

## El mundo real es una complejidad organizada que demanda una visión sistémica

*Diversas disciplinas pueden llegar a modelizarse a partir de la noción de sistema*

**El mundo real no es un inmenso agregado de fenómenos sencillos y lineales, sino un conjunto de organismos y entidades complejas interrelacionadas. Es una complejidad organizada que demanda una visión sistémica para ser abordada, así como una metodología ordenada para su estudio. La noción de sistema sirve para el estudio de las situaciones complejas que generalmente se perciben a primera vista como situaciones complicadas, confusas o enmarañadas. Una serie de disciplinas en las que aparecen sistemas complejos pueden llegar a modelizarse a partir de la noción de sistema. Por Charles François**



La condición previa al uso adecuado de la noción de Sistema es la adquisición de una visión sistémica, o sea, no reduccionista. Esto implica considerar al mundo real no sólo como un inmenso agregado de fenómenos sencillos y lineales, sino también como un conjunto de organismos y entidades complejas e interrelacionadas. En otros términos, hay que introducir además del estudio individual de los fenómenos, la consideración de la complejidad organizada en sí.

El contenido de la visión sistémica podría sintetizarse en primera aproximación en la forma siguiente:

- a. Percepción de la naturaleza de entidad del sistema, o sea de su identidad claramente distinta del resto del universo. Así se llega a distinguir al sistema, dentro de su entorno. El entorno del sistema es el universo entero, pero sólo es realmente significativa la parte del universo con la cual mantiene intercambios de cierta importancia y de manera más o menos frecuente.
- b. Reconocimiento de la funcionalidad propia del Sistema y de la naturaleza de su originalidad respecto del entorno. Esto implica contestaciones a las preguntas: ¿Qué hace la entidad?, ¿Qué produce?, ¿Cuáles son sus metas?  
Por otra parte, es también importante tratar de definir con claridad en qué difiere específicamente el orden interior del sistema del orden que reina en el entorno. Por ejemplo, en un mamífero, hay una regulación interna de la temperatura que le garantiza la homeotermia pese a las variaciones amplias de la temperatura en su entorno.
- c. Apreciación correcta de la dependencia del Sistema respecto al entorno y de la naturaleza precisa de esta dependencia. Sería un error confundir la noción de autonomía con la muy distinta, de independencia. Todos los sistemas son autónomos, o sea, se manejan según leyes internas propias. Pero esto se cumple sólo hasta cierto límite. La independencia absoluta implicaría la ausencia también absoluta de intercambios con el entorno y se trata evidentemente de un caso puramente teórico.
- d. Percepción y entendimiento de la complejidad interna del Sistema y de la organización de esta complejidad. El sistema se compone de numerosos elementos organizados en grupos (o subsistemas). Cada grupo tiene por lo general una estructura y una funcionalidad propia y constituye a su vez un sistema, cuyo entorno inmediato es el sistema del cual es parte. La complejidad tiene aspectos estructurales y otros funcionales. Por otra parte se manifiesta por interrelaciones en un mismo nivel entre sub-sistemas, que colaboran directamente o de un modo antagónico. Además existe una complejidad jerárquica, por lo cual niveles superiores de organización se constituyen a partir de las oposiciones en los niveles inferiores y las controlan.
- e. Descubrimiento de los caracteres dinámicos del Sistema. Entre éstos han de señalarse en particular:
  - su carácter generalmente no lineal y las discontinuidades bruscas que suelen manifestarse en sus transformaciones.
  - su capacidad de transformación y las modalidades por las cuales se manifiesta.
  - la estabilidad dinámica que suele mantener durante períodos largos (en escala de su propia duración).
  - su carácter transitorio (equivalente, en las ciencias biológicas a "mortal").

