

# EL DESARROLLO SOSTENIBLE: DESAFÍOS A LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Gilberto C. Gallopín

*Initiative on Science and Technology for Sustainability  
(ISTS)*

**ICSMM 2009**

**II Congreso Internacional de Medida y Modelización de  
la Sostenibilidad**

5-6 de noviembre, 2009

EUETIT, Universitat Politècnica de Catalunya  
Terrassa , España)

- **LA NUEVA SITUACIÓN**
- **EL PAPEL DE LA C&T EN EL DS**
- **UN NUEVO CONTRATO SOCIAL PARA LA CIENCIA?**
- **DESAFÍOS DEL DS A LA C&T**
- **ALGUNAS IMPLICACIONES PARA LA MEDIDA Y LA MODELIZACIÓN DE LA S y el DS**

# LA NUEVA SITUACIÓN

**GLOBALIZACIÓN  
(ECONÓMICA, CULTURAL, ...)**

**+**

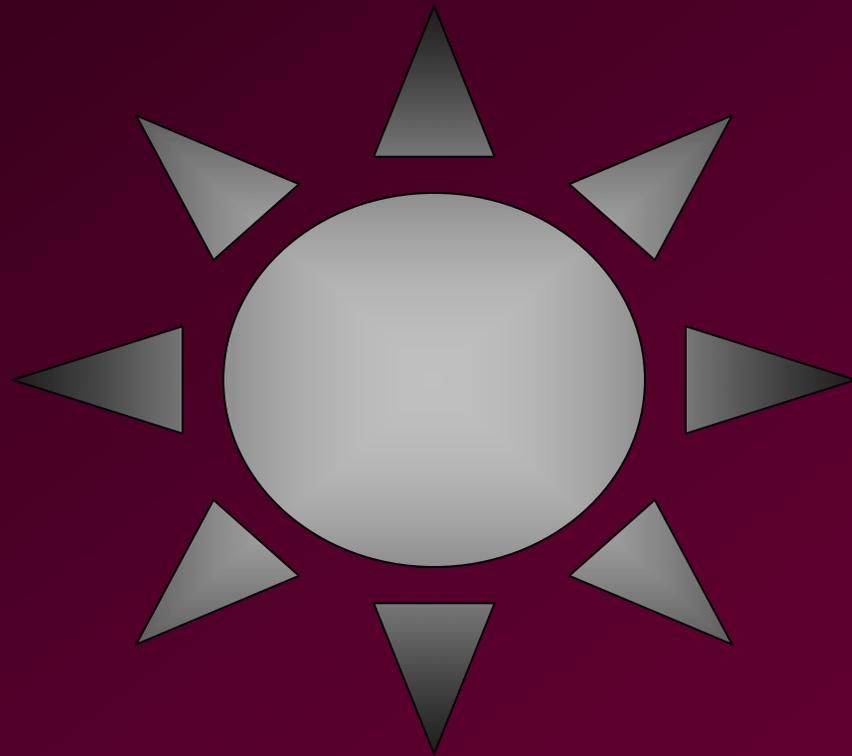
**INTERDEPENDENCIA GLOBAL  
ECOLÓGICA**



**NUEVA SITUACIÓN EN LA  
HISTORIA DE LA ESPECIE  
HUMANA**

# ATRIBUTOS DE LA NUEVA SITUACIÓN:

- COMPLEJIDAD
- CONNECTIVIDAD
- INTERDEPENDENCIA
- IRREVERSIBILIDADES
- INCERTIDUMBRE INTRÍNSECA
- CAMBIO AMBIENTAL GLOBAL

