

TEORIA GENERAL DE SISTEMAS¹

I. LA NOCION DE SISTEMA

1. A modo de primera aproximación, el concepto de Sistema puede definirse en los siguientes términos:

Un Sistema es una entidad autónoma dotada de una cierta permanencia y constituida por elementos interrelacionados, que forman subsistemas estructurales y funcionales. Se transforma, dentro de ciertos límites de estabilidad gracias a regulaciones internos que le permiten adaptarse a las variaciones de su entorno específico.

Esta definición implica que el sistema ha de ser identificable por su coherencia fenomenológica. Ha de corresponder a un conjunto de observaciones relativas a una entidad claramente reconocible como tal. Como ejemplos se pueden citar: un ser viviente, una empresa, un biótomo, una ciudad, una nación, etc.

2. El Sistema se diferencia así. Claramente, de los sistemas que son objeto de estudio, del Análisis de Sistemas. Estos se constituyen, por lo general, a partir de elementos y procesos arbitrariamente elegidos, con el simple fin de resolver un problema determinado.

Por lo general, el Sistema considerado por el Analista de Sistemas es un fragmento del Sistema global; los fragmentos restantes interesan, en una medida muy restringida: por ejemplo: como fuentes de ingresos o receptores de egresos generalmente a corto plazo.

Frecuentemente, se postula la invariancia de estos elementos o procesos, considerados como exteriores, y casi siempre se pasan por alto las eventuales regulaciones recíprocas que puede unirlos entre sí y con el sistema tomado como unidad integrada.

En general, el carácter sistémico de este último es meramente postulado, aunque en forma implícita, pero no es estudiado. En consecuencia, no se llega prácticamente nunca a evaluar:

- su grado verdadero de coherencia (y por lo tanto de estabilidad) interna
- su grado de autonomía respecto a su entorno

¹ Society for General Systems Research, Teoría General de Sistemas, GESI, Buenos Aires, 2006.
<http://www.gesi-online.com.ar/>

- la verdadera naturaleza de su funcionalidad (en tanto que sea realmente funcional).

3. Pero conviene tratar de definir de manera más precisa el contenido original del concepto de "Sistema".

Uno puede preguntarse sí, más allá de un deseo humanístico de volver a un tipo de conceptualización de gran alcance, el enfoque sistémico pretende ser una filosofía o una metodología. Además es necesario establecer en qué puede contribuir el concepto, al desarrollo de la ciencia y del pensamiento en general.

4. Como primera contestación a estas preguntas, se podría decir que el concepto de sistema surgió como reacción frente al problema, cada vez más grave, de la creciente estrechez de miras de muchos especialistas y de sus lamentables consecuencias prácticas. (Conviene destacar que el concepto fue creado y pulido por especialistas ansiosos de salir de sus respectivas torres de marfil: biólogos - economistas - sociólogos - etc.).

Esta estrechez de miras produce por ahora, en prácticamente todos los ámbitos, una avalancha de estos "remedios peores que el mal"... Es algo que se verifica fácilmente en Economía, en Ecología, en Medicina, etc.

Los remedios suelen desencadenar reacciones violentas o - insidiosas, a veces dentro del ámbito en que fueron aplicados, aunque también, frecuentemente, fuera de esos límites, propagando la desorganización en lugar de remediarla. Los ejemplos abundan, desde la crisis monetaria mundial hasta las enfermedades iatrogénicas pasando por el desorden creciente en las grandes metrópolis. (Jay Forrester, creador de la Dinámica de Sistemas emitió diagnósticos agudos en esta materia - aunque quizás discutibles en algunos aspectos).

5. El concepto de Sistema es básicamente una "máquina mental" de ensanchar miras, forjando conceptos o modelos:

- que abarcan un conjunto más amplio de datos
- que organizan estos datos entre sí, buscando de manera tan exhaustiva como sea posible correlaciones significativas
- que los agrupan en sub-entidades o sub-procesos significativos
- que jerarquizan estas sub-entidades y estos sub-procesos

6. Es importante entender que el sistema como "máquina conceptual" o metodología para forjar, conceptos, apunta al nacimiento de una ciencia de los conceptos idóneos.

