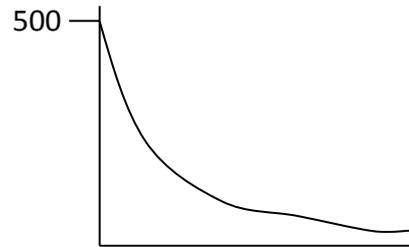
$$y = a - bx, a = 100$$



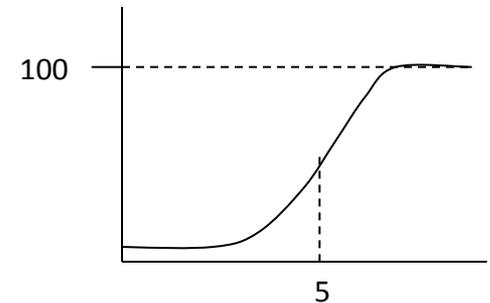
$$y = \frac{ax}{b+x}, a = 100$$



$$y = ae^{bx}$$

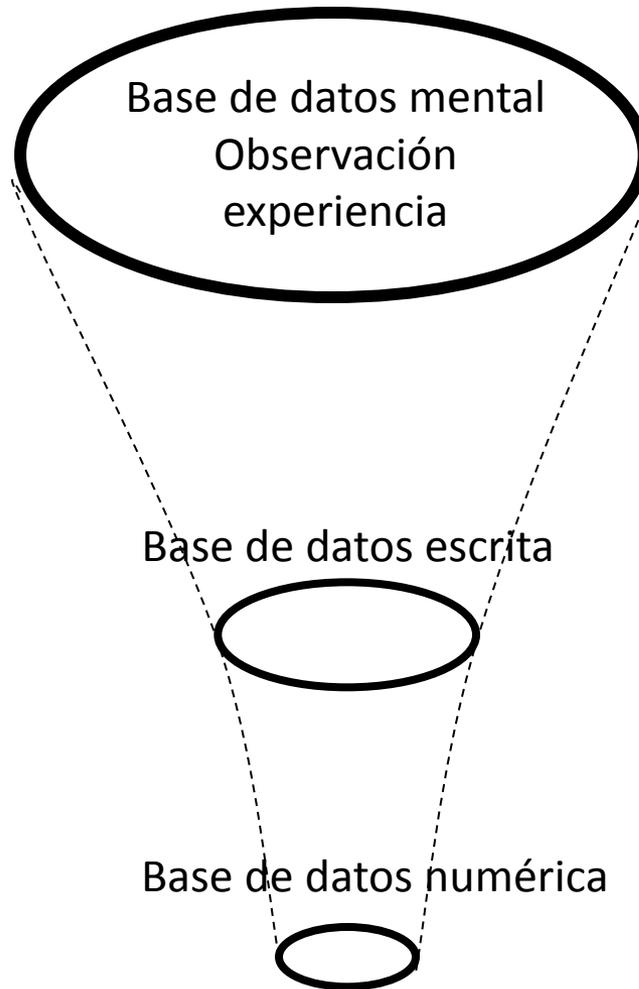


$$y = ae^{-bx}, a = 500$$



$$y = ?$$

• Fuentes de información



• Fuentes de información

Información cualitativa

“Omitir estructuras o variables importantes debido a que no hay disponibilidad de datos numéricos es realmente menos científico y menos exacto que usar el mejor juicio personal para estimar sus valores”
Stermán, 2000

Herramientas para recolectar información

- Entrevistas
- Historias orales
- Grupos focales
- Observación
- Observación participante
- Aproximaciones experimentales (juegos de rol, economía experimental)
- Talleres de modelamiento (Modelamiento participativo y de mediación)
- Herramientas de Diagnóstico Rural Participativo (DRP)
- Hermenéutica (encontrar significados y como se conectan a las expresiones culturales: textos, conversaciones, videos o imágenes)

4. VALIDACION DEL MODELO

- Comparación de las simulaciones con los comportamientos de referencia de acuerdo al propósito del modelo.
- ¿Es el modelo ROBUSTO bajo condiciones extremas?
es decir, ¿ Se comporta en forma realista y coherente?
- Análisis de sensibilidad

Como se comporta el modelo:

dado el grado de incertidumbre en los parámetros,
condiciones iniciales,
limites
y nivel de agregación

- Muchas otras pruebas.
- Barlas, Y. 1996. Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. System Dynamics Review. Vol 12, no. 3
- Sterman, J. 2000. Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw-Hill Higher Education.

5a. EVALUACIÓN Y DISEÑO DE POLITICAS

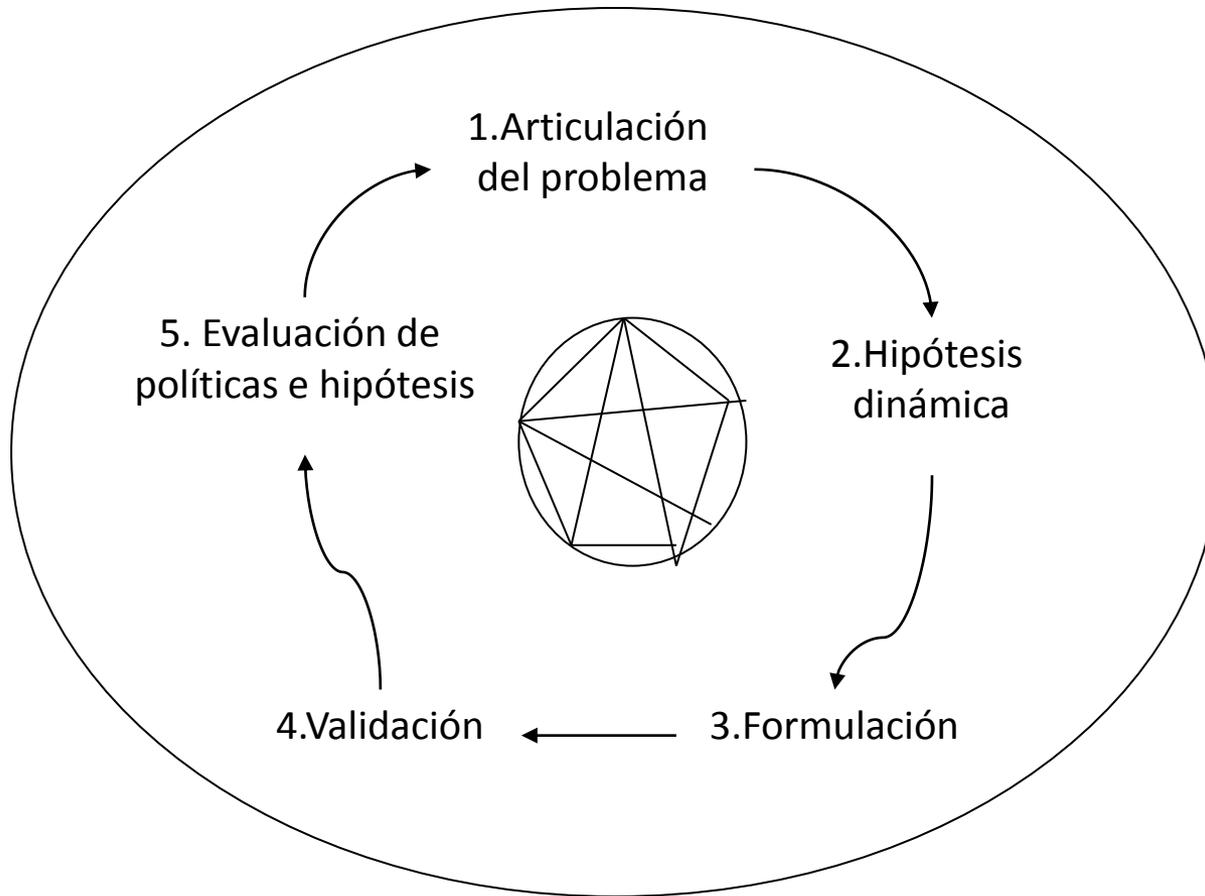
- Diseño de políticas:
 - ¿Qué reglas de decisión, estrategias, políticas y estructuras pueden ser implementadas en el mundo real?
 - ¿Cómo pueden ser representadas en el modelo?

- Construcción de escenarios:
 - “Que pasaria si...”. Efectos de las políticas

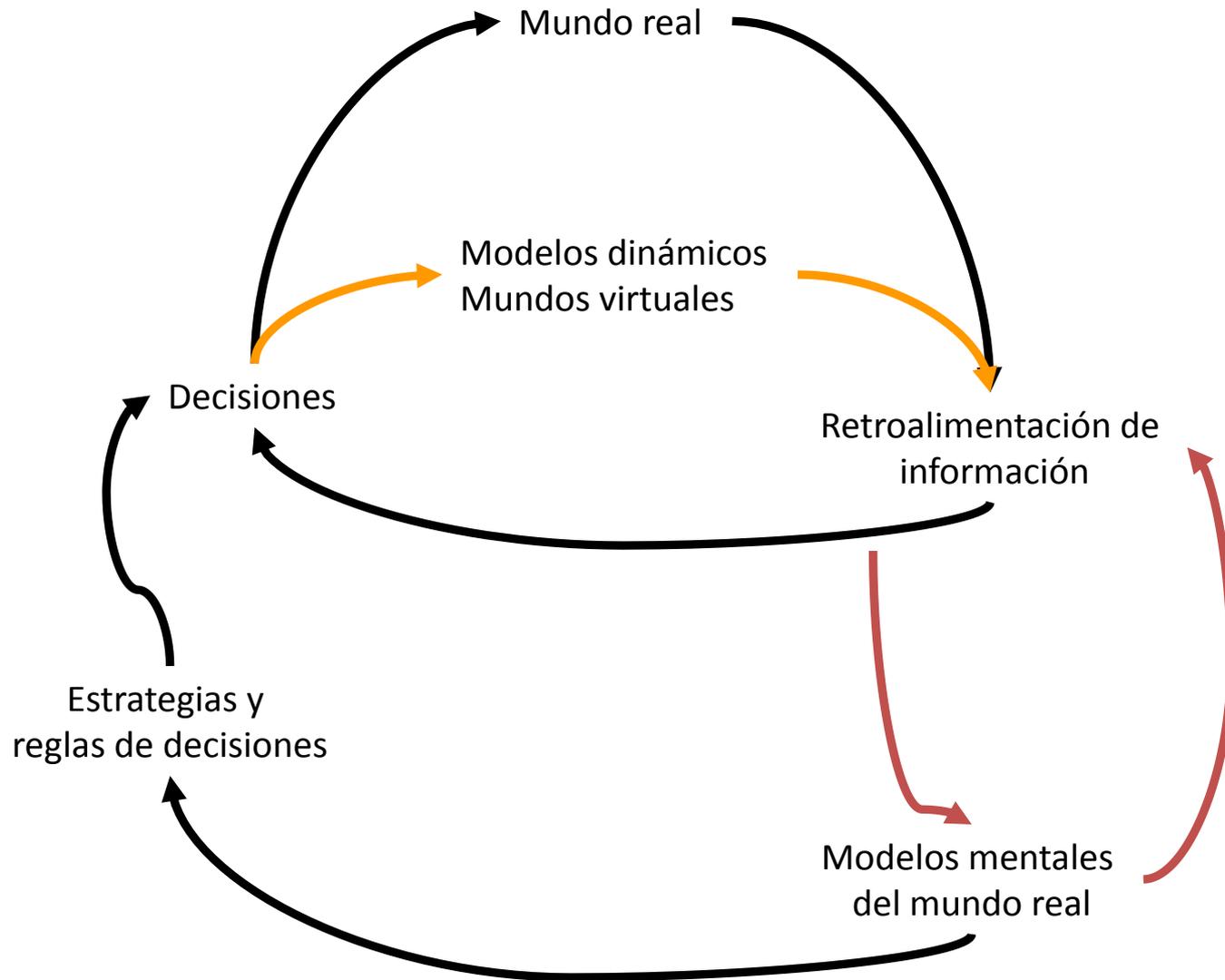
- Análisis de sensibilidad de las políticas:
 - ¿Qué tan robustas son las recomendaciones de manejo bajo diferentes escenarios y dados los grados de incertidumbre de los parámetros?