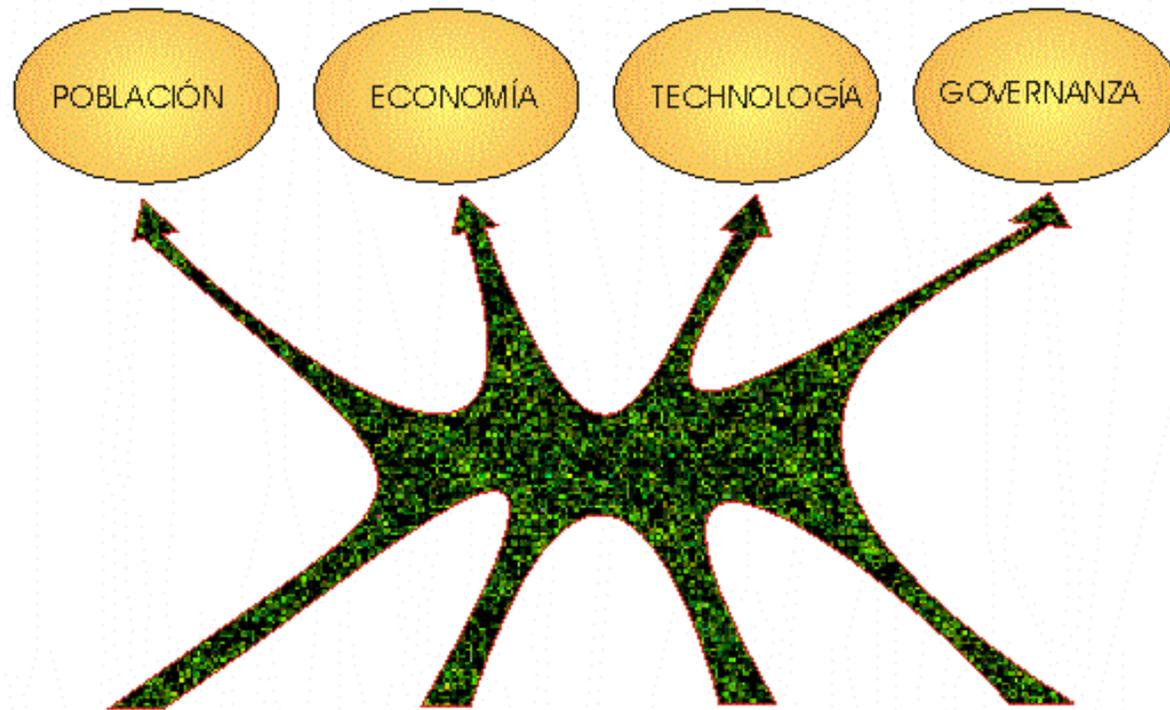


# EL PAPEL DE LA C&T EN EL DS

# SOSTENIBILIDAD DEL DESARROLLO



## FUERZAS IMPULSORAS PROXIMALES



Valores,  
deseos y  
aspiraciones

Estructura  
de poder

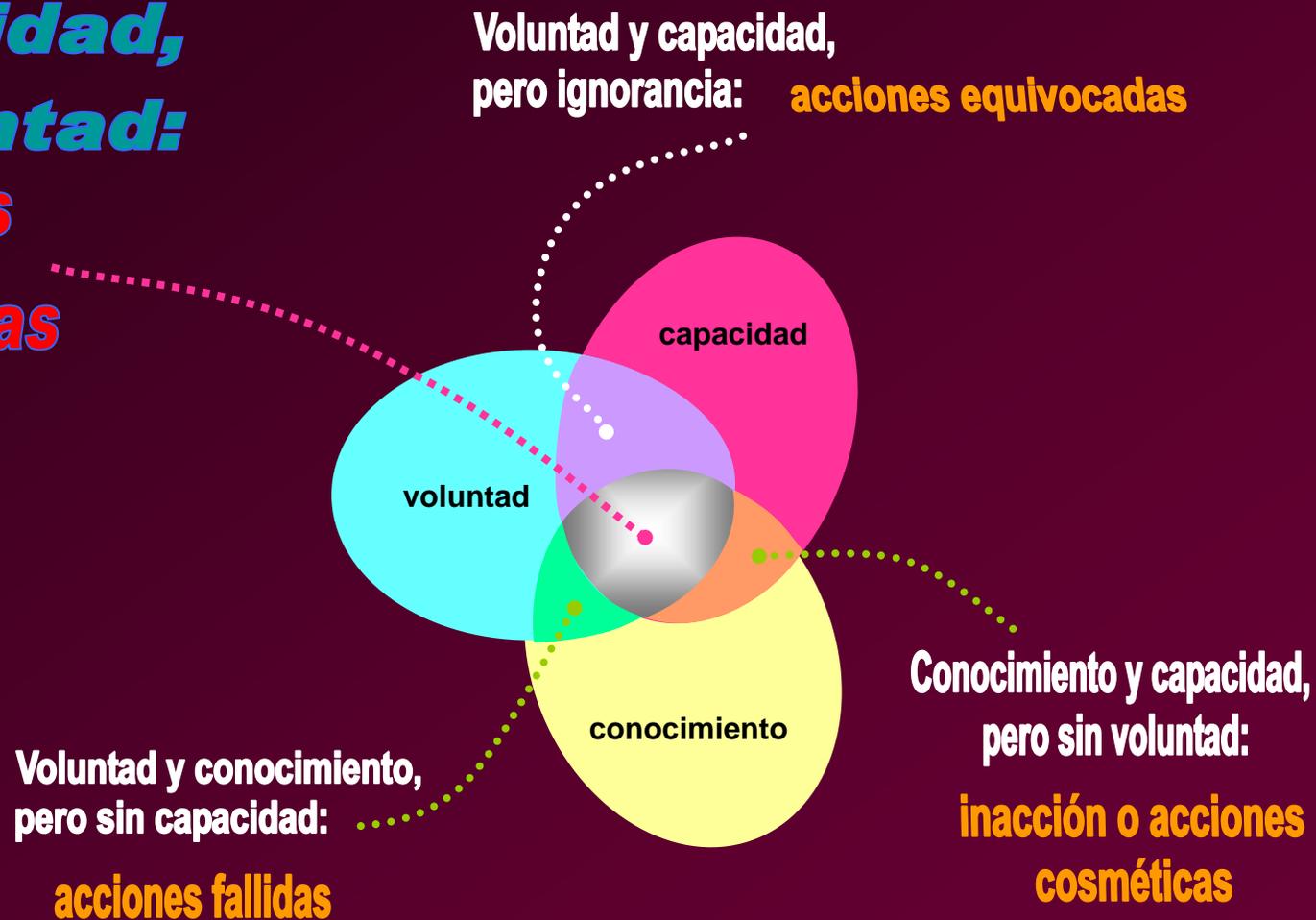
Conocimiento  
y  
comprensión

Procesos  
ecosféricos  
de largo plazo

## FUERZAS IMPULSORAS ULTIMAS

**En términos de acción:**

**Conocimiento,  
capacidad,  
y voluntad:  
Acciones  
adecuadas**



- **Claramente, no todos los problemas del DS pueden ser resueltos via la C&T**
- **Pero la C&T tiene mucho que contribuir, y además hoy representa un factor económico preponderante**

# Diferenciales estratégicos del nuevo paradigma C&T

## AMBIVALENCIA:

- Potencial para la concentración de decisiones y del poder
- No asociadas (inherentemente) a economías de escala



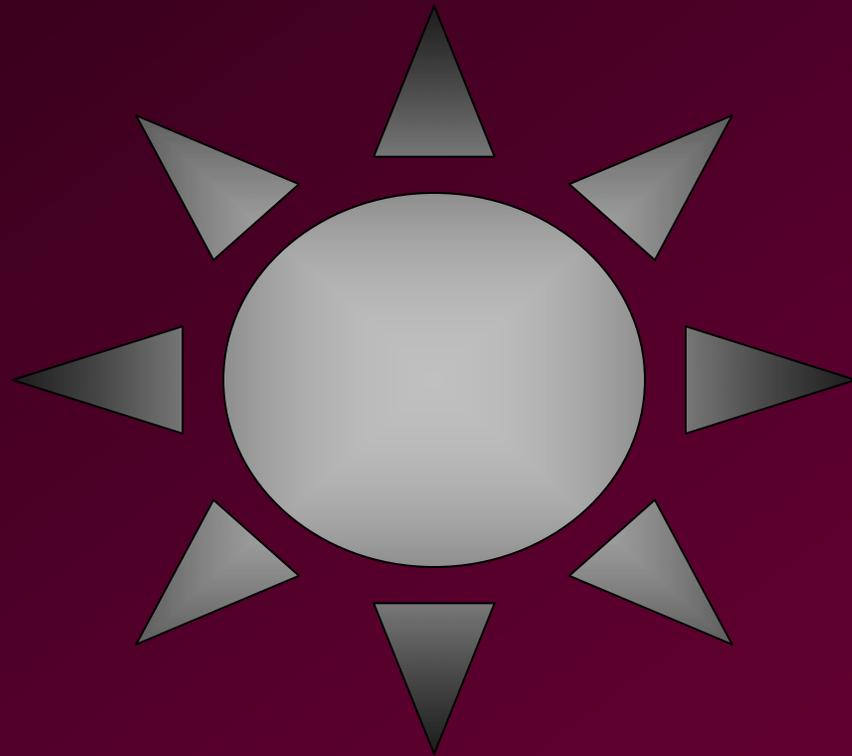
- Potencial para la descentralización y participación

## FLEXIBILIDAD:

- Facilitan la adaptación al contexto social y ecológico local

## INTENSIVIDAD EN CONOCIMIENTO:

- Frecuentemente más eficientes en términos de consumo de energía y materiales
- Ayudan a la desmaterialización parcial de la economía, el ahorro de los recursos naturales, y la reducción de la contaminación



# UN NUEVO CONTRATO SOCIAL PARA LA CIENCIA?

- **Lubchenco 1997**
- **World Conference on Science 1999**
- **ICSU**
- **NAS**
- **EU 7<sup>th</sup> Framework**
- **etc**