## Entorno significativo

A partir de esta visión sistémica –o, si quiere, de esta capacidad de concebir representaciones complejas– es posible llegar a una metodología ordenada para el estudio de los sistemas. Responde, en una primera aproximación, a la siguiente secuencia de preguntas:

- a. ¿Existe en el campo de la investigación una entidad claramente identificable dentro del entorno global? ¿O eventualmente varias? ¿Cuáles son sus límites? Estas preguntas llevan a definir el entorno significativo. Ejemplos:
- una tribu arcaica en su medio ecológico
  - una célula en un órgano
  - una placa en el conjunto geológico planetario
  - una personalidad en un grupo social
  - una empresa en su marco económico
- b. ¿De qué manera se diferencia el sistema de su entorno? ¿Cómo pueden definirse su funcionalidad y su originalidad propia? ¿Qué produce? ¿Cuál parece ser su funcionalidad? Las contestaciones a estas preguntas pueden ser muy difíciles de encontrar o, al contrario, llegar a parecer obvias. Pero aún en este último caso no es prudente darse por satisfecho con demasiada facilidad porque las apariencias superficiales pueden engañar.
- c. ¿Cuáles son las condiciones realmente básicas de la permanencia del sistema en el entorno? Algunas de estas condiciones son extrínsecas y otras intrínsecas. Pero ambas clases tienen finalmente que ver con el equilibrio del sistema con su entorno. ¿Cuáles son los límites de estas condiciones? Esta pregunta queda muchas veces sin formular porque, en sistemas estables, durante mucho tiempo, no parece tener importancia. Pero eso puede ser un error costoso, ya que el sistema puede encontrarse peligrosamente cerca de sus condiciones límites de existencia, sin que se sepa. ¿Existen otras condiciones limitativas de la actividad del sistema, ya sea efectivas, ya sea latentes?
- d. ¿Cuál es la organización interna del sistema? ¿Cuáles son sus estructuras y subestructuras? ¿Cuáles son sus funciones principales y subordinadas? ¿A qué función corresponde cada estructura? Estas preguntas constituyen un desarrollo del clásico problema cibernético de la "caja negra". Se trata de observar las reacciones del sistema a los estímulos que recibe del exterior, pero cuidándose bien de la introducción de razonamientos abusivamente simplificadores. Por ejemplo, el sistema puede llegar a reaccionar en forma distinta ante dos estímulos sucesivos iguales, por diferencias en algunos de sus estados internos. En consecuencia, hay que desconfiar de las generalizaciones y conclusiones apresuradas.
- e. ¿Cuál es la escala de duración normal del sistema? Por ejemplo, sabemos que un insecto vive –en promedio– dos años y un hombre setenta. Es importante para el establecimiento de la cronología general del sistema. Y este tipo de pregunta queda abierta a la investigación metodológica en caso de sistemas económicos (empresa), políticos (partidos, naciones), sociales (instituciones, asociaciones), o culturales (ideologías, civilizaciones).
- f. ¿Cuáles son sus transformaciones? ¿A qué momento de su existencia ha llegado? Por ejemplo, el crecimiento es biológicamente normal y hasta un límite definido pero se torna patológico más allá de este límite. ¿Cuáles son sus límites de variabilidad y de estabilidad? ¿En qué niveles y en qué plazos se manifiestan? El conocimiento de estos límites permite juzgar la salud o patología del sistema. ¿Tendrá el sistema transformaciones discontinuas? ¿En qué condiciones y de qué tipo?

Aunque la investigación de estos puntos sea difícil, es de gran importancia para la comprensión y la previsión de disturbios y catástrofes imprevistas.

La metodología sistémica general está aún en pleno desarrollo y no existen todavía métodos y modelos muy seguros para el tratamiento de algunos de estos problemas. Sin embargo, se avanza. En publicaciones de [GESI](#), se estudian con más precisión varias de las preguntas señaladas.

## Los usos de la noción de sistema

La noción de sistema sirve para el estudio de las situaciones complejas que generalmente se perciben a primera vista como situaciones complicadas, confusas o enmarañadas.

Empieza a ser útil cuando es necesario llegar al entendimiento de varias entidades de grandes dimensiones, con respecto de los numerosos elementos que las constituyen. En estos casos, el conocimiento de los elementos individuales o de las relaciones que los unen de manera biunívoca y fuera de su contexto

general, no son un sustituto válido.

a. Básicamente, el concepto de Sistema se orienta a la descripción de la complejidad estructural y dinámica según la metodología general ya definida (ver sección anterior) y al uso de métodos especiales que van perfeccionándose y son objeto de otras publicaciones.