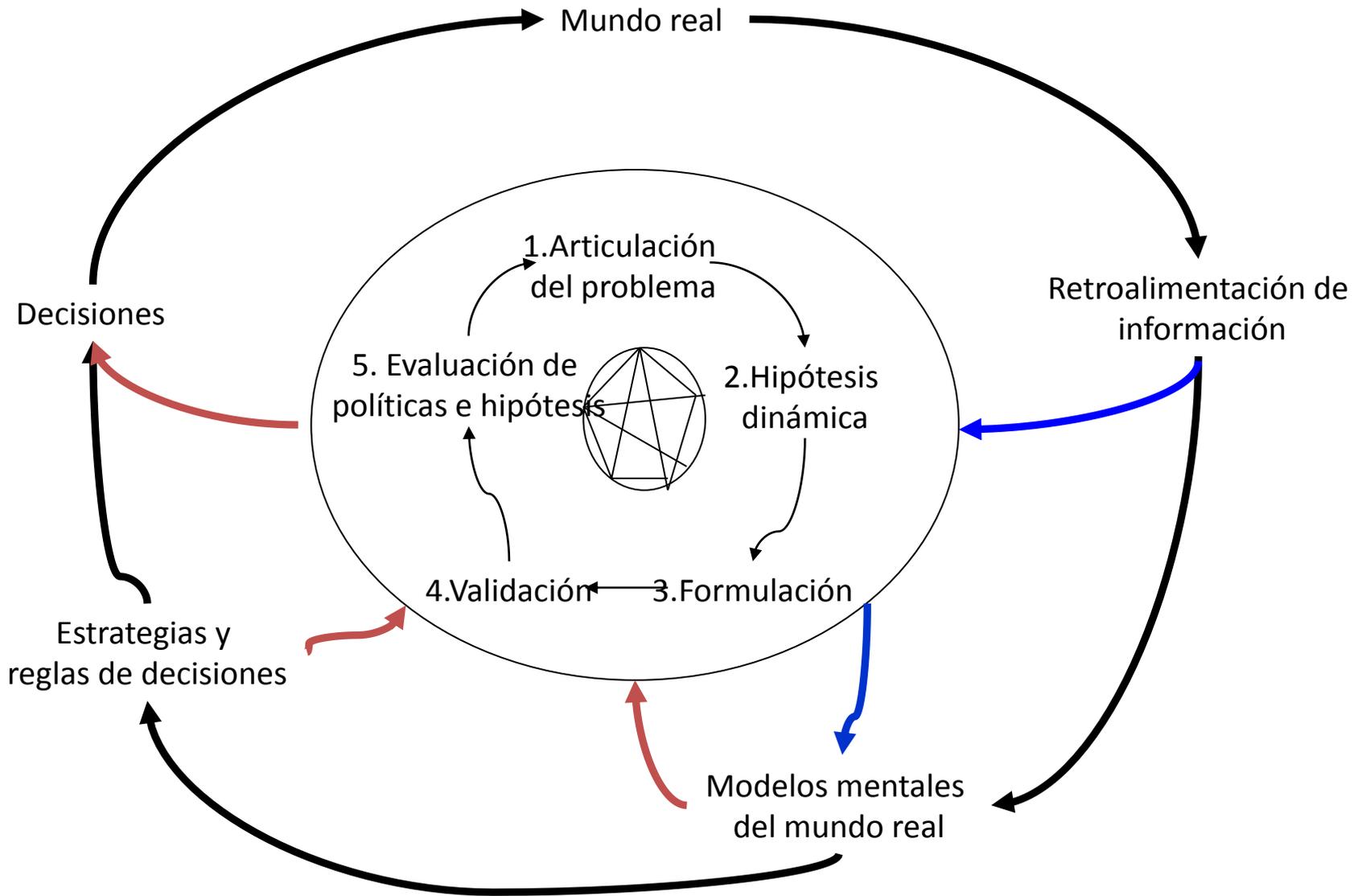
- Interacción de políticas:
 - ¿Cómo interactúan las políticas?
 - ¿Hay sinergias útiles o perjudiciales, o respuestas compensatorias?

EL PROCESO DE MODELAMIENTO ES ITERATIVO



EL MODELAMIENTO Y EL APRENDIZAJE DE DOBLE CICLO





Validación de modelos

4. VALIDACION DEL MODELO

- Comparación de las simulaciones con los comportamientos de referencia de acuerdo al propósito del modelo.
- ¿Es el modelo ROBUSTO bajo condiciones extremas?
es decir, ¿ Se comporta en forma realista y coherentemente?
- Análisis de sensibilidad

Como se comporta el modelo:

dado el grado de incertidumbre en los parámetros,
condiciones iniciales,
limites
y nivel de agregación

- Muchas otras pruebas.

Validación : algo que tiene que ver con la relación entre el modelo y la realidad

Verificación : estar seguro de que las ecuaciones no tengan errores y reflejen nuestro modelo conceptual

Validez : ¿ responde el modelo a una adecuada representación de la realidad **de acuerdo a mi objetivo?**

ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL PROCESO DE VALIDACION

1. Carácter INFORMAL de la validación
2. Tipos de validación según la clase de modelos
3. Aspectos filosóficos de la validación
4. Aspectos FORMALES de la validación

1. Carácter INFORMAL de la validación

- Proceso NO técnico, informal, NO cuantitativo y NO objetivo

1. Utilidad y propósito del modelo y de la validez de ese propósito
2. Proceso distribuido y prolongado
Construcción de confianza
3. Filosofía de la ciencia. No se clasifican los modelos como “verdaderos” o “falsos”, sino que se evalúan según un continuo de utilidad.

2. Tipos de validación según la clase de modelos

Tipos de modelos:

físicos vs simbólicos, dinámicos vs estáticos, determinísticos vs estocásticos, etc.

Distinción crucial:

Puramente correlacionales
(orientados hacia la generación
de datos, “black box”, opacos)



Clasico problema de correlación
estadística

Causales - descriptivos
(teorías “white box”,
transparentes)



Validez de la estructura interna
del modelo



Producir el comportamiento
adecuado y explicar como fue
generado

3. Aspectos filosóficos de la validación

Un modelo de dinámica de sistemas (DS) puede ser rechazado si se puede mostrar que una relación en el modelo entra en conflicto con una “relación real” incluso si el comportamiento del modelo coincide con el del observado en el sistema real.

Reduccionismo o positivismo

- Modelo: Representación objetiva del sistema real
- Validez = Precisión
- “correcto” y “falso”

Relativismo y holismo

- Modelo: una posibilidad de representar un sistema real
- Visión del mundo del constructor
- Validez :: Utilidad

1. Validez de un modelo de DS = Validez de su estructura interna
2. La validación NO puede ser enteramente objetiva, formal y cuantitativa

4. Aspectos formales de la validación

IIINICIO DEL
PROCESO
DE
MODELAMIENTO

Pruebas estructurales directas

- a) Pruebas empíricas
 - Confirmación estructural
 - Confirmación de parámetros
- b) Pruebas teóricas
 - Confirmación estructural
 - Confirmación de parámetros
 - Prueba directa de condiciones extremas
 - Consistencia de dimensiones
- c) Otras pruebas

Validez
estructural

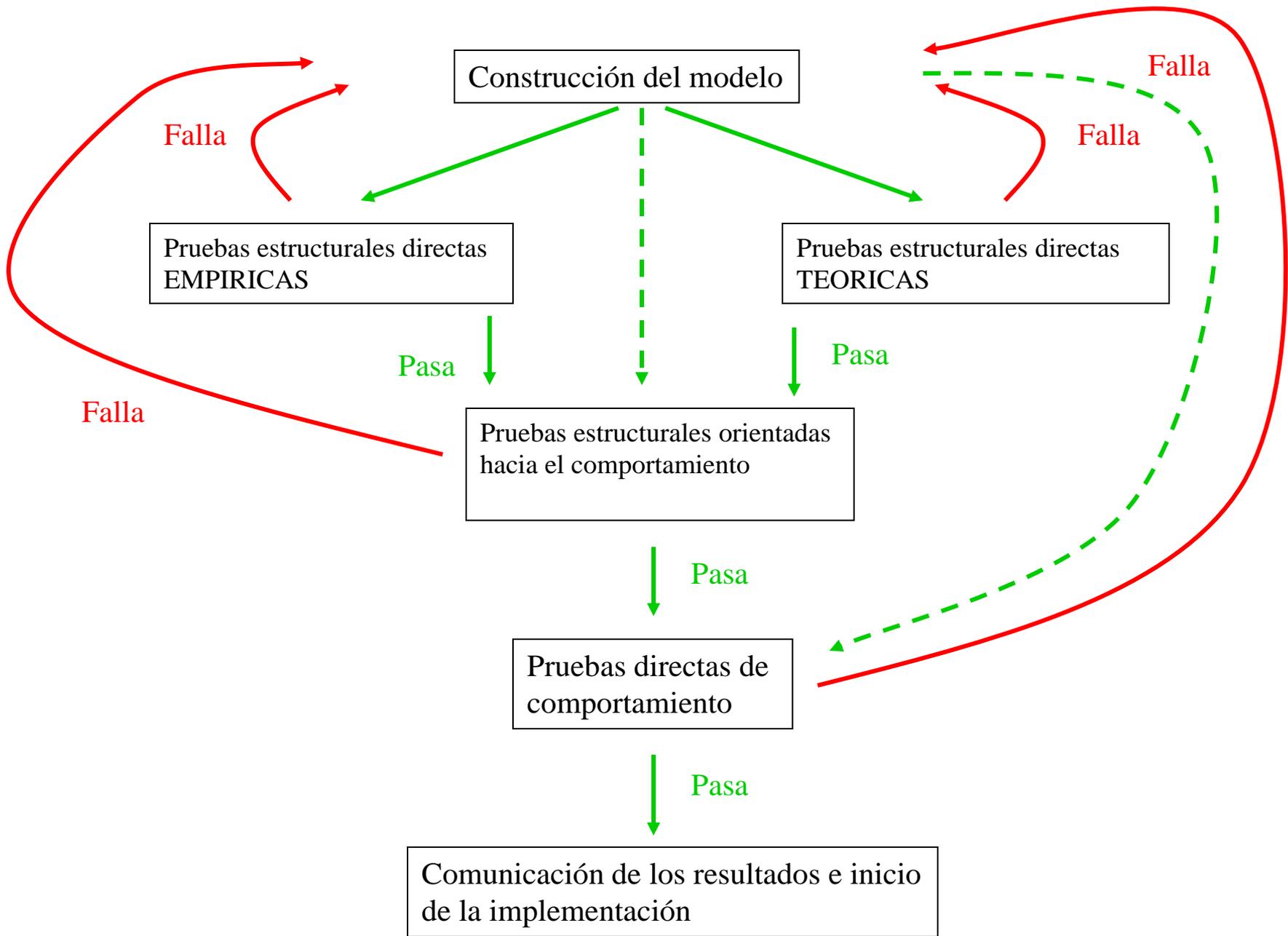
Objetivo del modelo
(Identificación del problema)

Pruebas estructurales orientadas hacia el comportamiento

- Condiciones extremas
- Sensibilidad
- Suficiencia de límites
- Relaciones de fase
- Confirmación con expertos

Pruebas directas de
comportamiento

Validez del
comportamiento



5. Conclusiones

1. Fundamental: Validez estructural, y se debe dedicar mucha atención a las **Pruebas estructurales orientadas hacia el**

comportamiento

2. Reto:

Diseñar procedimientos de validación cuantitativos/formales al mismo tiempo que se conserva la perspectiva filosófica de este tipo de modelamiento

3. La validación de modelos es un proceso gradual de “construcción de confianza” mas que una lógica de modelos correctos o incorrectos.