# **El Desarrollo Sostenible requiere:**

- **Integrar las dimensiones económicas, sociales, culturales, políticas, y ecológicas**
- **Considerar simultáneamente diferentes escalas**
- **Ampliar los horizontes de tiempo y espacio para incluir la equidad intergeneracional + intrageneracional**
- **Tomar en consideración diferentes perspectivas irreductibles y legítimas**

## Implicaciones para I+D: necesidad de un enfoque de sistemas complejos en la práctica y método de la ciencia, incluyendo:

- ❖ **Adoptar una perspectiva orientada a problemas/soluciones**
- ❖ **Desarrollar una comprensión holística focalizada en el sistema socio-ecológico interconectado**
- ❖ **Comprender la dinámica de los sistemas e identificar sus eslabonamientos causales importantes (horizontales –entre subsistemas o sistemas de la misma escala, y verticales –entre sistemas de escalas diferentes)**
- ❖ **Reconocer la especificidad contextual de los problemas y soluciones**
- ❖ **En todo ello, utilizar el conocimiento útil y utilizable de diferentes tipos, fuentes, y escalas**

# **CIENCIA PARA LA SOSTENIBILIDAD (SUSTAINABILITY SCIENCE)**

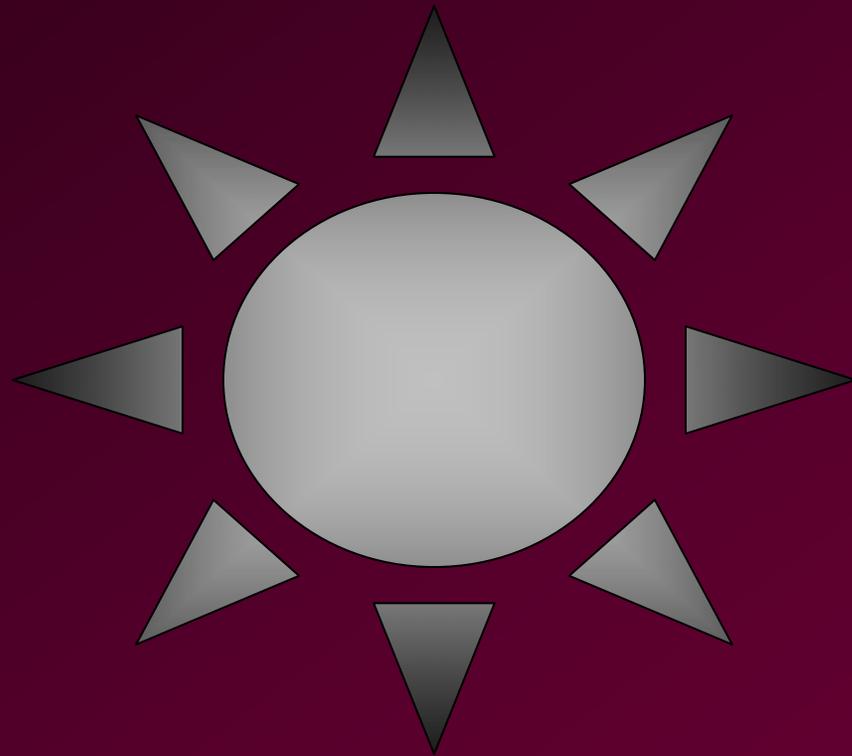
**Aquí, abreviación para:**

**“Ciencia y Tecnología  
Para el  
Desarrollo Sostenible”**

- **Friiberg (Science 2001)**
- **Initiative on Science and Technology for Sustainability**  
**([www.hks.harvard.edu/sustsci/ists](http://www.hks.harvard.edu/sustsci/ists))**

# CiSo:

**Re-enfocar la  
investigación científica  
en los desafíos de la  
sostenibilidad y el  
desarrollo sostenible**



# DESAFÍOS DEL DS A LA C&T

# La complejidad está aumentando debido a:

## ❖ Cambios Ontológicos

Globalización, interdependencia ecológica, actividades humanas, degradación ambiental

## ❖ Cambios Epistemológicos

Conciencia de la complejidad de los problemas y de la impredecibilidad de fenómenos críticos

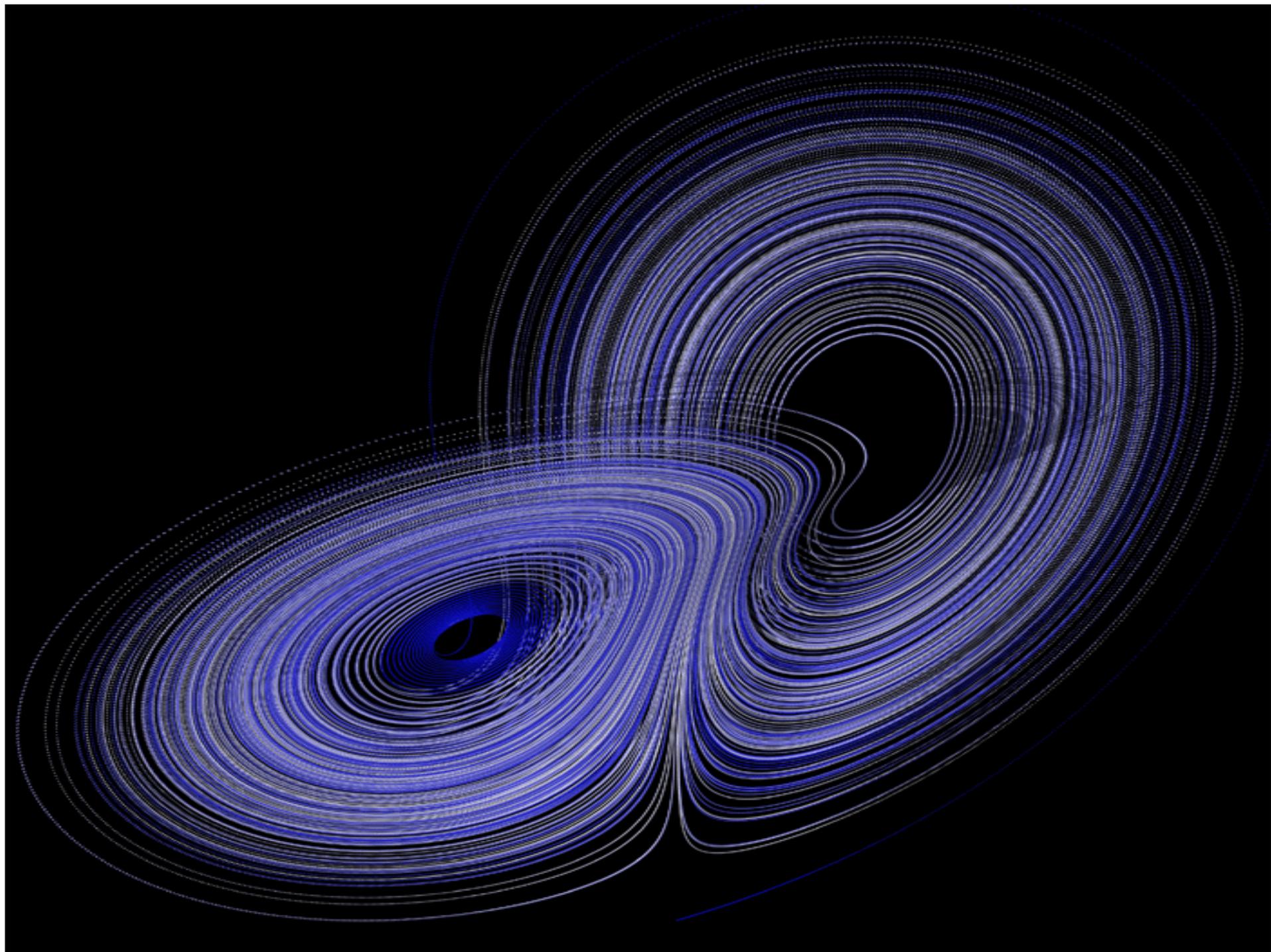
## ❖ Cambios en la naturaleza de la Toma de Decisiones