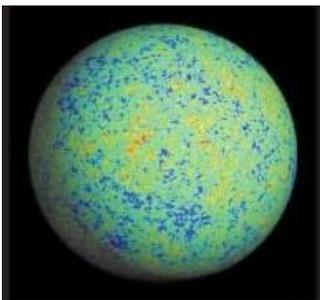
La complejidad estructural se reconoce bajo dos formas distintas que -simplemente- llamaremos, "horizontal" y "vertical", aunque ello sea una simplificación excesiva. La complejidad horizontal se da en un mismo nivel espacial y se refiere a organizaciones o estructuras interrelacionadas bajo el control de un poder de decisión ubicado en un nivel de orden superior. La complejidad vertical se refiere al escalonamiento jerárquico de las estructuras y organizaciones de control o mando.

b. El otro aspecto esencial del sistema es su carácter dinámico y la naturaleza de estos dinamismos que se encuentran interrelacionados de manera compleja tanto "horizontal" como "verticalmente".

Presentan además características que los diferencian de los sencillos dinamismos de los fenómenos aislados de su contexto. Estos son por lo general lineales o reducibles a lineales, ya sea porque obedecen a un determinismo monocausal clásico, ya sea porque sumados (pero no interconectados) ofrecen regularidades de origen aleatorio.

Los sistemas, al contrario, manifiestan dinamismos interactivos no siempre continuos ni biunívocos, que suelen presentar regularidades cíclicas, pero también rupturas bruscas que llevan a mutaciones estructurales y funcionales.

c. He aquí un censo breve e incompleto de las disciplinas en las cuales aparecen sistemas complejos, que pueden llegar a modelizarse a partir de la noción de sistema.



### **Disciplinas complejas**

En cada caso, se ha tratado de dar –al menos– un ejemplo de algún objeto de estudio específico, aunque quienes dominen específicamente cada disciplina lo harían –con seguridad– más ampliamente.

### **Astronomía y cosmología**

Es muy probable que sea factible generalizar la noción de sistemas en astronomía y cosmología. Un "sistema" planetario (el planeta y sus satélites) o un "sistema" de tipo solar (una estrella y sus planetas) son claramente sistemas. Es muy probable que lo sean también las galaxias y -de hecho- varias teorías modernas tratan al universo entero como un sistema, lo que es discutible por otra parte, ya que plantea el problema de la existencia de un sistema total, sin entorno y por lo tanto aislado.

### **Geografía y geología**

En geología, el triunfo del concepto de la tectónica de las placas de Wegener muestra al planeta como un sistema integrado compuesto de sub-sistemas en interacciones. A largo plazo (en términos geológicos), la deriva de los continentes permite esbozar una dinámica de los procesos sistémicos geológicos. A corto plazo, las "catástrofes" sísmicas y volcánicas dan un buen ejemplo de dinámica con discontinuidades.

En geografía, la noción de sistema puede sin duda aplicarse a zonas físicas de características definidas y a su evolución. Los atolones del Pacífico, los grandes desiertos, la taiga y la tundra siberiana, la pampa argentina, la selva o la sabana africana o el sertão brasileño, pueden servir de ejemplos de sistemas coherentes y dinámicamente estables aunque relacionados con un entorno muy vasto y susceptible de desequilibrarse por acción del hombre.

### **Climatología y meteorología**

En climatología, el descubrimiento progresivo de grandes variaciones geológicas e históricas del clima del planeta es una insinuación de la posible existencia de un sistema integrado del clima.

La noción de sistema puede probablemente aplicarse también a climas zonales y a sus variaciones quizás cíclicas.

En meteorología, las microvariaciones diarias podrían llegar a interpretarse –en forma clara– sólo en el marco de condiciones sistémicas generales que justifiquen las interacciones observadas. Pero resta efectuar un trabajo considerable de registro y de coordinación de datos.

### **Ecología**

La ecología es una disciplina de elección para la definición de sistema. Es difícil concebir algún fenómeno ecológico que no se inscriba dentro del marco de un sistema integrado. Los grandes ciclos del agua, del oxígeno, del carbón, del azufre, del nitrógeno, del fósforo y de sus compuestos químicos en el planeta, constituyen –cada uno– un sistema integrado el cual, a su vez, es parte del ecosistema planetario (Odum, Duvignaud, etc.).

La noción es también de aplicación en el estudio de los biótopos locales de cualquier especie (comunidades vegetales, animales, suelos, lagos, etc.).

En unión con la antropología cultural, el estudio de la influencia del entorno sobre el grupo humano y de éste sobre su entorno, difícilmente puede concebirse sin recurrir a la misma noción de sistema.