Este último término da a entender, que se trata de una metodología fenomenológica, que quiere y necesita valorar sus propias creaciones en función de las realidades percibidas. Sí bien el Sistema es una abstracción, lo es a partir de lo real, y ello de acuerdo a una metodología lo más rigurosa posible.

Por otra parte, esta abstracción - mediante convenciones apropiadas- sirve como modelo de los sistemas reales sometidos a estudio.

7. La realidad fenomenológica se nos presenta bajo dos aspectos complementarios inseparables: lo estructural estático y lo funcional dinámico.

El Sistema es un modelo estructural-funcional. Reconoce que los dos aspectos han de estar correctamente integrados, y que puede razonarse solamente en forma transitoria y con muchas precauciones, teniendo en cuenta sólo uno de ellos.

El problema de la coherencia entre ambos es central en materia de modelos de sistemas.

8. De lo que antecede pueden sacarse algunas conclusiones sobre la utilidad práctica del concepto de sistema, el cual apunta a:

- remediar la fragmentación casi esquizofrénica del saber científico y de algunas de sus aplicaciones cada vez más aberrantes, tendientes a contaminar todo el cuerpo social
- plasmar una metodología de arbitraje entre las necesidades, real o aparentemente opuestas, contradictorias o incompatibles de la evolución de procesos de todo tipo relacionados entre sí. (Una nueva manera de encarar el concepto hegeliano relativo a la secuencia: tesis - antítesis - síntesis).
- adecuar y armonizar las estructuras y las funciones
- reintegrar las valiosas técnicas del Análisis de Sistemas y de la Dinámica de Sistemas (Forrester) en una síntesis que evitará los análisis mal fundados y las dinámicas aberrantes

- constituir un polo organizador para una cantidad de teorías diversas que tienen que ver con el estudio de los sistemas complejos, entre otras:
 - * la teoría de los conjuntos difusos
 - * la teoría de las jerarquías
 - * la teoría de las catástrofes
 - * la teoría de la percolación
 - * la teoría de los atractores caóticos
 - * la teoría de los grafos
 - * la teoría de los fractales
 - * la teoría de la estabilidad dinámica
 - * la termodinámica de los sistemas irreversibles
 - * la taxonomía de estructuras y funciones sistémicas
 - * la teoría de la autopoiesis
 - * la teoría de las regulaciones contraaleatorias
 - * la teoría de la semi-aleatoriedad

(Nota: todas estas teorías serán objeto de publicaciones ulteriores).

II. EL CONTENIDO FUNDAMENTAL DEL CONCEPTO DE SISTEMA

1. El concepto de sistema es Fenomenológico

- a. Como todo lo que llegamos a plasmar mentalmente, es un esquema acerca de la realidad percibido, pero no es la realidad misma. De ésta estamos separados:
 - por nuestras percepciones, específicas de nuestra condición biológica humana
 - por nuestro adiestramiento perceptivo, típico de nuestra condición cultural
 - por nuestra forma personal de conceptualizar, o sea, abstraer esquemas de nuestras percepciones, en función de la organización de nuestro cerebro
- b. Nuestros-esquemas pueden ser de varias clases,-por ejemplo:
 - esquemas míticos o Ideológicos (culturales)

- esquemas racionales (transculturales)
- c. Entre los esquemas racionales, también los hay de varios tipos-
 - estructurales o funcionales
 - especiales, locales o generales
- d. El esquema que llamamos Sistema quiere ser de tipo totalizador, No está centrado en un fragmento diminuto extraído de la realidad observada, sino en un fragmento amplio, relacionado con su entorno correspondiente. Así, el ser humano en su ambiente ecológico. Así, una empresa en el universo económico.