Participación, dimensiones adicionales, nuevos actores sociales

SCIENTIFIC RESEARCH ON COMPLEX, SELF-AWARE SYSTEMS (TYPICAL OF SD) CONFRONTS A COMPOUNDING OF COMPLEXITY:

 **Physical reality**

**Self-organization, emergence,  
irreducible uncertainty**



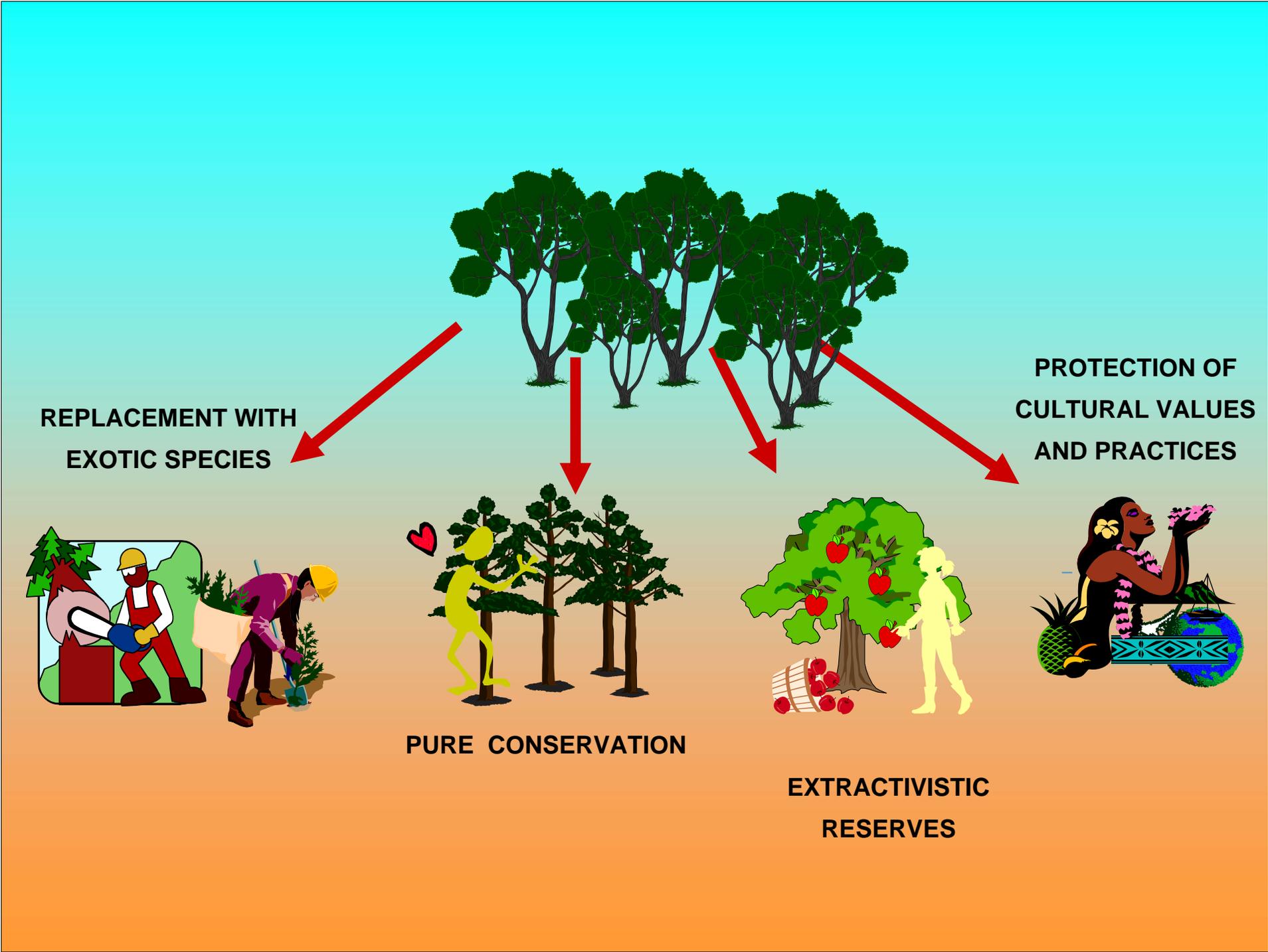
□ **Need to consider different  
“epistemologies”**

Multiplicity of legitimate  
perceptions and viewpoints



□ **Need to consider  
different “intentionalities”**

Different social actors with their goals



# DS PLANTEA DESAFÍOS A LA CIENCIA DE 2 TIPOS:

- **Práctica de la Ciencia** (ID, etc.)
- **Epistemología de la Ciencia**  
(métodos y criterios)

Abordaje de la  
incertidumbre

Investigación  
integrada

Interface  
ciencia/política

criterios  
de verdad

Incorporación  
de otros  
conocimientos

inclusión  
de lo  
cualitativo

unidad de  
análisis

Diálogos  
interparadigmáticos

Participación  
de los grupos  
involucrados

# Desafío: UNIDAD DE ANÁLISIS

Las actividades humanas (sociales, económicas, etc.) y el ambiente son sistemas acoplados y por lo tanto **co-determinados**