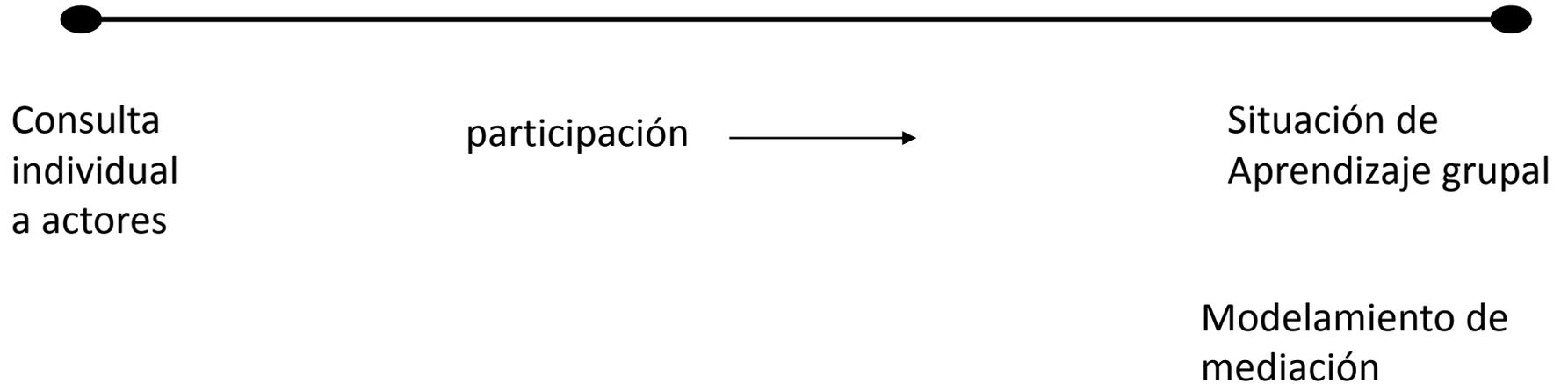
4. Generación del comportamiento correcto por las razones correctas

5. Siempre hay que tener presente que un modelo es ficción

Aproximaciones participativas:

- Group model building (modelamiento en grupo)
- Modelamiento de mediación
- Companion modeling (ComMod)

Modelamiento participativo



Espectro del modelamiento

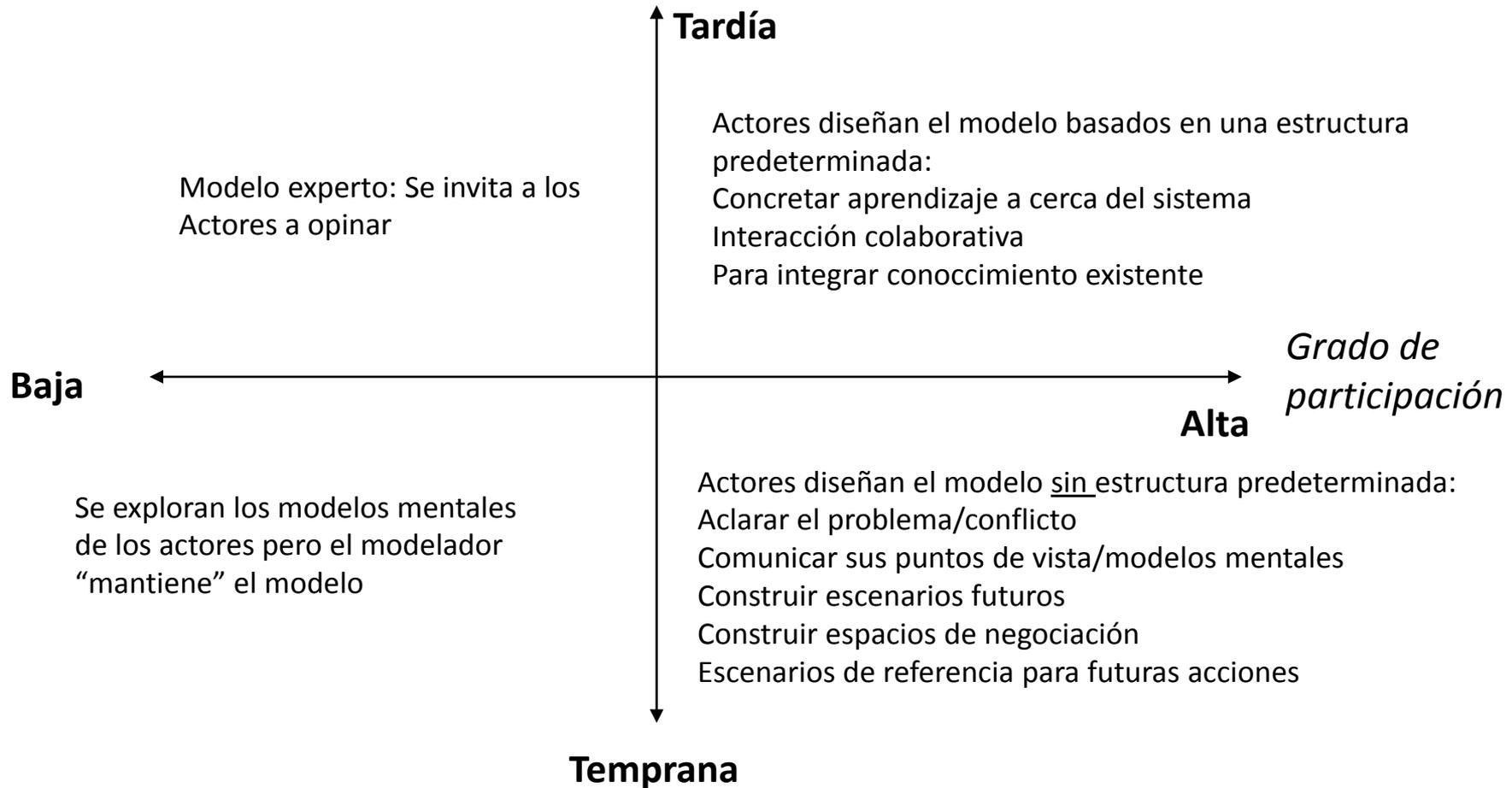
Toda forma de representación de la realidad es un modelo



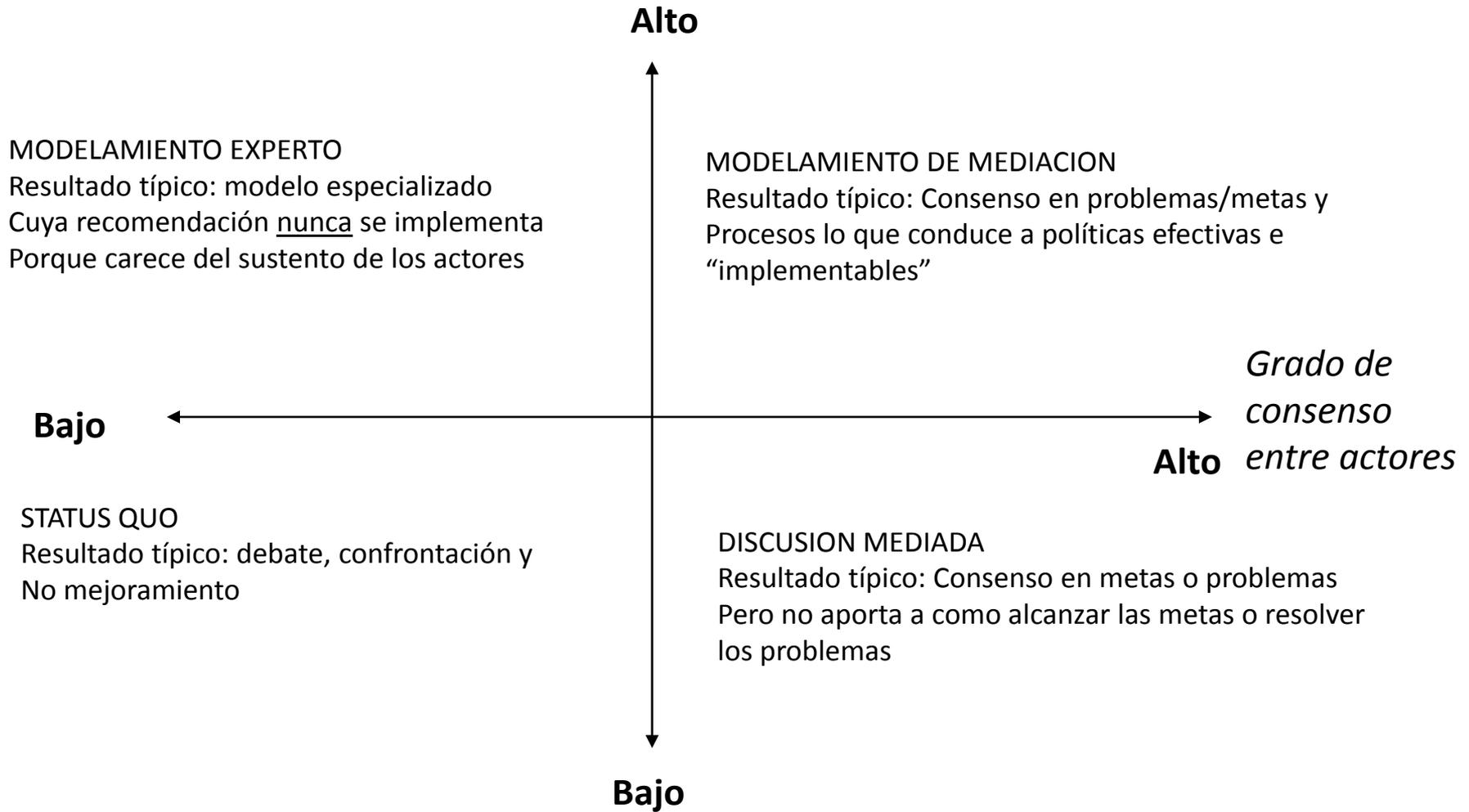
Diagnóstico Rural
Participativo

Aproximaciones
Basadas en
Simulaciones
computacionales

Momento de la participación



Grado de entendimiento de la dinámica del sistema



Ethical issues

- Post-game effects:
 - Impacts in a community
 - Impacts in a household
 - Impacts for a participant (moral luck – moral hazard)
- Risks for participants:
 - Physical
 - Psychological or emotional (moral luck – moral hazard)
 - Economic
 - Gains and losses (avoid net losses)
 - Time: opportunity cost of participating

Inspiring by systems dynamics approach

- Importance of the **feedback** in systems dynamics complexity
- **Stock and flow** dynamics
- **Mental models** of CPR' users are central for decision making
- **Systemic conception** of natural resources use and management
- **Representations** (models) of systems are useful to understand and improve decisions in complex dynamical systems
- **Collective modeling** (Group Model Building)

Definición de un problema desde la perspectiva de la dinámica de sistemas

1. El problema general a abordar (TIEMPO)

Motivación (¿resistencia a las políticas?)

Comportamiento de referencia (Reference mode)

Variables con las cuales se puede describir el problema a través del tiempo

2. Variables relevantes del problema

Fuentes de información

3. Hipótesis dinámica

Estructura(s) causales (Diagramas causales) que podrían explicar el comportamiento en el tiempo del sistema.

4. Horizonte de tiempo

5. Objetivo del modelo

¿Para qué un modelo dinámico?

Pregunta (s) a resolver

LA HIPÓTESIS DINÁMICA



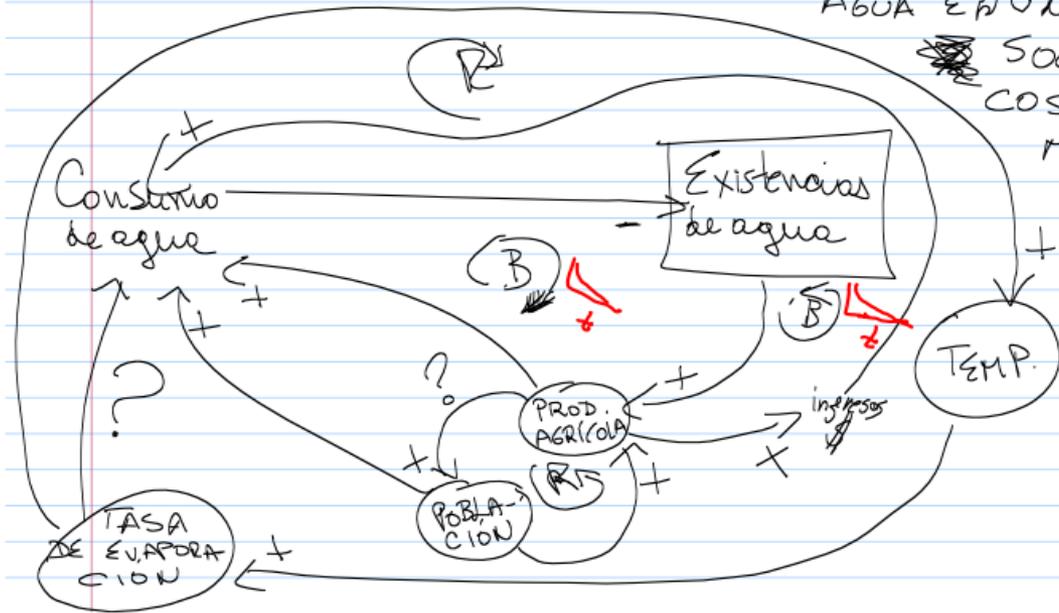
UNA HIPÓTESIS DINÁMICA SOBRE EXISTENCIAS DE