### **Biología**

Desde los enunciados originales de L. von Bertalanffy hace 60 años, la Biología no cesó de tornarse cada vez más sistémica (o, en los términos de Bertalanffy, organísmica). El propio concepto de Sistema ha salido de las ciencias biológicas y es probablemente en éstas que ha conocido hasta ahora su desarrollo más conveniente.

Todo ser viviente y también toda función orgánica puede estudiarse en términos de sistema. Esto se percibe con toda claridad en las obras de numerosos biólogos contemporáneos (Cannon, Woodger, Vendryes, Selye, Waddington, Rashevsky, De Duve, Pattee, etc.).

### **Demografía**

La demografía se encuentra desde algunos años en un proceso notable de profundización teórica. No se preocupa ya esencialmente de reunir datos estadísticos vitales y de ordenarlos simplemente en vista a producir extrapolaciones más o menos válidas.

Los demógrafos más agudos, advierten la necesidad de comprender las causas profundas de las evoluciones de las poblaciones a mediano y largo plazo, si quiere llegarse a previsiones más exactas y válidas. Varios de ellos se orientan –actualmente– hacia la genética de las poblaciones y descubren que cada población es un sistema complejo en evolución más o menos regulada dentro de su entorno.

### **Psicología**

La aparición de la Teoría General de Sistemas estuvo ligada, en cierta medida, al desarrollo del concepto de forma ("Gestalt").

Con respecto al sentido de "organización compleja de elementos", W. Kohler y K. Koffka pueden considerarse, en cierto modo, como co-fundadores de la teoría.

El aprendizaje y la formación de la mente humana (o animal) se parecen al proceso de construcción progresiva de un sistema integrado en interacción con un entorno constituido por un horizonte perceptivo material y cultural. La teoría está aún por ser edificada, pero Waddington, Vendryes, Bateson, Steinbuch y otros han dado ya varios pasos importantes.

### **Antropología cultural**

Tradicionalmente, la Antropología Cultural estudia "culturas", o sea grupos de hombres que presentan una cohesión manifiesta, tanto en el tiempo como en el espacio, y constituyen entidades fácilmente reconocibles entre otras entidades vecinas de su misma naturaleza. Esta definición del objeto de estudio de la Antropología Cultural parece ser un calco de la noción de sistemas.

Aquí también los primeros pasos han sido dados, por Malinowski (funcionalismo), por C.L. Levi-Strauss (estructuralismo), por Radcliffe Brown y otros. Es significativo además, que Margaret Mead (antropóloga cultural) fuera un puntal de la "Society for General Systems Research" de Estados Unidos, de la cual fue presidente.

### **Lingüística**

El movimiento estructuralista nació principalmente a partir de la Lingüística tal como lo entendieron de Saussure, Troubetzkoi, Malinberg, Chomsky y otros. Parece además que cualquier idioma es una estructura no cerrada y en evolución. Si se agrega la dimensión temporal a la estructural, el terreno parece propicio también aquí para el uso de la noción de sistema.

### **Historia**

La Historia se preocupa de las transformaciones de los grupos humanos a través del tiempo. Si bien, durante muchos siglos esta disciplina se ha mantenido en lo superficial y anecdótico (salvo honrosas excepciones, como por ejemplo Tucídides en la antigüedad), los historiadores modernos se han encaminado hacia un concepto global de la historia, considerando a las poblaciones enteras y la totalidad de sus actividades como temas de estudio (Spengler, Rostovtzeff, Sorokin, Toynbee y ahora en Francia, Braudel, Le Roy Ladurie, Duby, y Chaunu). Por otra parte se va profundizando el estudio de los mecanismos históricos (Vendryes).

## **Economía**

La Economía en su totalidad podría definirse como la actividad metabólica material y energética de los grupos humanos en su correspondiente entorno. Además de los ciclos sistémicos de la ecología natural, han aparecido con el nombre de ciclos nuevos, que resultan de la interacción del hombre con el medio. Hasta ahora se les dirigió poca atención porque no parecían encerrar problema alguno. Sin embargo, la rarefacción incipiente y progresiva de algunas materias primas empieza a crear problemas de gastos de explotación y de transporte, y la producción masiva de descartes, engendra problemas de contaminación y de reciclaje. Todos estos problemas son típicamente sistémicos.