+

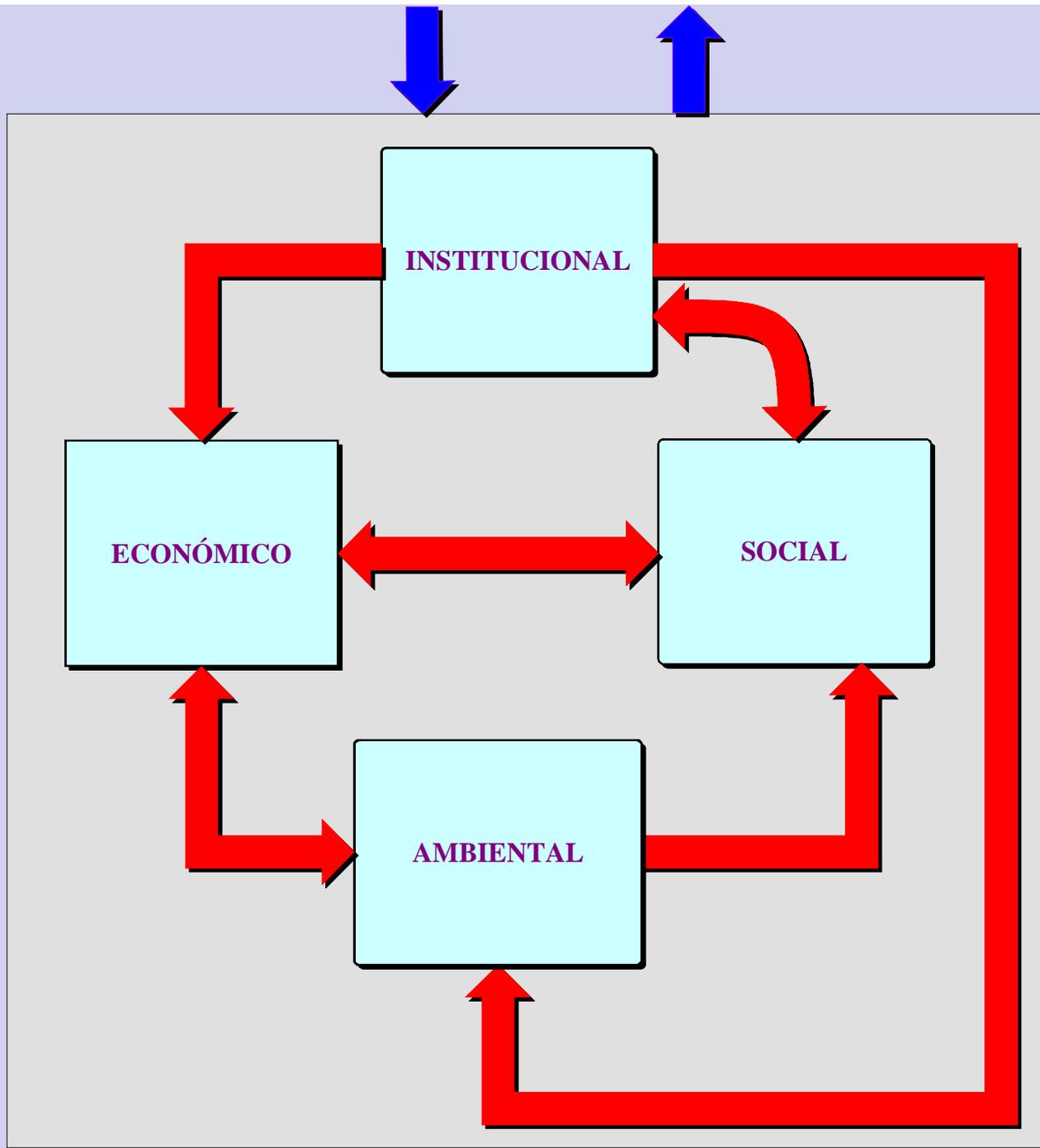
**fuertemente no lineales + complejos + auto-organizados**

# **POR LO TANTO:**

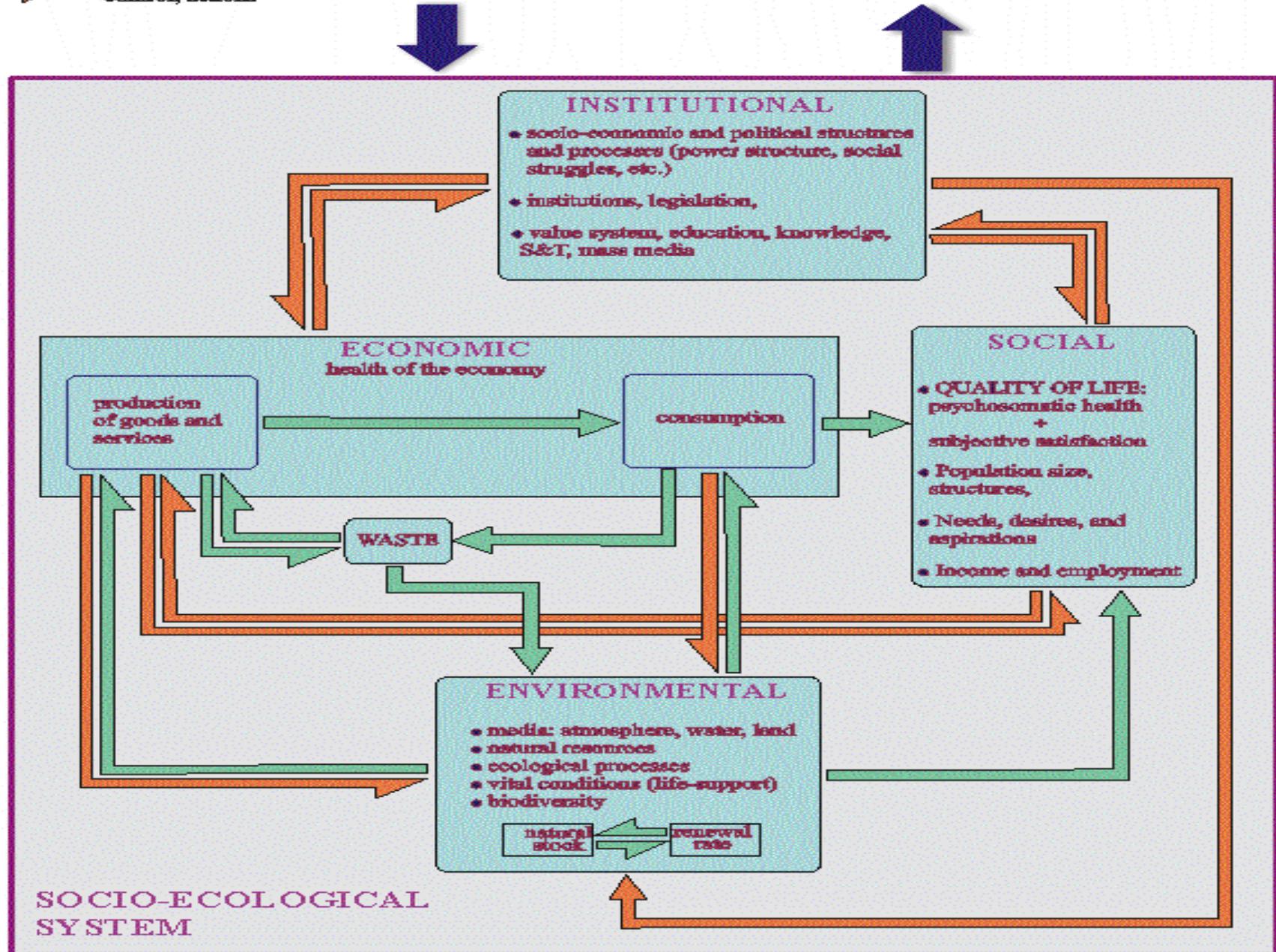
**La unidad de análisis natural de la CiSo es el sistema acoplado como un todo, o “sistema socioecológico” (SES) a la escala que corresponda**