Título de la nota

26/08/2010

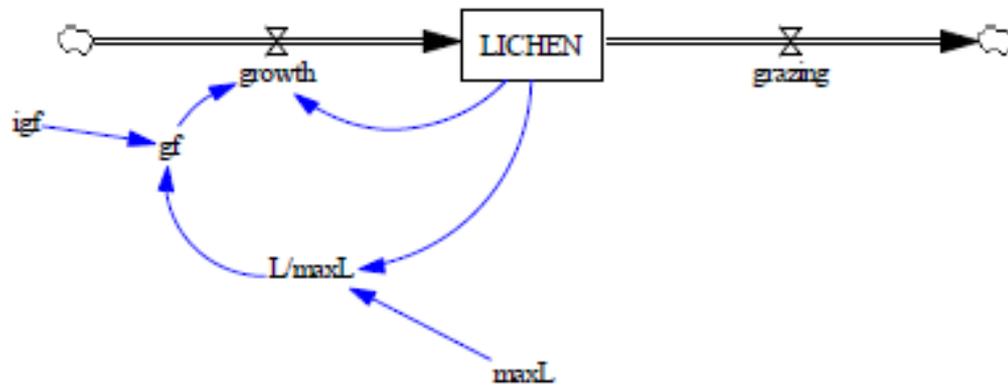
AGUA EN UN

~~SOCIOE-~~
COSISTE-
MA

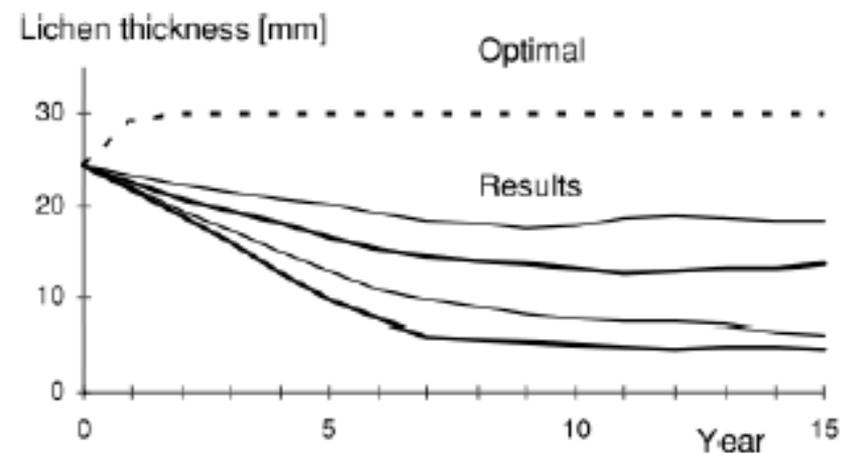
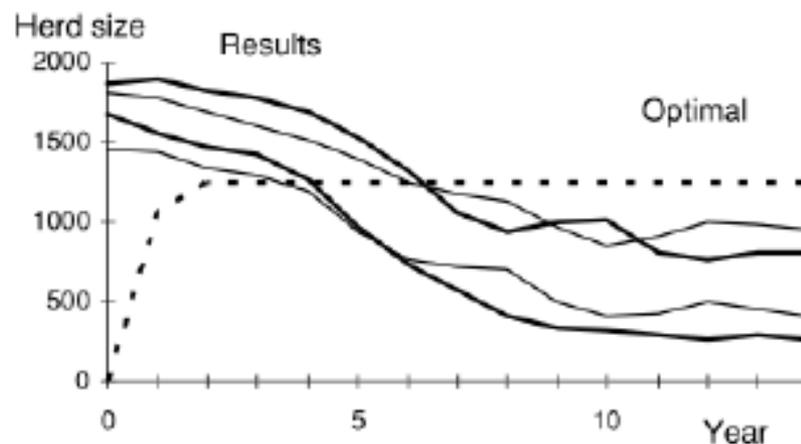
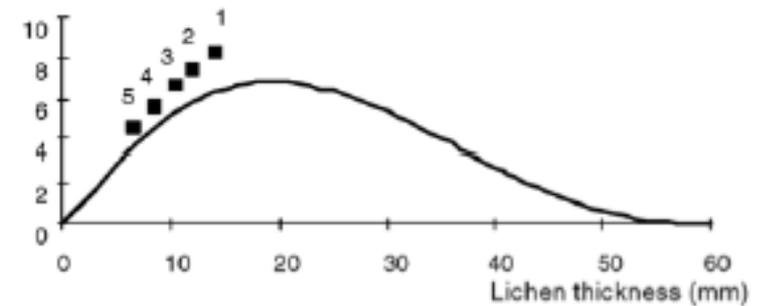


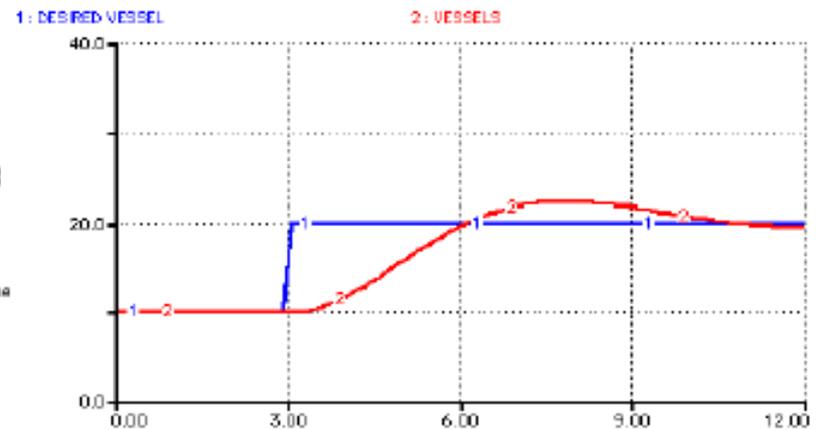
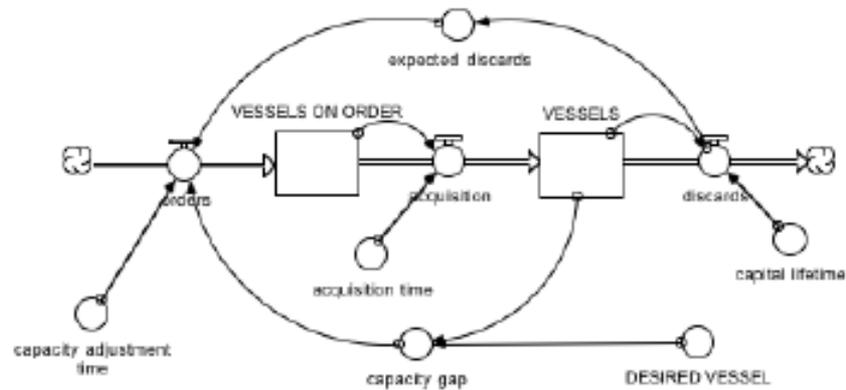
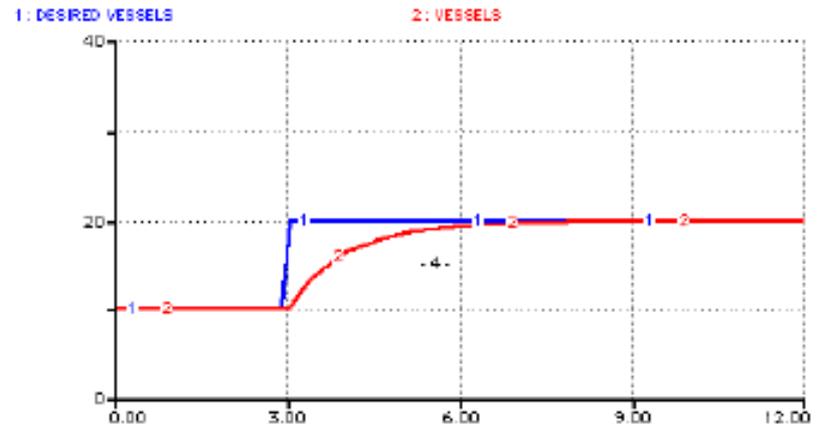
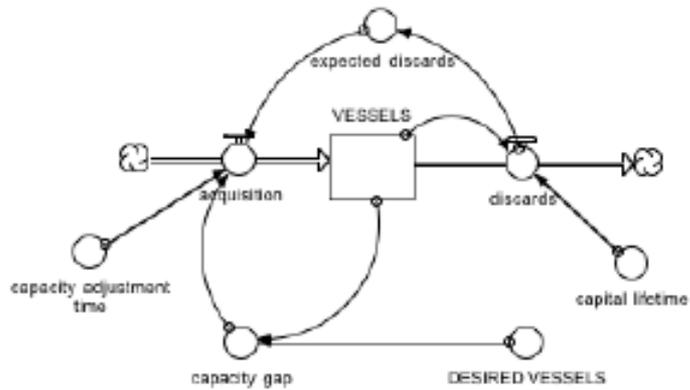
Algunos ejemplos de uso de dinámica de sistemas

- Lichen grazing simulator:



Consumption and growth (mm/year)

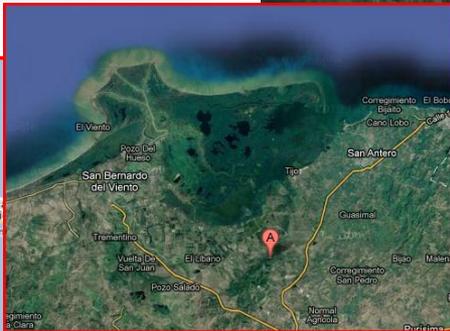
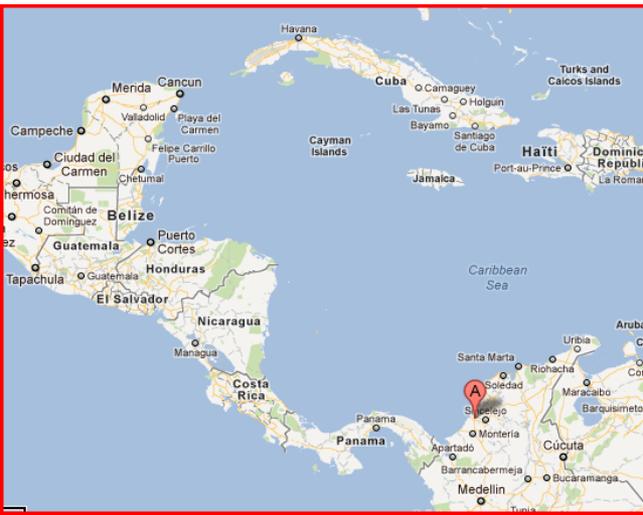
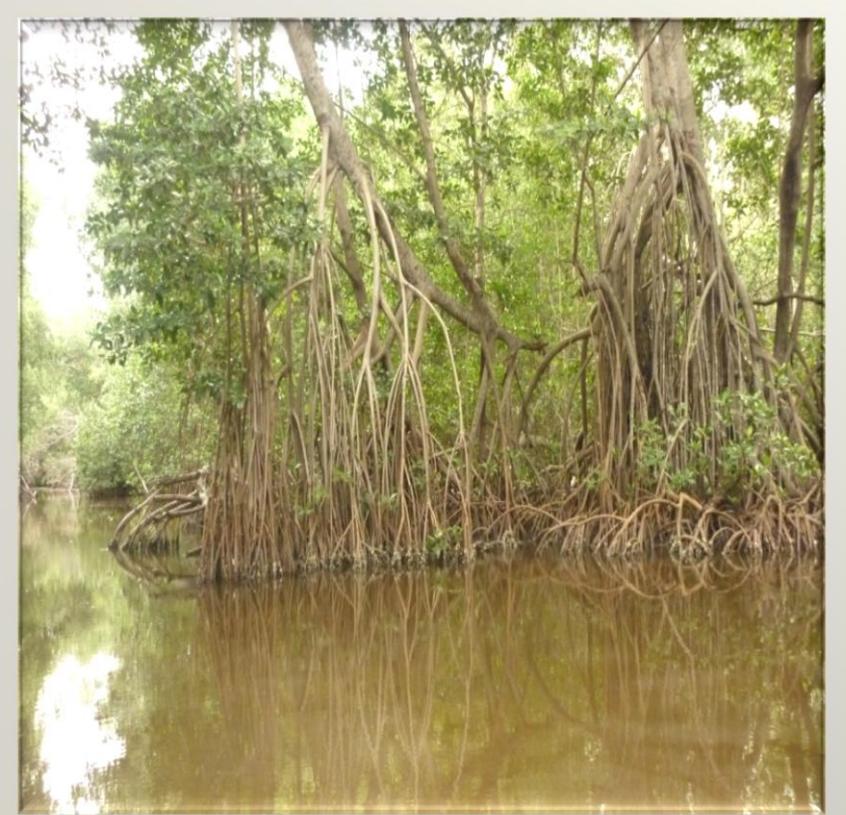




Dinámica de conflictos en un SSE

Algunas características de la problemática

- Especies invasoras
- Sobre explotación: pesca y manglares
- Pérdida de biodiversidad
- Altos índices de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)