2. El concepto de Sistema es complejo

- a. Un sistema, siendo la representación conceptual de algo complejo, tiene que ser también complejo.
- b. Por lo tanto comporta partes, que son subsistemas funcionales y estructurales a la vez. En el ser humano, el sistema circulatorio, el sistema respiratorio, etc. son ejemplos. En una empresa, el servicio de fabricación, el de ventas, el de contaduría, son otros ejemplos.

Un sub-sistema se caracteriza por el hecho que su existencia se justifica y es posible sólo dentro del sistema y en relación con los otros sub-sistemas. Fuera del sistema perece, en general, muy pronto, o por lo menos pierde todo carácter funcional.

- c. Los sub-sistemas están generalmente muy conectados entre sí y funcionan interrelacionados. En biología, H. Selye describió muy claramente este proceso (síndrome General de adaptación). En una empresa, las interconexiones son también evidentes.
- d. Los sub-sistemas suelen a su vez estar constituidos por sub--sub-sistemas aún más especializados y diferenciados, aunque siempre enmarcados dentro del sistema,

El aparato circulatorio, por ejemplo, es un conjunto complejo de estructuras y órganos especializados del mismo modo, en una empresa, la fabricación depende de la correcta coordinación de los depósitos, talleres, cadenas de fabricación, etc.

3. El concepto de Sistema es estructural

- a. El mundo de los fenómenos, por la naturaleza de nuestras percepciones se nos presenta ya sea como objeto, ya sea como movimiento. Pero la dicotomía está muy probablemente introducida por nosotros mismos, como tiende a demostrarlo la evolución reciente de las ciencias.
- b. El sistema es, por un lado, objeto, o sea un conjunto es estructurado de elementos que podemos percibir como conjunto de formas en un momento dado. Tiene una forma ("Gestalt"). El aspecto de la estructura es estático: nos resulta frecuentemente difícil percibir sus deformaciones y, aún percibiéndolas, tenemos una tendencia a creer en la inmutable permanencia de la estructura, sin darnos cuenta que no es más que una manifestación, en un momento dado, de un fenómeno en evolución (ver punto4).
- c. Las estructuras no son caprichosas. Corresponden a interconexiones definidas de sub-sistemas y elementos entre sí. Estas interconexiones tienen un significado funcional. Esto implica que todas las estructuras no son posibles o-significativas (ver J. Miller). Las estructuras pueden además usarse para la descripción del sistema y de su organización. Su carácter funcional implica también que no son solamente sincrónicas, sino que tienen un significado diacrónico.
- d. El aspecto estructural del sistema puede usarse como modelo para la descripción estática de sistemas reales usando algunas técnicas matemáticas apropiadas (conjuntos, grafos, etc.). Son factibles descripciones "anatómicas" de organizaciones empresariales, de tribus arcaicas, etc.

4. El concepto de Sistema es funcional

- a. El sistema refleja la naturaleza funcional de los sistemas reales. Un sistema real cumple funciones. Por ejemplo; el ser viviente mantiene una autonomía dentro de su medio durante mucho tiempo, metabolizando alimentos extraídos del medio. Así desarrolla y después mantiene sus estructuras. Así, también produce algunos egresos característicos. Lo mismo vale para una empresa u otros cuerpos económicos o sociales.
- b. El carácter funcional del sistema refleja el hecho de que los sistemas reales que representa, se manifiestan por el desarrollo de un número de procesos

coordinados entre sí. Estos procesos se mantienen en el marco de la funcionalidad general del sistema. Esto significa que si un proceso se torna aberrante en este sentido, aún así nada lo hace imposible en sí mismo, bien pronto retornará al marco general o provocará la desintegración del sistema. (La proliferación cancerosa constituye un, ejemplo biológico).