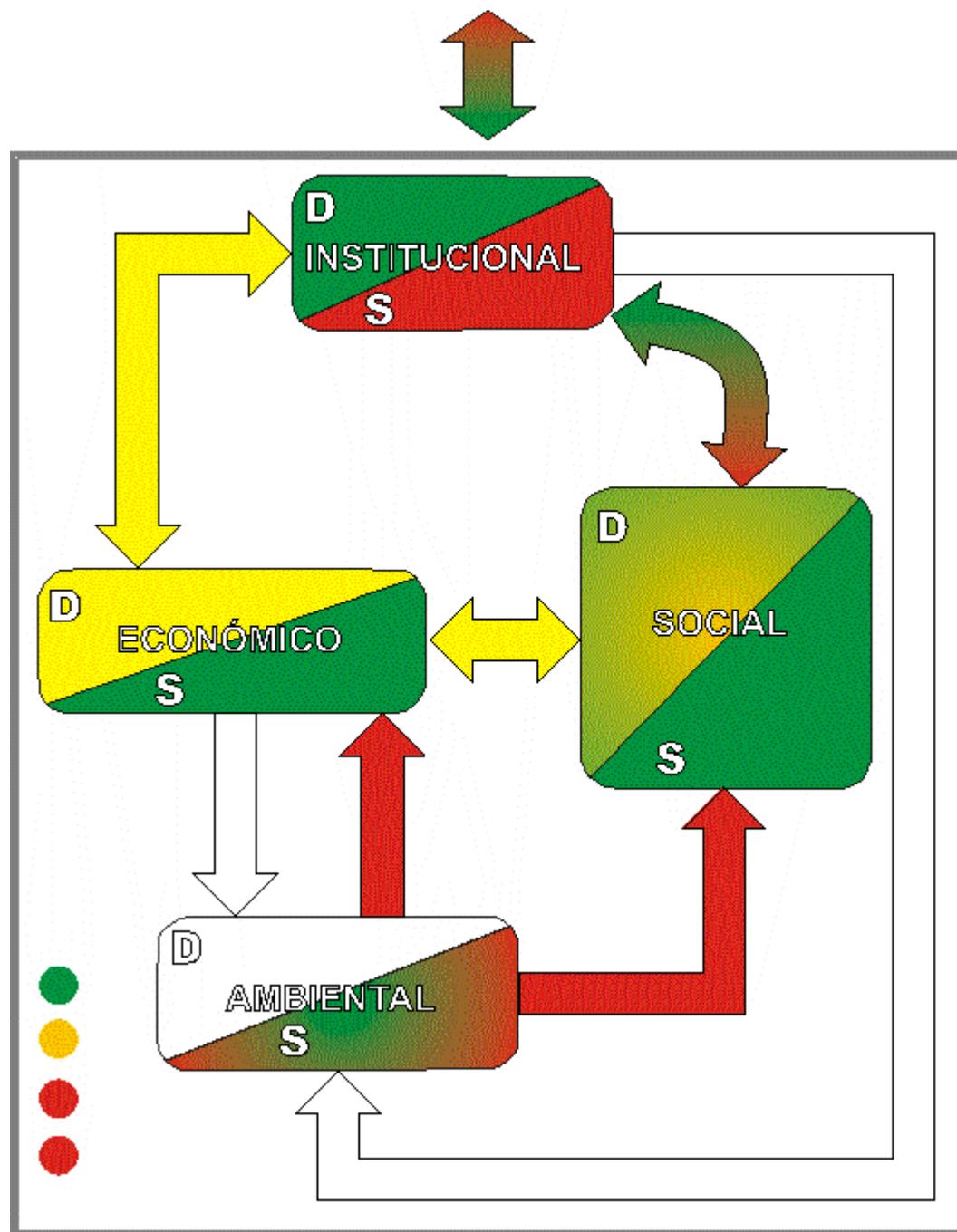


MARCO ORDENADOR IDS  
PROYECTO ESALC -CEPAL



- primarily physical (material and/or energy) flows
- primarily information, control, actions