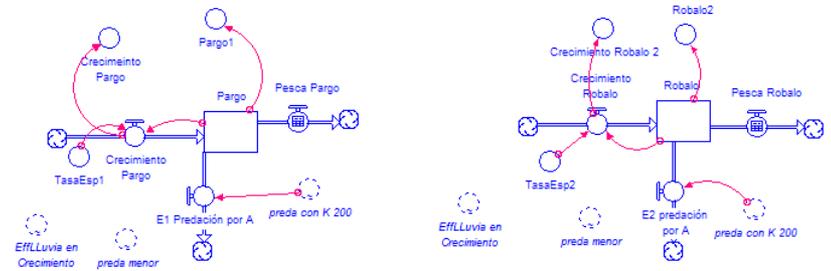
The board game

-Four species

-One more abundant with higher regrowth rate and predator of the other three

Resource Dynamics

-Model to simulate population dynamics





Ex-cazadores
de caimanes

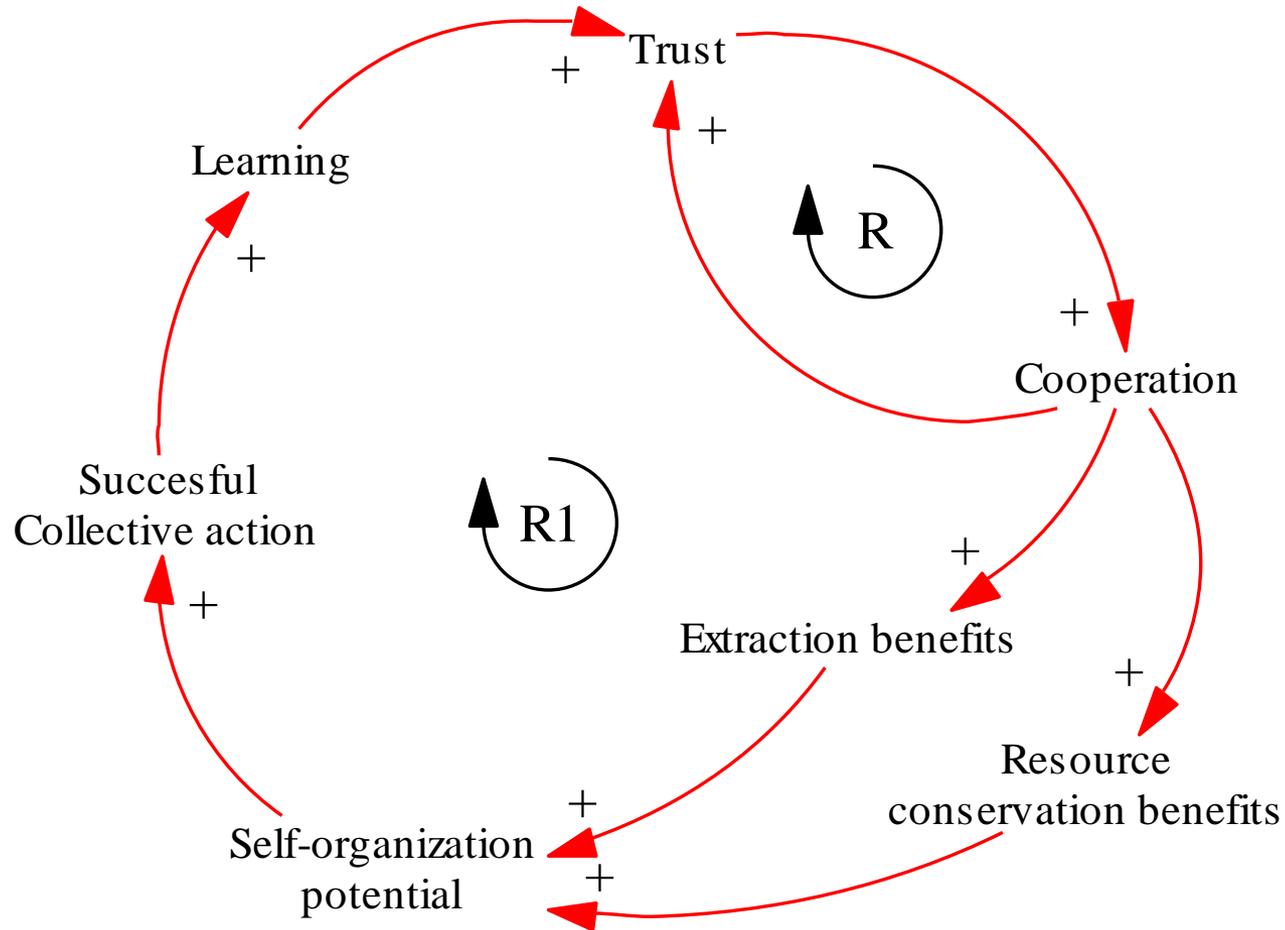




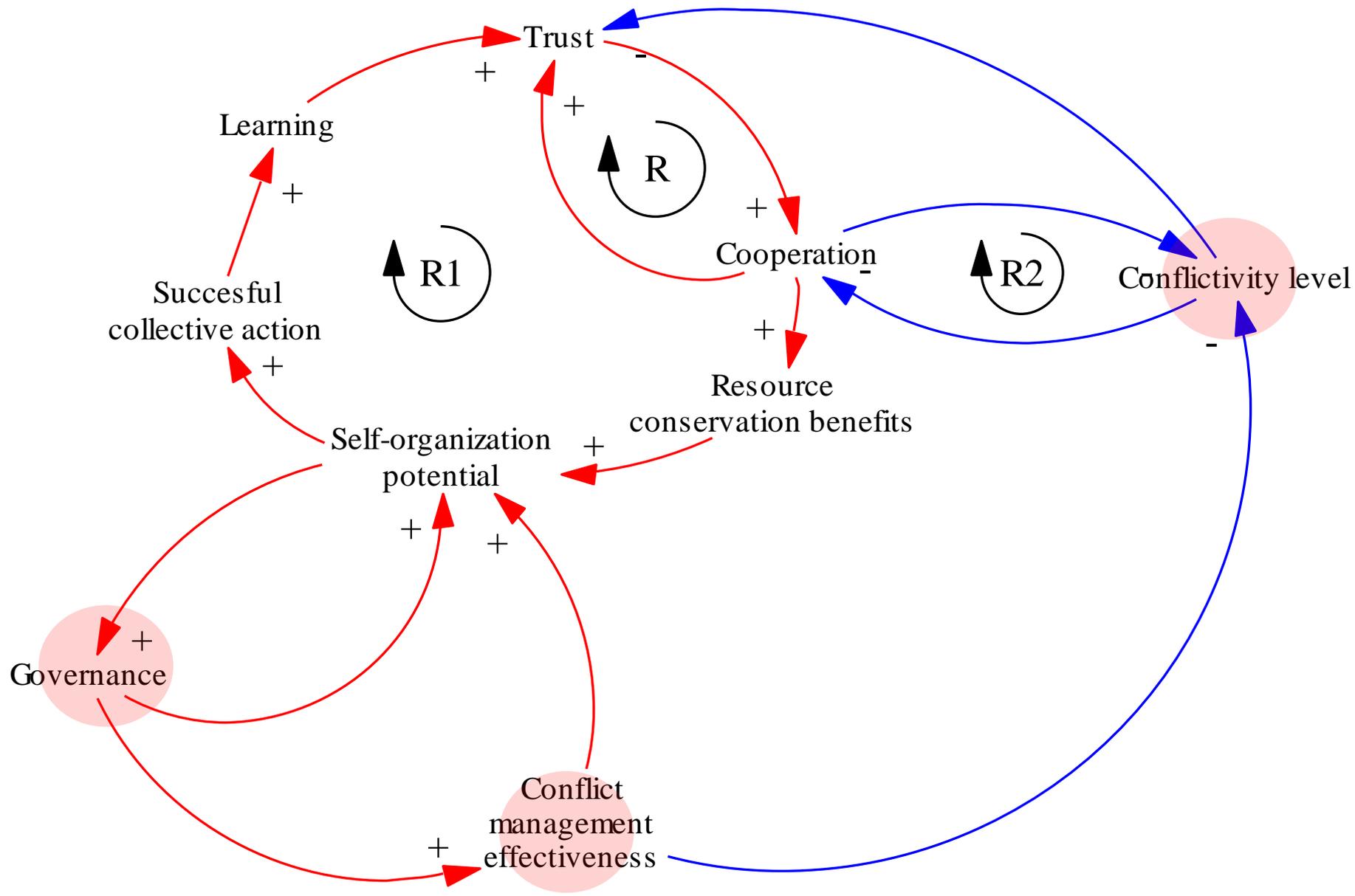
Acción colectiva

- **Muchas personas** tratando de resolver un problema
- **La Cooperación** puede conducir a mejores resultados colectivos **pero** hay tensiones entre las metas y esfuerzos individuales y colectivas
- Esto es un **dilema social que genera conflictos**

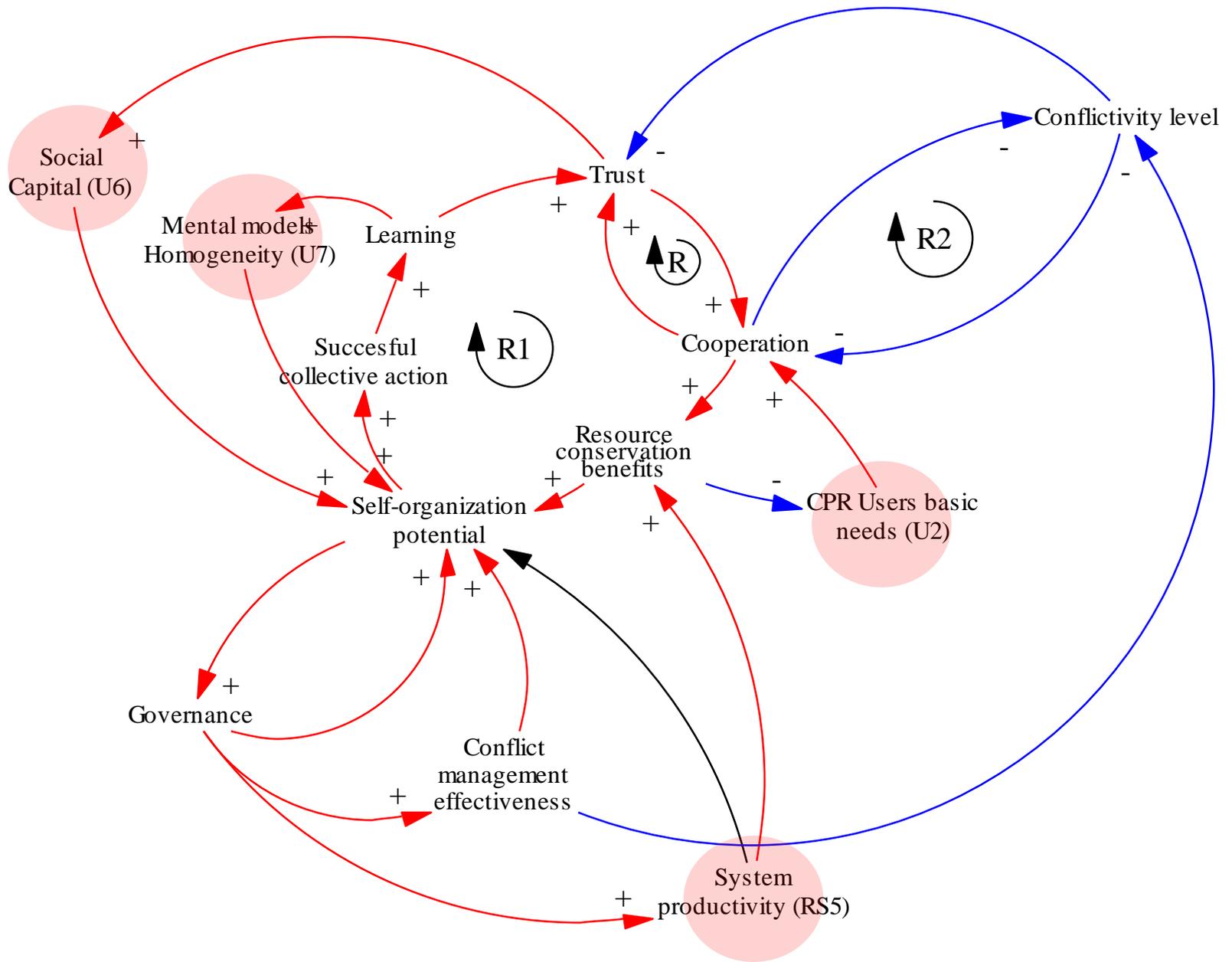
Relaciones centrales en un dilema social