Asimismo, dentro del marco general de la Economía, son muchas las entidades reconocibles como sistemas: zonas económicas, empresas, monopolios privados o estatales, el estado nacional mismo en su carácter económico.

Hasta ahora, pocos economistas piensan en términos sistémicos. Sin embargo, los indicios de una probable evolución en tal dirección son aparentes en la obra de Leontieff por ejemplo y en los estudios de N. Georgescu-Roegen, de M. Edel, E. Schumacher, R. Passet, E. Mishan, etc.

## **Sociología**

El aspecto caótico de las sociedades contemporáneas y la impotencia manifiesta de los sociólogos para proponer remedios eficientes a males mundiales como el sub-desarrollo, la violencia, la drogadicción, la alienación, el racismo, la burocratización, la quiebra de los valores, la crisis de las instituciones, etc., demuestran que el sociólogo está muy lejos del ingeniero, y aún del médico por ejemplo.

Al parecer, eso resulta del estado en gran parte empírico, estadístico e ideológico de la Sociología actual. Limitarse a buenas descripciones de sucesos, a la acumulación y clasificación de datos o a teorizar a partir de algún sistema de valores implícito o explícito (pero cuyo significado se prohíbe discutir) no puede llevar a explicación válida alguna y menos a descubrir acciones eficientes.

Sin embargo, hay indicios que permiten pensar que los grupos humanos podrían modelizarse en términos de Cibernética y de Sistémica ya que no son simples conglomerados no organizados y fugaces, de individuos. Muy poco se ha hecho hasta ahora y lo que se hizo no escapa a la crítica. Aparte de Sorokin, en cuya obra están latentes nociones de Cibernética y de Sistémica general, los esfuerzos más recientes se deben a Talcott Parsons, K. Deutsch, D. Easton y S.N. Eisenstadt. W. Buckley, en su libro "La Sociología y la teoría moderna de los Sistemas", da una buena idea de lo que se podría hacer.

## **Prospectiva**

Si se considera que la Prospectiva tiene por tema el estudio de los futuros posibles (futuribles) de los sistemas económicos y sociales, se entiende que, desde el vamos, padece de las insuficiencias de estas disciplinas. Por otra parte, se ha desarrollado hasta ahora bajo la forma de una serie de técnicas no muy claramente vinculadas entre sí. Algunas son de carácter empírico, otras son aplicaciones de técnicas matemáticas a problemas de extrapolación o de proyección estadística. Todos estos métodos tienen su utilidad en casos definidos.

Sin embargo, no permiten –por lo general– el estudio de la evolución coherente de sistemas complejos, ni tampoco de las interacciones entre fenómenos en varios niveles de espacio y tiempo. Se advierte, entonces, que una metodología Sistémica y Cibernética podría ser de gran utilidad en Prospectiva.

## **Otras disciplinas**

Varias otras disciplinas parecen poder beneficiarse de los conceptos metodológicos de la Cibernética y de la Sistémica. Para no alargar demasiado la lista, se enumeran simplemente algunas:

- **La Epistemología**
- **El Derecho**
- **La Ciencia Política**
- **La Planificación**
- **El Urbanismo**
- **La Psicología Social**
- **La Psiquiatría**

La noción de Sistema y sus distintos aspectos tendrán, no obstante, que ser reconsiderados en cada caso, para evitar la caída en un formalismo desprovisto de significado verdadero.

Charles François es desde 1951 investigador en Cibernética y Sistémica y Presidente Honorario del [GESI](#) (Grupo de Estudio de Sistemas Integrados), rama argentina de la [ISSS](#) (International Society for the System Sciences). Es miembro de [ALAS](#) (Asociación Latinoamericana de Sistemas) y miembro del Consejo de Redacción de las siguientes revistas: Systems Research (USA), Systems Practice (UK), Revue Internationale de Systémique (París), Revista Internacional de Sistemas (Madrid), Sistémica (Lima). Es autor de numerosos trabajos publicados en actas y en revistas, además de su monumental obra International Encyclopedia of Systems and Cybernetics (2 tomos). GESI e ISSS, junto a IFSR, auspician en agosto próximo en Argentina un [Seminario Internacional sobre Sistémica Transdisciplinar](#) con motivo de la 1ra. Reunión Regional de ALAS (Buenos Aires, YMCA, Agosto 7-8-9).

Charles François

Artículo leído 1628 veces