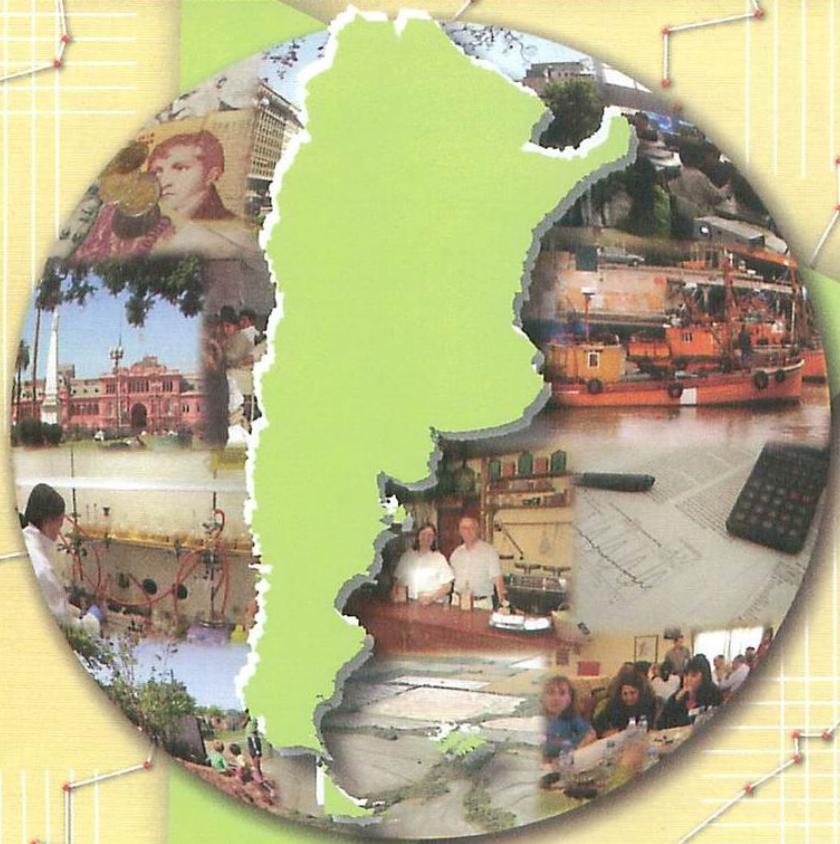


# Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible

Argentina

cuarta edición

Versión Sintética

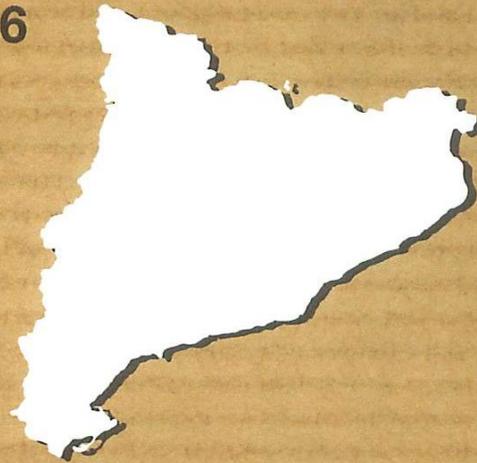


 Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación

 Jefatura de Gabinete de Ministros  
Presidencia de la Nación

# ISC

Informe  
de Sostenibilitat  
a Catalunya  
2006



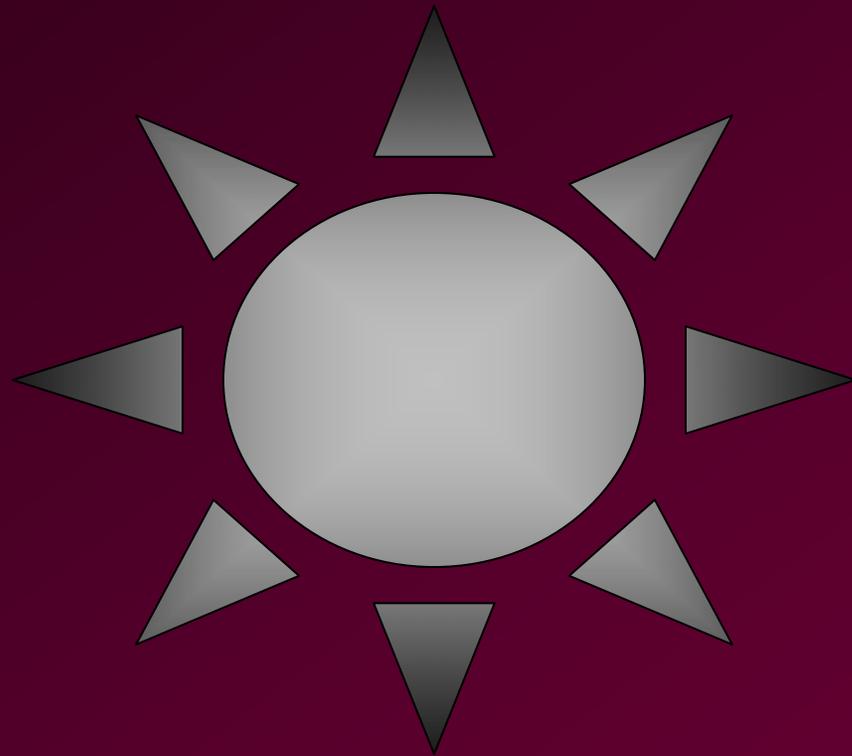
 Generalitat de Catalunya  
Departament de Medi Ambient  
i Habitatge

 Càtedra UNESCO de Sostenibilitat   
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

fundació **fòrumambiental** ●●

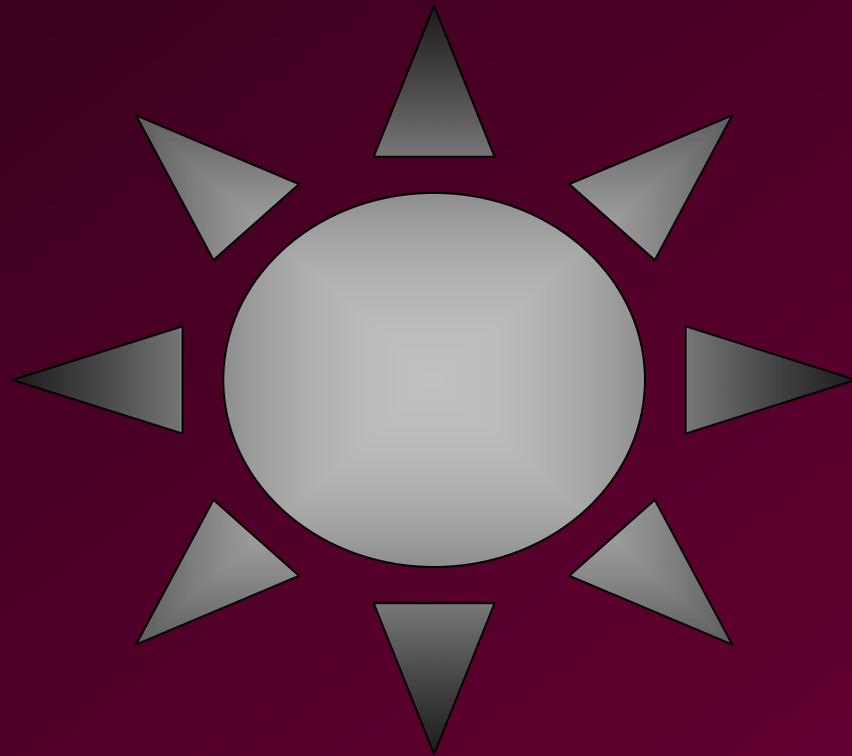
 **ICHN**  
Institut Català  
d'Història Natural  
D.A.G.I.S.

- **El DS trasciende lo ambiental y el desafío a la C&T va mucho mas allá de simplemente incorporar consideraciones ambientales en el desarrollo**
- **El SES debe ser considerado en su totalidad, abarcando sus dimensiones sociales, económicas, institucionales y ecológicas**
- **Igualmente importante (y complejo) es la implementación de políticas integradas para afrontar la complejidad del DS**



# Desafío: CRITERIOS DE VERDAD

- Los criterios de falsificación de hipótesis deben ser re-examinados en cuanto a su pertinencia para la CiSo
- “La investigación frecuentemente se concentra en los aspectos cuantificables de los problemas, excluyendo de la consideración interacciones potenciales entre componentes de los complejos sistemas biológicos de los que los humanos son una parte” (Lowel Statement 2001)
- La Navaja de Occam’s “no se debe aumentar más de lo necesario, el número de entidades requeridas para explicar un fenómeno” es válida en un mundo sistémico complejo, pero el concepto de “lo necesario” puede requerir una ampliación significativa para dar cuenta de las interrelaciones entre el objeto de estudio y otras partes de la realidad