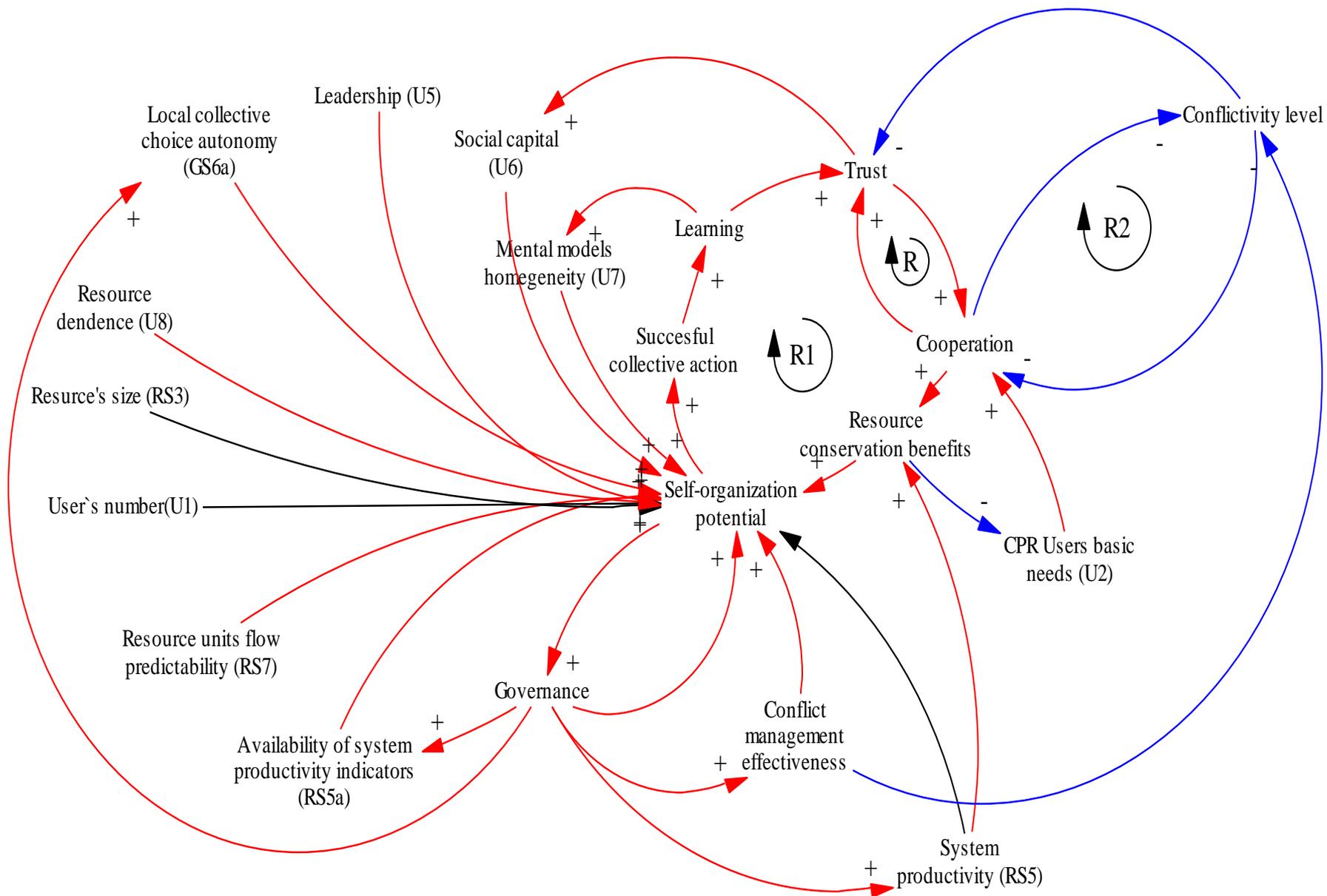


Gobernanza y conflictividad



Incluyendo variables de subsistemas de SSE





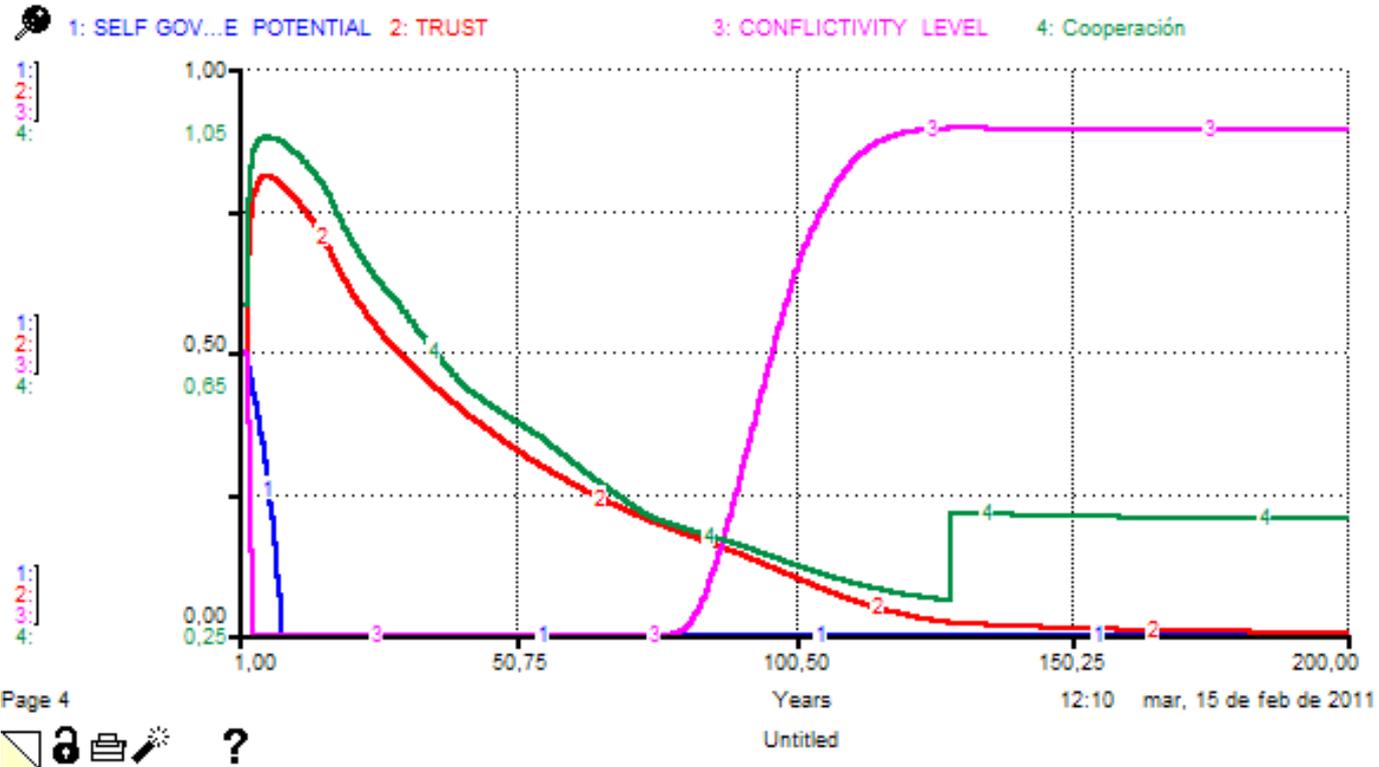
Estructuras generales que generan comportamiento complejo

¿Qué variables y comportamiento puede importante observar?

- Nivel de conflictividad
- Stocks de recursos
- Confianza
- Cooperación (niveles de extracción, mantenimiento del recurso)
- Potencial para el auto gobierno

Un modelo de DS puede convertirse en una herramienta para hacer análisis de escenarios y generar insumos para el diseño de políticas

i This is work in progress !





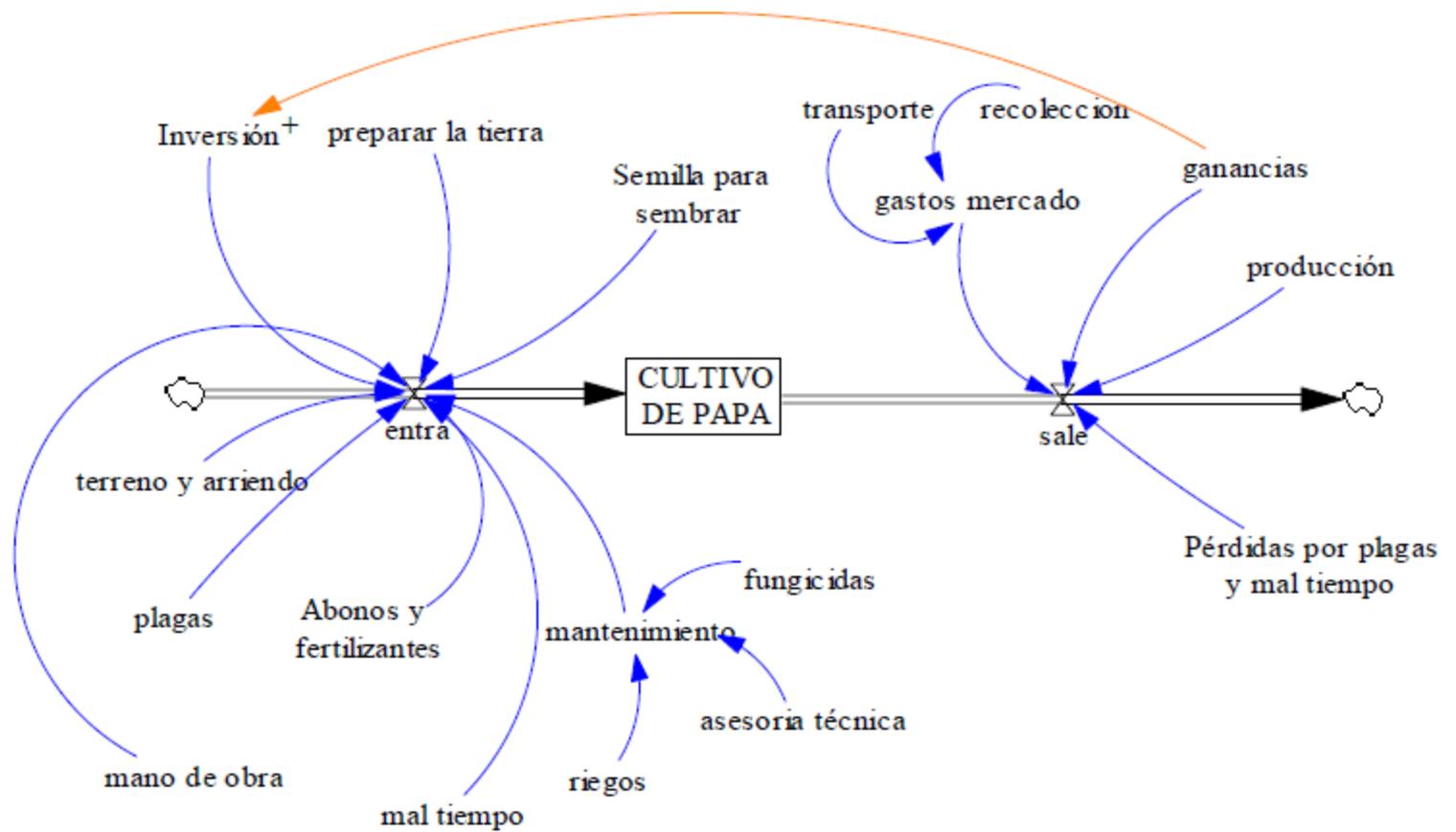
Pontificia Universidad Javeriana CAR - GTZ

