

EINES DE MESURA, MODELITZACIÓ I AVALUACIÓ DE LA SOSTENIBILITAT

J.J. de Felipe Blanch*, Bàrbara Sureda Carbonell**

Grup de recerca Sostenibilitat, Tecnologia i Humanisme. Subgrup de Mesura i Modelització de la Sostenibilitat.

C. Colom, 1

08222 – Terrassa, Barcelona, Espanya

Phone: +34 93 739 80 50

Pàgina web:

<http://www.catunesco.upc.es/www/index.php?seccio=rec&pag=modelitzacio&idioma=catala>

felipe@mmt.upc.edu *, barbara.sureda@upc.edu**

Tema/es del congrés: Temes transversals (mesura i modelització de la sostenibilitat)

Tòpic/s transversals: Altres aspectes

RESUM

La recerca en sostenibilitat es troba molt lligada a l'evolució de la ciència de la sistèmica i la complexitat, ja que la mateixa definició de desenvolupament sostenible donada per Brundtland a l'any 1987 parla de conjugar el desenvolupament de les diferents dimensions de la sostenibilitat. De fet, parla de l'evolució d'un sistema complex i d'haver de cobrir no solament les necessitats de les generacions actuals (intrageneracional) si no, també, les necessitats de les generacions futures (intergeneracional). Això, implica l'estudi de les possibles evolucions futures d'aquest sistema complex que conforma el binomi humanitat-medi ambient.

L'evolució històrica de la sistèmica i de la complexitat des de les seves dues perspectives (L. Von Bertalanffy i Kurt Lewin) ha donat lloc a tota una sèrie de metodologies sistèmiques d'anàlisi dels sistemes complexos, que han comportat el desenvolupament de múltiples eines de mesura, modelització i avaluació dels sistemes, les quals es poden aplicar als problemes concrets que ens trobem quan fem recerca en sostenibilitat.

Una de les corrents de la metodologia sistèmica es basa en la visió matemàtica, quantitativa, dels sistemes complexos de L. Von Bertalanffy, la qual va exposar magistralment en la seva obra "Teoria General de Sistemes". Aquesta visió, ha donat lloc a multitud d'eines, com per exemple la dinàmica de sistemes desenvolupada en el MIT en els anys 50 per J.W. Forrester, l'econometria aplicada per relacionar diverses dimensions de la sostenibilitat, les xarxes complexes, etc. Eines que podem aplicar quant treballem amb dades quantitatives i en general, en problemàtiques en les quals el pes del medi ambient (la dimensió de la sostenibilitat més estudiada), és important.

L'altra corrent de la metodologia sistèmica es basa en la visió qualitativa dels sistemes complexos que tenia Kurt Lewin i que l'escola de Tavistock de Londres en els anys 40 va desenvolupar, culminant amb l'obra de P.B. Checkland de l'any 1972 "Systems Research and Behavioral Science". Amb aquesta visió s'han desenvolupat diverses eines, com les proposades per Michel Godet (MICMAC, MACTOR, MORPHOL), multicriterial, taules input-output, etc. Eines que podem utilitzar quant treballem amb

dades qualitatives i en general, en problemàtiques en les quals el pes de les dimensions social i econòmica son importants.

En aquesta ponència volem presentar les dues grans corrents de metodologies sistèmiques i les seves eines, així com les seves possibilitats d'ús.

INTRODUCCIÓ

Els problemes actuals, pràcticament de qualsevol àmbit, s'han de resoldre des del punt de vista de la sostenibilitat. Això implica tenir en compte els impactes, causes, relacions, etc. entre les tradicionals dimensions de la sostenibilitat: social, econòmica, ambiental i institucional (NU, 1992).

Aquestes dimensions conformen un sistema complex (humanitat - medi ambient), amb unes característiques específiques:

- Fortes interrelacions entre les diferents dimensions, que provoquen dificultats de comprensió del propi sistema
- Dificultat de valorar el punt òptim del sistema
- Si apliquen el concepte de sostenibilitat, des del punt de vista dels sistemes, és equivalent a la supervivència del sistema en el temps (propietat emergent dels sistemes oberts)

Aquestes característiques provoquen serioses dificultats a l'hora de prendre decisions i d'aplicar polítiques amb un determinat objectiu, les quals moltes vegades son frustrades per conseqüències no previstes a mig i llarg termini per altres elements del sistema.

Així, tenim múltiples exemples, com el problema de la saturació de les infraestructures viàries terrestres, quan aquestes es saturen les mesures preses habitualment son la construcció de noves infraestructures i l'ampliació de les existents, lo qual produeix una nova crida a la mobilitat i a la llarga, acaba amb una nova saturació. Un altre exemple, serien les polítiques contra la desocupació de finals dels 90 (major flexibilitat laboral, etc.) que van fer baixar la desocupació, però, a la vegada també, van provocar una disminució de la productivitat i dels índexs de formació.