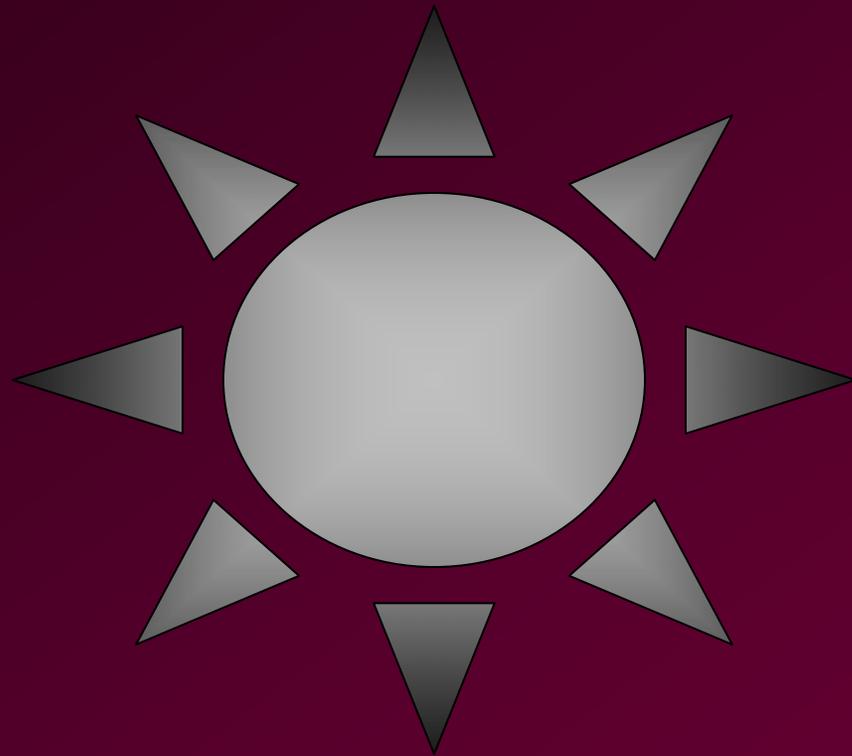


# **Desafío: INCORPORACIÓN DE OTROS CONOCIMIENTOS**

- **Falta de un marco comprensivo para articular con la multiplicidad de conocimientos no-científicos relevantes para la investigación científica**
- **La articulación de conocimientos requiere criterios de verdad y calidad mas amplios que los usados comúnmente en investigación, pero no menos rigurosos**

- **La articulación ha sido más fácil al nivel epistemológico de datos o información fáctica**
- **Al nivel de explicaciones, los desafíos han sido mayores**
- **La articulación de visiones del mundo o paradigmas alternativos es el nivel más difícil**

- **¿Cómo evitar el imperialismo científico –sin caer en relativismo epistemológico?**
- **¿ Cómo evaluar la calidad de otros conocimientos (indígena, local, etc.)?**
- **¿Cómo manejar un conflicto irreductible entre el conocimiento científico y el conocimiento “lego”?**



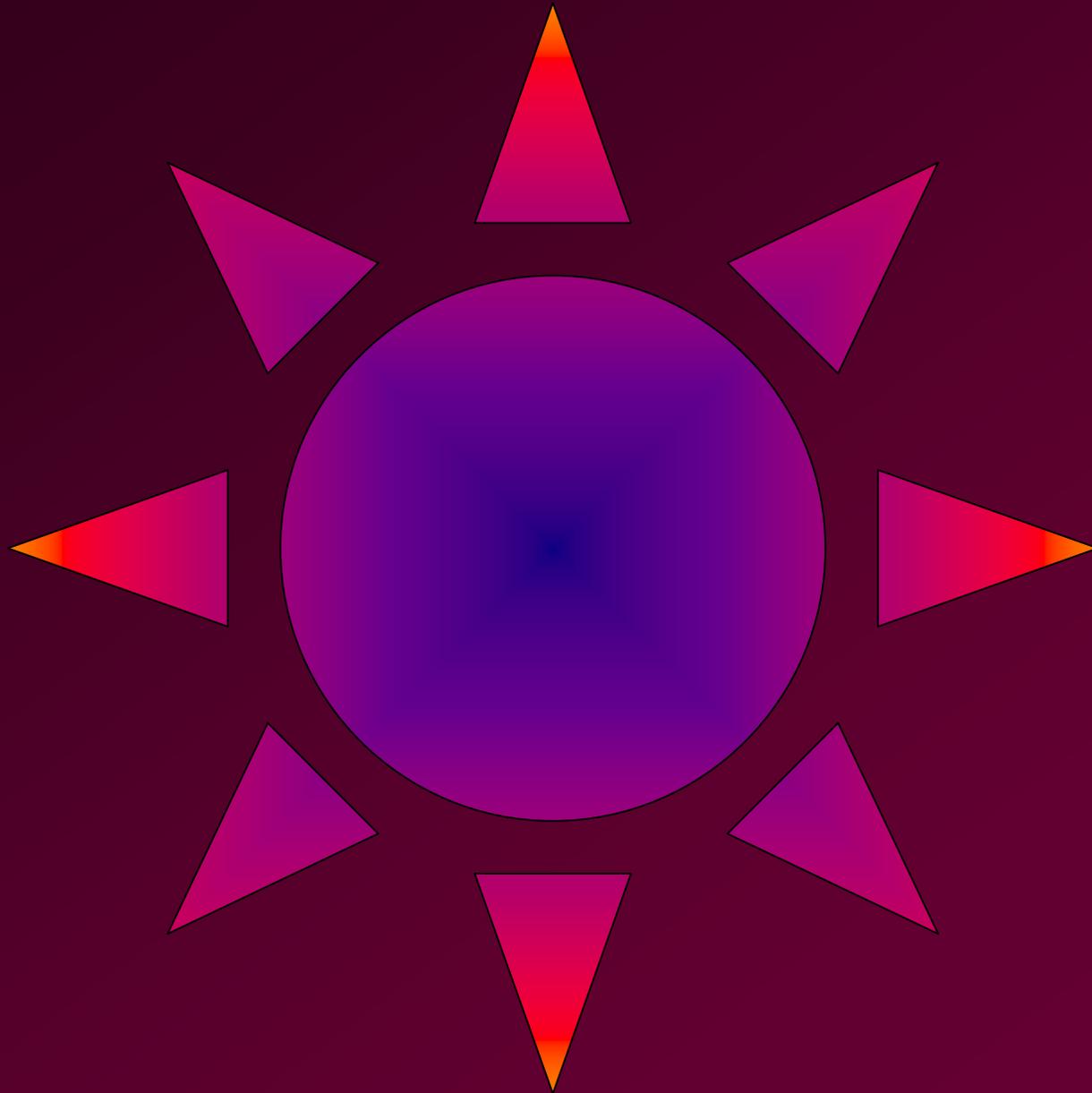
# **ALGUNAS IMPLICACIONES PARA LA MEDIDA Y LA MODELIZACIÓN DE LA S y el DS**

# MEDICIÓN

- **Necesidad de distinguir entre indicadores de sostenibilidad y de desarrollo**
- **Necesidad de indicadores holísticos de propiedades sistémicas fundamentales (vulnerabilidad, resiliencia, transformabilidad, proximidad a bifurcaciones estructurales,...)**
- **Necesidad de indicadores cualitativos que complementen los cuantitativos para atributos no cuantificables**

# MODELIZACIÓN

- **Necesidad de modelos sistémicos del SES**
- **Necesidad de modelos que incluyan cambios estructurales y evolución del SES**
- **Desafío de incluir lo cualitativo en la modelización**
- **Necesidad de considerar la incertidumbre fuerte en la modelización**
- **Importancia de modelización participativa**



**MOLTAS GRACIAS**

**THANK YOU VERY  
MUCH**

**MUCHAS GRACIAS**