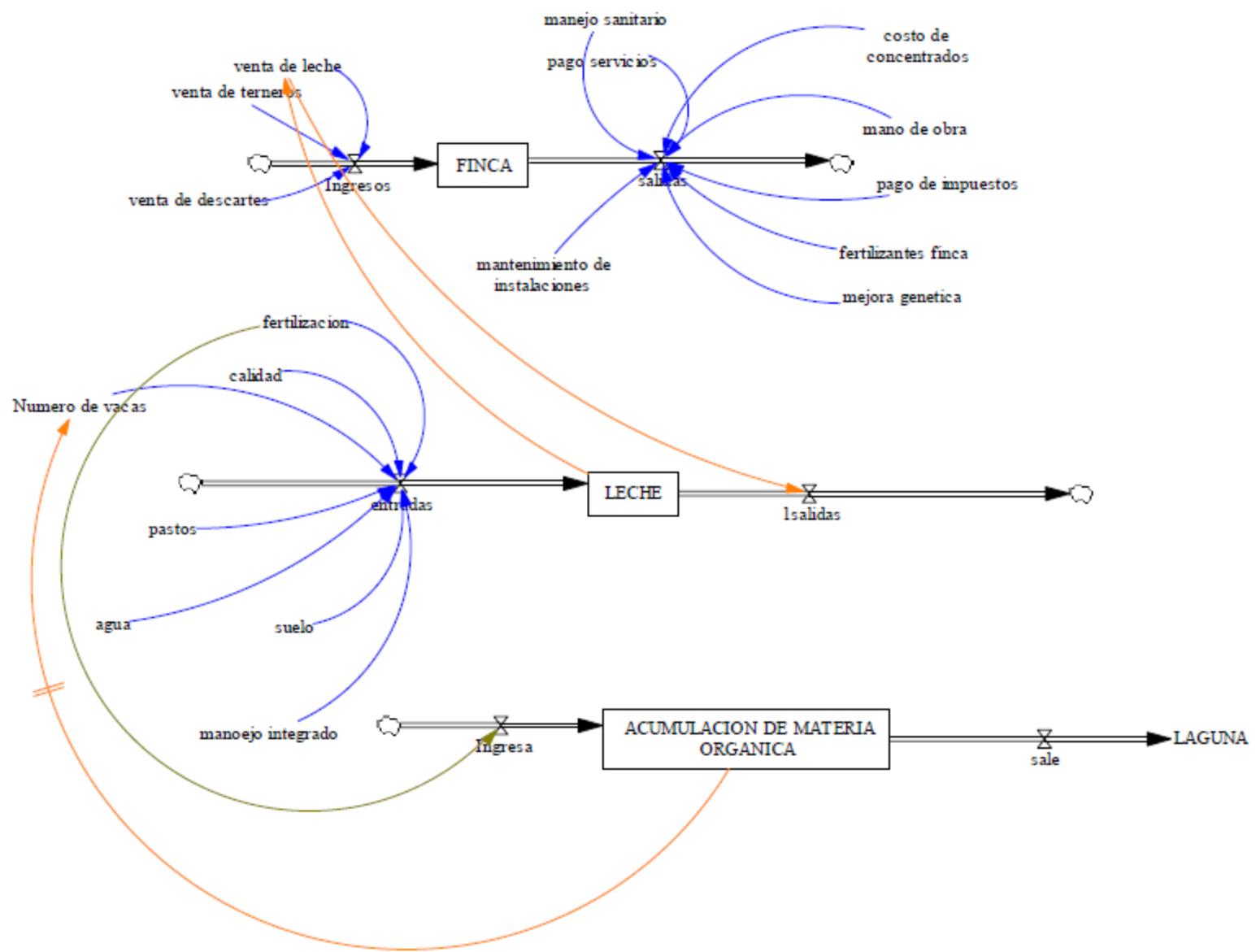
**ANALISIS DE LA ACCION
COLECTIVA
PARA EL MANEJO DE CUENCAS.
Estudio Piloto – Cuenca de la Luguna
de Fúquene.**

Equipo de Investigación.

Diana Lucía Maya Vélez/Daniel Castillo

Pablo Andrés Ramos/Ana María Roldán







- Simulación:

Tres grupos de acuerdo al tipo de actores.

Decisiones de los agricultores:

tipo de finca A o B, y
hectáreas cultivadas,

Decisiones de los ganaderos:

tipo de finca A o B, y
hectáreas dedicadas a la ganadería
pagar o no, por la conservación del recurso hídrico.

Decisiones de los usuarios: pagar o no

Horizonte de tiempo de la simulación: 10 años y se tomaban decisiones cada seis meses.

Laguna de Fúquene: ¿Quién decide? o ¿Una decisión nuestra?



Ir a la Finca
Canadiera

Ir a la Finca de
Papa



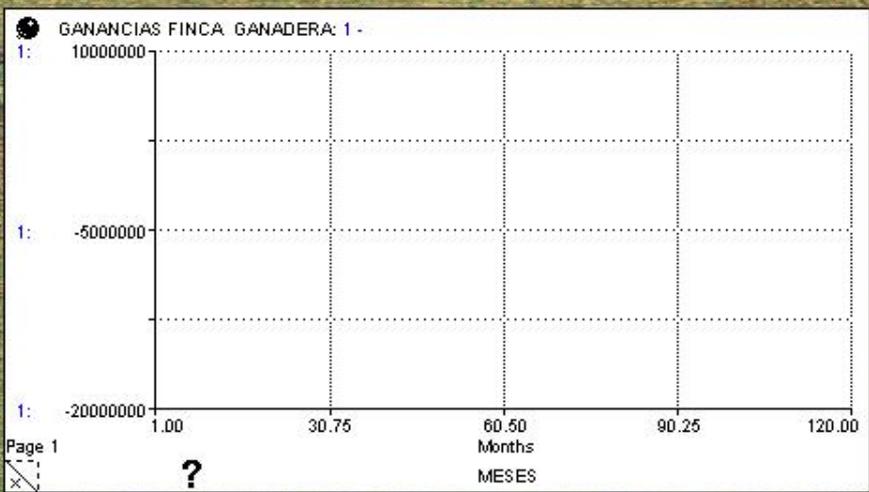
FINCA GANADERA

Ir a la Finca de Papera

Ir a la Laguna de Fúquene

Table

MAPA



TIPO DE FINCA
 1 FINCA TIPO B (Arriba)
 0 FINCA TIPO A (Abajo)

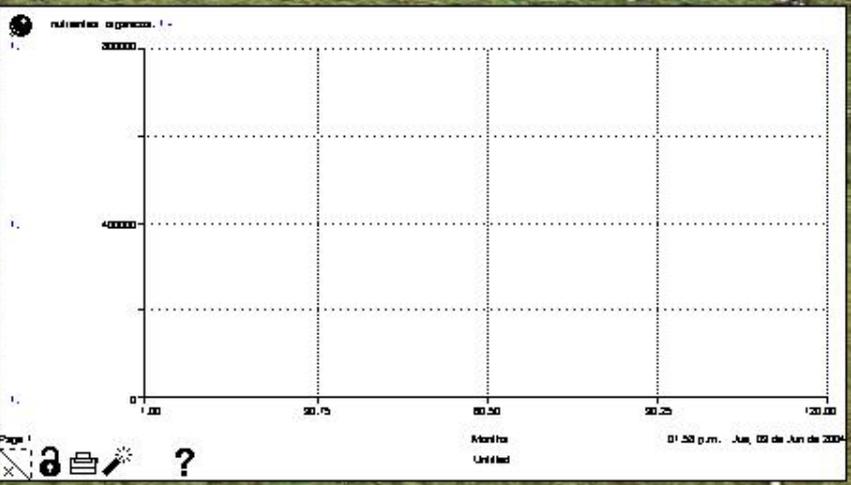
DECISIONES FINCA...

TIPO DE FINCA	1
Ha para Ganaderia	1



Simular los proximos 6 meses

Borrar



FINCA PAPERA

Ir a la Finca Conadora

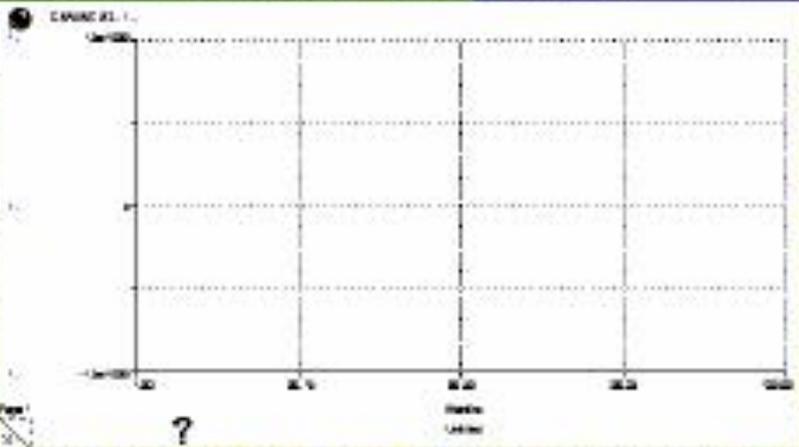
Ir a la Laguna de Fúquene

Cuentas

MAPA

GANANCIAS SEMESTRALES

GANANCIAS



TIPO DE FINCA
 1 FINCA TIPO B (Arriba)
 0 FINCA TIPO A (Abajo)