Aquestes situacions provoquen la necessitat de trobar mètodes, metodologies i eines que descriguin d'una manera senzilla les múltiples interrelacions entre els diferents factors i elements que conformen el sistema, amb l'objecte de millorar la comprensió sobre els processos, relacions i interrelacions dels elements del sistema per facilitar la presa de decisions.

MARC METODOLOGIC

Davant d'aquesta situació, és necessari realitzar un esforç per a la representació del conjunt de processos que componen aquestes dinàmiques.

Les metodologies que millor s'adapten a la representació d'aquests fenòmens són les metodologies sistèmiques.

La metodologia sistèmica, considerant els conceptes bàsics de sistemes i l'intertransdisciplinarietat, dona lloc a un nou enfocament que permet l'estudi d'aquesta tipologia de problemes. Els tres interactuen formant una metodologia que integra els conceptes bàsics fonamentals per l'estudi de les dinàmiques i processos dels sistemes.

L'estudi i anàlisi dels sistemes, utilitzant metodologies sistèmiques es basa en l'anomenada modelització dels sistemes. D'aquesta manera es poden realitzar aproximacions conceptuals (simplificades) de la realitat possibilitant l'estudi del seu comportament.

L'èmfasi metodològic es va fer palès des dels inicis del moviment sistèmic, però potser per falta de claredat dels conceptes i per la presumpta facilitat de comprensió i aplicació, les activitats acadèmiques i professionals enfocades al desenvolupament, aplicació i difusió de sistemes han evolucionat molt més que el propi concepte (més desenvolupament en la modelització que en el mètode). Ara bé, cal destacar que avui en dia, pretén convertir-se en el nou paradigma de la ciència.

SISTEMES COMPLEXOS

Les definicions de sistemes complexos són múltiples. L. Von Bertalanffy (Bertalanffy, 1976) va definir què els sistemes complexos són sistemes que estan composts de molts elements que interactuen fortament i donen lloc a un comportament global que en general no es pot preveure coneixent exclusivament el comportament dels elements bàsics. Aquesta propietat és de les denominades propietats emergents dels sistemes complexos.

Un sistema complex està format per diversos elements amb propietats i fites pròpies, que interactuen amb la resta d'elements i amb el medi ambient (sistema extern), produint un intercanvi de matèria, energia i informació. Vist en el seu conjunt el sistema complex té un comportament netament diferent de la suma dels comportaments dels elements que el componen.

L'anàlisi d'un sistema consisteix en la seva dissecció, almenys conceptual, per establir les parts que el formen. Tanmateix, el simple anàlisi d'un sistema no és suficient; no n'hi ha prou amb saber quines són les seves parts. Per comprendre el seu comportament necessitem saber com s'integren; quins són els mecanismes mitjançant els quals es produeix la seva coordinació. Necessitem saber com es produeix la síntesi de les parts en el sistema. La metodologia sistèmica pretén aportar instruments amb què estudiar aquells problemes que resulten de les interaccions que es produeixen al sí d'un sistema, i no de disfuncions de les parts considerades aïlladament. Per tant, aquesta disciplina és la idònia per estudiar el sistema complex format pel binomi humanitat – medi ambient.

MARC METODOLÒGIC HISTÓRIC

En l'estudi dels sistemes, tan important és l'anàlisi com la síntesi. L'èmfasi en la síntesi distingeix la metodologia sistèmica de les metodologies científiques més clàssiques d'anàlisi de la realitat, en les quals es tendeix a sobrevalorar els aspectes analítics en oposició als sintètics, mentre que en la metodologia sistèmica s'adopta una posició més equilibrada. Tan important és l'anàlisi, que ens permet conèixer les parts d'un sistema, com la síntesi, mitjançant la qual estudiem com es produeix la integració d'aquestes parts en el sistema.

A finals dels anys 30 del segle XX, apareix el primer autor, un biòleg, L.Von Bertalanffy, considerat com un dels fundadors de la Teoria General de Sistemes i un dels precursors del moviment de sistemes. És qui a partir de la necessitat de veure a l'organisme vivent com un sistema organitzat, es va donar a la recerca de les lleis que regien el seu comportament, concebant així la idea de la Teoria General de Sistemes com una doctrina interdisciplinària que elabora principis i models aplicables a sistemes en general, i que determina les correspondències o isomorfismes existents entre

sistemes de diferent naturalesa. Aquests esforços van obrir la possibilitat de la unificació de les ciències i més endavant van portar a promoure la investigació de sistemes generals.