- c. Los procesos, al igual que las estructuras, son jerarquizados. En general, a las sub-estructuras de los sub-sistemas, corresponden sub-funciones. Ninguna descripción funcional parcial puede ser satisfactoria si no tiene en cuenta la necesidad de coherencia funcional global del sistema (crf. Jay Forrester y las críticas que la han sido- dirigidas respecto a sus mega-modelos, de los cuales el más conocido es el "Modelo del Mundo" del Club de Roma).
 - d. El aspecto funcional del sistema permite usarlo como modelo básico para la descripción dinámica de sistemas reales. En este caso también, pueden usarse técnicas matemáticas apropiadas. Pero el problema de la descripción matemática es más difícil de lo que parece, ya que no es sólo el caso de definir una función general válida de una vez y para siempre. La correcta descripción de los sistemas necesitará de la constitución de una matemática de la complejidad estructural y dinámica hacia la cual apuntan por ejemplo la teoría de las catástrofes de Thom, el juego de la vida de Conway, y la teoría de los atractores.
5. El concepto de Sistema es termo-dinámico
- a. El sistema es modelo de sistemas reales que hacen, crecen, se estabilizan y, al cabo de largo tiempo, se desorganizan y se desintegran. Por esta razón, se aplica en especial a los sistemas biológicos, ecológicos, fisiológicos, psicológicos, demográficos y sociológicos (entre estos últimos, los sistemas económicos y organizacionales).
 - b. Todos estos sistemas se individualizan por diferenciación y por génesis a partir del entorno. Esta diferenciación se obtiene por captación de energía, materia e información transferida dentro del sistema, a través de las fronteras, una vez establecidas. Los ingresos captados sirven a la edificación de las estructuras del sistema durante el período de crecimiento y, más tarde, al mantenimiento de las mismas. En otros términos, sirven para el cumplimiento de las funciones específicas del sistema.

- c. El Sistema presenta pues típicos fenómenos de ana-, meta- y cata- bolismo. El estudio de estos fenómenos puede inclusive contribuir, muy significativamente, al conocimiento del sistema, ya que éste se presenta en muchos casos como una caja negra, en el sentido cibernético.
- d. Por el hecho de usar energía metabolizándola, el sistema presenta un importante aspecto termodinámico. Es Prácticamente una máquina para luchar contra el segundo principio, el cual formaliza la degradación de la energía y la maximización de la entropía.
- e. El segundo principio parece violado, ya que localmente, dentro del sistema, la organización o la información aumentan (crf. Onsager, De Donder-, Prigogine, etc.). Sin embargo, dentro del sistema de orden superior constituido por el sistema y su entorno el segundo principio permanece inalterado. Además, un Sistema en sí mismo tiene una duración larga, pero no eterna. Cuando se desintegra, vuelve a la norma termodinámica. hasta puede decirse que su desintegración es termodinámica por naturaleza.
- f. El -sistema que absorbe cantidades excesivas de energía puede reaccionar por la creación de nuevas estructuras más complejas llamadas "disipativas". En algunos casos, da lugar a la aparición de un sistema nuevo más complejo (Prigogine).

6. El concepto de Sistema es Cibernético

- a. Sí uno recuerda que el Sistema es jerarquizado, tanto estructural como funcionalmente y que, además, funciones y estructuras se compenentran Y dependen recíprocamente unas de otras, se entiende fácilmente que ha de incluir mecanismos de regulación.
- b. Efectivamente, el equilibrio del Sistema puede describirse en términos de retroalimentaciones (feed-backs) reiterativas (negativas o positivas).
- c. Los conceptos de la Cibernética tienen también que ver con la idea de que las estructuras del sistema son básicamente sistemas de Información mantenidos en estado de estabilidad dinámica. El mantenimiento de las estructuras corresponde al de la variedad interna del sistema (crf. Ashby), y es necesario

para salvaguardar la capacidad del sistema a resistir agresiones provenientes del entorno y potencialmente destructoras del variado orden interno. Según la fórmula de Ashby, puede lucharse mediante las reservas de variedad interna (principio de la Necesidad de redundancia de aplicación directa en informática).

- d. Todo lo anterior implica la posibilidad de estudiar y describir el Sistema en términos de Cibernética general. Pero es siempre muy importante cuidar el pasaje de la Cibernética general a lo que se podría llamar la "cibernética conversada", ya que las deformaciones simplistas se introducen con gran facilidad en el lenguaje cotidiano.