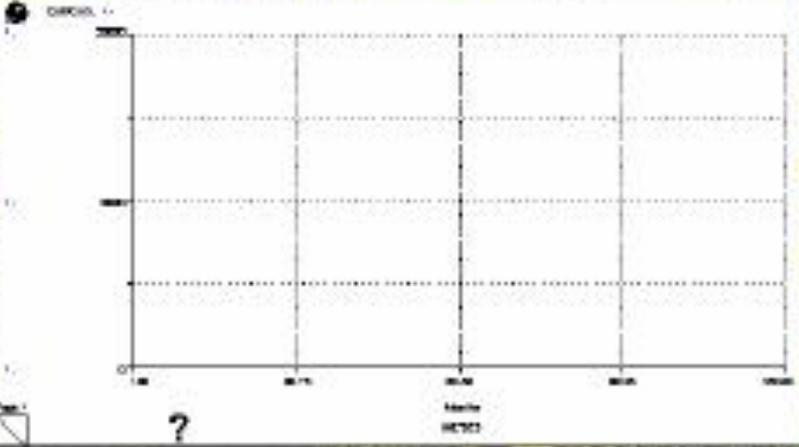
Decisiones de la Finca

TIPO DE FINCA: A o B

Numero de Has en paga d... 1

CARGAS DE PAPA

CARGAS



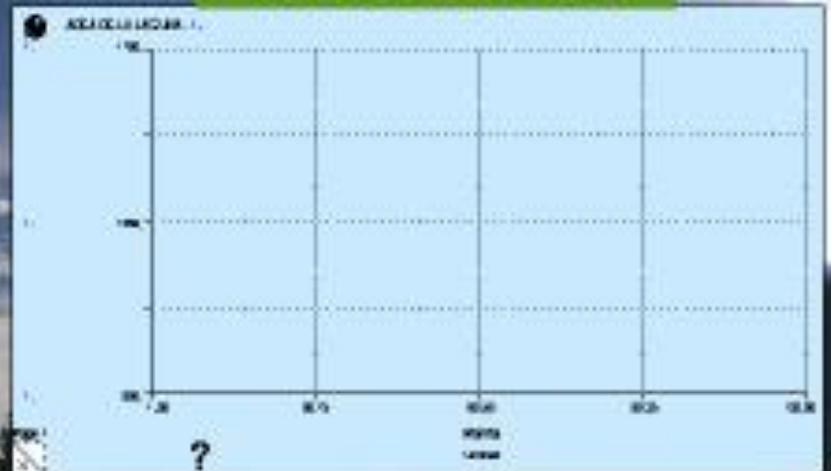
Simular los próximos 6 meses

Borrar





AREA DE LA LAGUNA



Simular los proximos 6 meses

Borrar

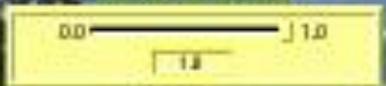
Ir a la Finca de Papa

Ir a la Finca Ganadera

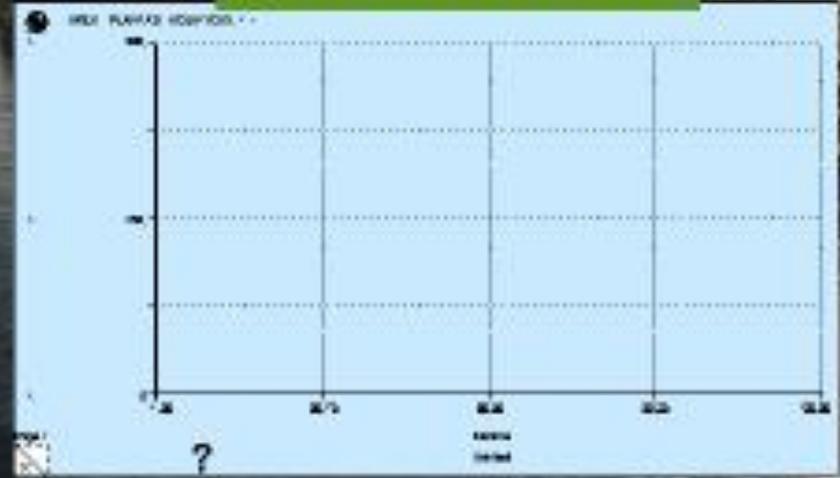
MAPA



FAZC POR CONSUMO DE AGUA



AREA PLANTAS ACUATICAS



CALIDAD DEL AGUA





ANÁLISIS DE LA ACCIÓN COLECTIVA Y LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE COMANEJO DE BEJUCOS

Diana Lucía Maya Vélez
Daniel Castillo Brieva
Pablo Ramos
Laura Alayón



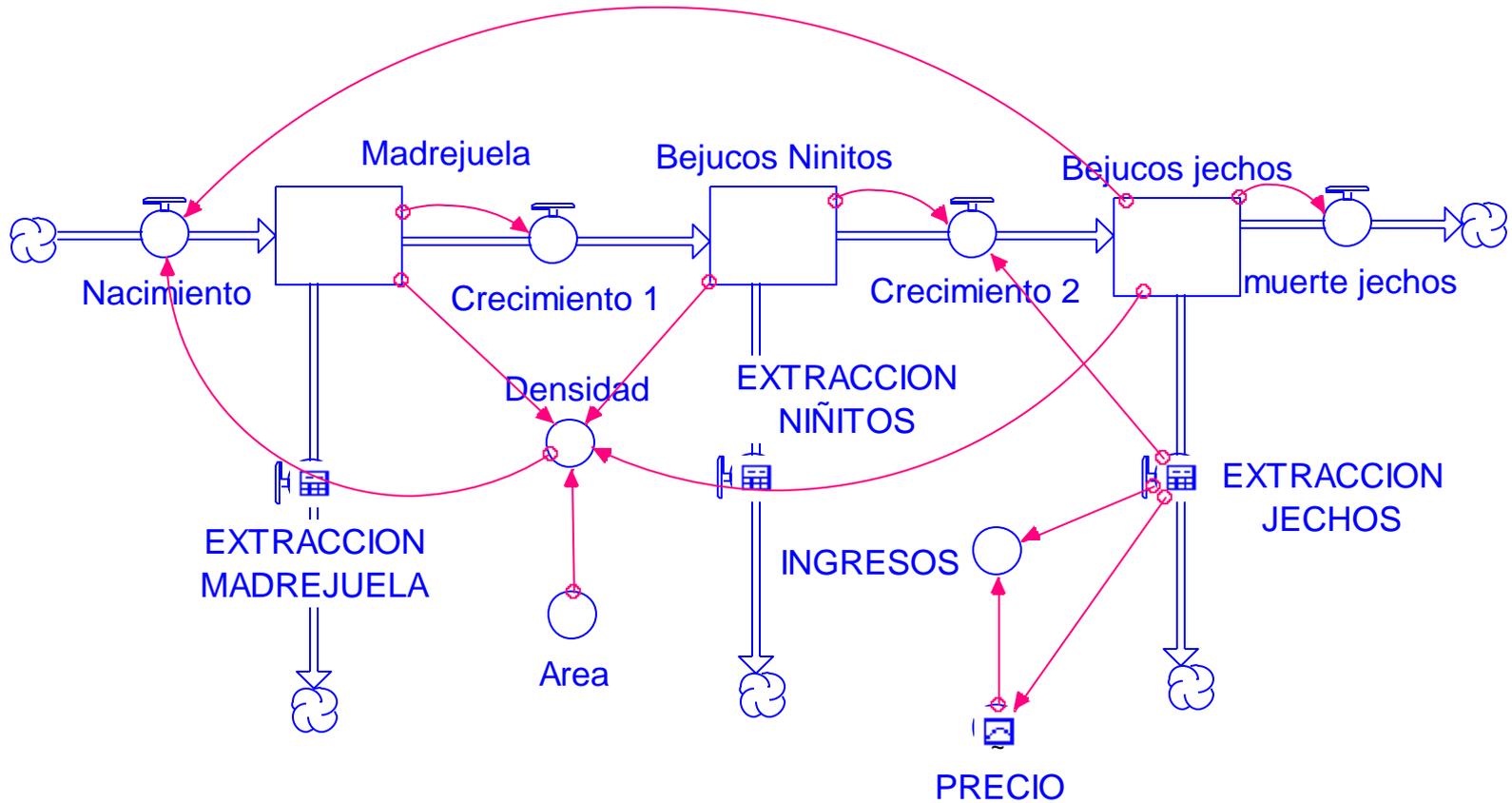
Problema

- Disminución de ingresos de los artesanos
- Disminución y escasez de materias primas para cestería
- Pérdida de biodiversidad

Objetivos

- Entender la dinámica ecológica de los bejucos (*Philodendron sp.*) (*Chusquea latifolia* L.G Clark)
- Entender la relación entre la extracción y la dinámica ecológica
- Determinar elementos relevantes para la acción colectiva
- Generar insumos para la formulación de un plan de co-manejo

Estructura Causal Básica



Modelamiento

Una mata se acaba si no la visita nadie

POR FAVOR ENTREGAR EL SALO

The whiteboard contains a flowchart on the left and a drawing of a plant on the right. The flowchart starts with 'Esqueje - semilla Pichón' pointing to 'Madre Juela Chusco o Madre Trupepero'. From there, arrows point to 'Bejuco Ninito' and 'Bejuco Jecho'. 'Bejuco Ninito' points to 'Extraer', which then points to 'Se Seca'. 'Bejuco Jecho' points to 'EXTRAER'. There is also a 'Reproducción Adm.' label with arrows pointing to 'Bejuco Ninito' and 'Bejuco Jecho'. The drawing on the right shows a plant with many vertical roots and a small stick figure at the bottom right. To the right of the drawing are several yellow circles with times: 15 min, 10 min, 1 Hora, 30 min, 10 min, and 15 min.

Esqueje - semilla Pichón

Madre Juela Chusco o Madre Trupepero

Bejuco Ninito

Bejuco Jecho

Extraer

Se Seca

Reproducción Adm.

EXTRAER

15 min

10 min

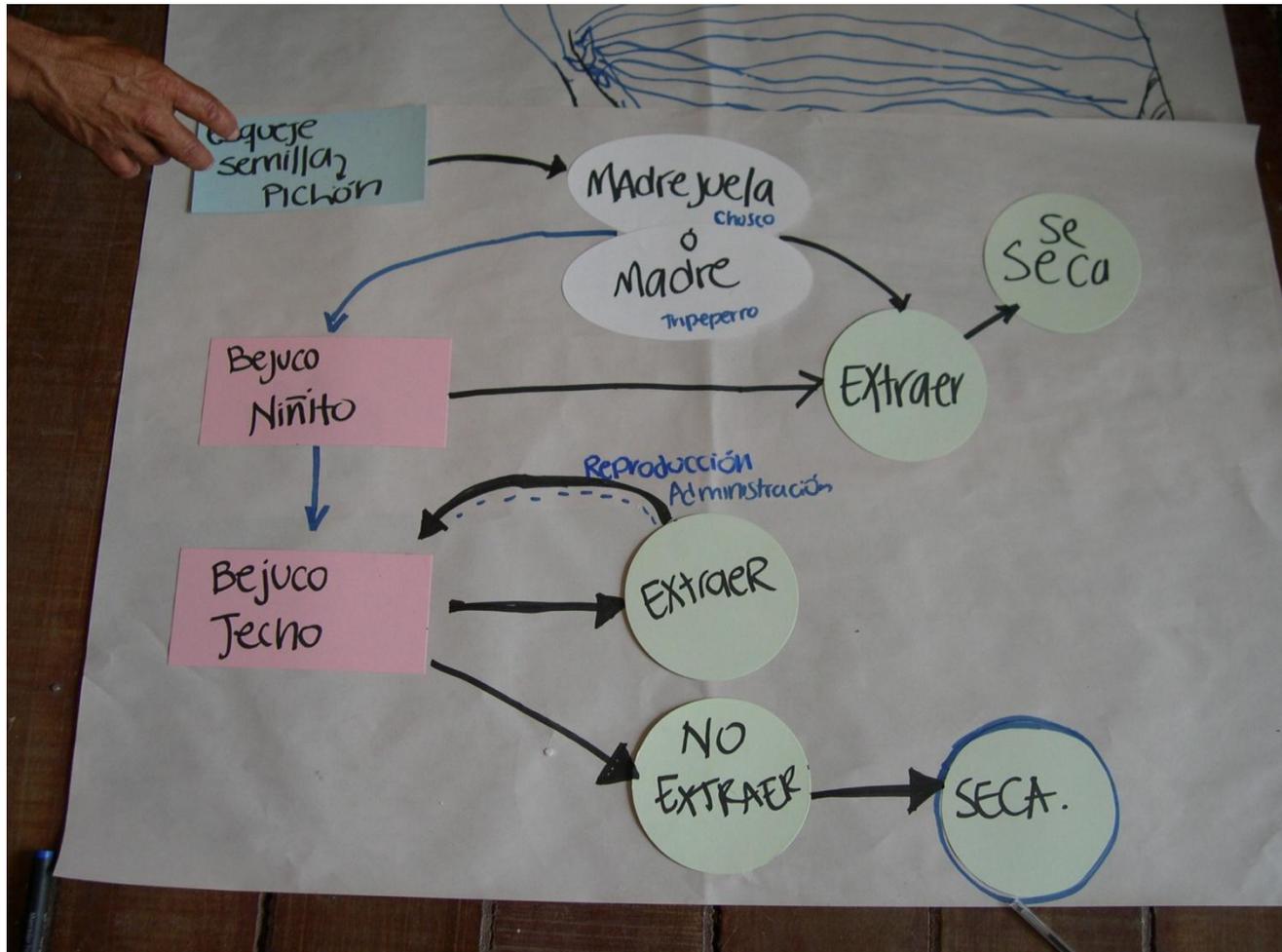
1 Hora

30 min

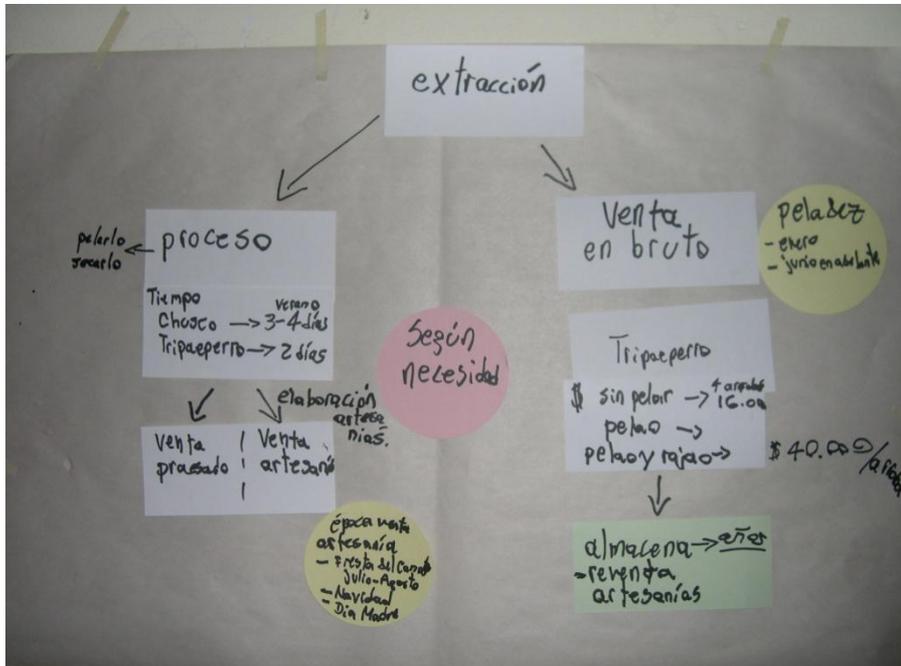
10 min

15 min

Diagrama Causal del Ciclo de Vida del Bejuco



Proceso de extracción



“Dentro de la parte económica si yo hago extracción de mi bejuco, la mayoría de las veces no se puede pelar en el monte, entonces se pela en la casa, entonces se pierde el 40% del material, por 5 arrobas de bejuco usted saca 1 arroba de material”

- *“A mi si personalmente me descrestó el modelo, pasar del monte a simular la producción del bejuco. Sería bien interesante hacer mas investigación biológica... y con este tipo de modelos uno podría programar cómo hacer la extracción, pare eso serviría el modelo”*



Inspiring by systems dynamics approach

- Importance of the **feedback** in systems dynamics complexity
- **Stock and flow** dynamics
- **Mental models** of CPR' users are central for decision making
- **Systemic conception** of natural resources use and management
- **Representations** (models) of systems are useful to understand and improve decisions in complex dynamical systems
- **Collective modeling** (Group Model Building)