L. Von Bertalanffy explícita dos camins possibles que anomena mètodes generals, els quals poden seguir-se separatament o combinadament:

- Mètode empíric-intuïtiu: que es manté a prop de la realitat i que fàcilment pot mostrar-se i verificar-se amb exemples de camps individuals de la ciència, però al qual li falta l'elegància matemàtica i la força deductiva, semblant ingenu i no sistemàtic. És la denominada "Modelització suau".
- Mètode deductiu de teoria sistèmica: que permet la formalització matemàtica dels conceptes, relacions i transformacions existents en un sistema. És la denominada "Modelització dura".

Ara bé, des dels començaments de la Teoria General de Sistemes, bona part de promotors van emfatitzar més les tasques de la construcció de models, en especial els matemàtics.

Aquesta corrent, es desenvolupa massivament a partir de la segona guerra mundial, i dona tot una sèrie d'especialitzacions en aquest sentit. Així, podem destacar al 1954 i 1956 J.G. Mc Closkey i F. N. Trefethen, els quals van editar dos volums en els que van presentar una àmplia varietat de problemes resolts aplicant models, tècniques i eines de la investigació d'operacions en l'administració de sistemes. Al 1957 es va publicar la Introducció a la *Investigació d'Operacions* de C.W. Churchman i R.I. Ackoff (Churchman et al, 1957) que conté un dels primers esforços sistemàtics més rellevants sobre la metodologia de sistemes. Al 1957 H.H. Goode i R.E. Machol van publicar el primer llibre sobre *Enginyeria de Sistemes*.

Paral·lelament al desenvolupament d'aquesta visió sistèmica, amb un fort component matemàtic, es va desenvolupar una altra visió sistèmica procedent del camp de la psicologia i en general de les ciències socials. Des dels anys 40 un grup de sociòlegs de l'Institut Tavistock de Londres de Relacions Humanes, davant de la necessitat i amb el desig de col·laborar en la reestructuració i millora de la producció industrial, devastada per la segona guerra mundial, inspirats i animats per al psicòleg social Kurt Lewin (Lewin, 1957), van dedicar els seus esforços, intervenint en les organitzacions, en aplicar el procés d'investigació-acció desenvolupat per Lewin, partint de la seva teoria de camp per explicar el fenomen psico-social del canvi. Aquesta corrent, culmina amb P.B. Checkland, que des de 1972 (Checkland, 1992), va començar a assenyalar la necessitat de desenvolupar mètodes apropiats per als sistemes suaus i va dedicar el seu esforç en definir-ne un explícit, que es va basar en la teoria de la investigació acció entre altres conceptes. Els resultats del seu esforç els va sintetitzar i concretar al seu llibre de 1981 en el que descriu la metodologia de sistemes suaus.

D'aquests corrents metodològics històrics es deriven dues concepcions de la modelització de sistemes complexos:

- La modelització dura: Models on es coneixen completament els elements i les seves relacions.
 - Models econòmics
 - Models de dinàmica de sistemes
 - Models de xarxes complexes
- La modelització suau: Són models que representen aproximadament les relacions i elements del sistema.
 - Metodologies sobre avaluació, prospectives i escenaris

Aquestes dues corrents són complementàries, així les primeres eines es podem aplicar quan treballem amb dades quantitatives i en general, en problemàtiques en les quals el pes del medi ambient (la dimensió de la sostenibilitat més estudiada), és important. L'altra visió ha desenvolupat diverses eines tal com les proposades per Michel Godet (MICMAC, MACTOR, MORPHOL), multicriterial, taules input-output, etc. Eines, aquestes últimes, que podem utilitzar quan treballem amb dades qualitatives i en general, en problemàtiques en les quals el pes de la dimensió social i econòmica són importants. Per tant, el domini d'aquestes eines ens permet afrontar els nous reptes de la sostenibilitat, es a dir, intentar esbrinar quin és el millor camí que ha d'encarar el sistema humanitat – medi ambient, amb l'objectiu de la seva supervivència a través del temps.

BIBLIOGRAFIA

1. Unitet Nacions.
<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/riodeclaration.htm> (1992).
2. Bertalanffy, L.V. Teoría General de Sistemas. Fondo de Cultura Económica. México (1976).
3. Churchman, C.W., Ackoff, R.L., Arnoff, E.L. Introduction to Operations Research. Wiley, New York (1957)
4. Checkland, P. Pensamiento de Sistemas, Práctica de Sistemas, Limusa, México (1992).
5. Lewin, Kurt (1951) La teoría del campo en la ciencia social, Paidós, Barcelona, 1988.