7. El concepto de Sistema es prospectivista

- a. El Sistema, en su doble aspecto estructural y funcional, se presta a ser descrito en algún momento, en su forma estática "de ese momento". También admite un estudio coordinado de sus variaciones y de sus transformaciones a través del tiempo. Permite por lo tanto la previsión.
- b. Pero esta noción tiene que ser aceptada con varias reservas:
- la relación del sistema con su entorno tiene que conocerse con suficiente precisión. Caso contrario el sistema puede reaccionar de manera imprevisible frente a un estímulo imprevisto).
 - la estructura y el significado funcional del sistema tienen que ser lo suficientemente conocidos para evitar errores acerca de la verdadera naturaleza del sistema, y la imposición de modificaciones mal planificadas y finalmente nocivas.
 - se necesita saber de manera precisa si el sistema está en crecimiento, en estado de estabilidad dinámica, o en fase de autodestrucción

La falta de estos conocimientos o las extrapolaciones, si se hacen, son riesgosas. Hay numerosos ejemplos de tales extrapolaciones y equivocaciones en la práctica.

- c. El objetivo general del estudio del Sistema es la modificación de sus estructuras y comportamientos. Esto es sumamente peligroso si el sistema es insuficientemente conocido porque puede generar una desorganización parcial o total del sistema y hasta su destrucción (J. Forrester). El presente párrafo da la razón fundamental del estudio del concepto de Sistema.

8. La semántica del concepto de Sistema

- a. Sería una gran ilusión creer que nuestros modelos son necesariamente fieles, correctos y usables sin restricciones ni controles. Muchos problemas y unos cuantos grandes desastres han tenido sus orígenes en un modelo falso de la realidad. En efecto, como señala Stafford BEER, "el modelo interviene entre el decididor y la situación". En caso de ser deformante, el modelo deforma tanto la apreciación de la situación como la acción del decididor. Es por lo tanto muy importante poder apreciar correctamente el grado de fiabilidad de los modelos. Su isomorfismo total con el sistema real es Imposible. Pero además; su homorfismo es por lo general mucho menor de lo que se cree.
- b. Otro problema que surge con los modelos es que la gente se acostumbra a manipular el modelo, creyendo que manipula la realidad -- o al revés (crf. Korzybski: El mapa no es el territorio). Este error muy común se traduce pronto por una pérdida total o parcial del control de la situación.
- c. Otra dificultad muy grande es el malentendido sobre el poder verdadero de nuestras intervenciones. El hombre se nutre de la ilusión de que es todopoderoso y puede modificar cualquier sistema a su gusto. En general se producen retroalimentaciones no siempre previstas- y más importantes cuanto más se demora en actuar. Un peligro muy grande en este sentido es la introducción en el sistema que pretendemos manejar, de una realimentación positiva o negativa sin compensación, capaz de destrozarlo por una acción persistente no compensada.

III: EL MANEJO DE LA NOCION DE SISTEMA

1. 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.

2. 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 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 la 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 estos 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").

3. 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 también 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 que manera se diferencia el sistema de su entorno? ¿Cómo pueden definirse su funcionalidad y su originalidad propia? ¿Qué produce? ¿Cuál parece ser su finalidad? Las contestaciones a estas preguntas pueden ser muy difíciles de encontrar o, al contrario, llevar 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 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). ¿Cuáles son sus transformaciones? ¿En 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 sanidad o el estado patológico 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 la Asociación, se estudian con más precisión varias de las preguntas señaladas.

IV LOS USOS DE LA NOCION 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 y 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 valedero.

- a. Básicamente, el concepto de Sistema se orienta a la descripción de la complejidad estructural y dinámica según una metodología general ya definida (ver Sección III) 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 sea ello 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 control o 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 mono causal clásico, ya sea porque sumados (pero no interconectados) ofrecen regularidades de origen aleatorio.

Los sistemas al contrario manifiestan dinamismos interactivos no siempre continuos ni biunivocos; 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.

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.

1. 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.

2. Geografía y geología

En geología, el reciente triunfo del concepto de la tectónica de las placas de Wegener muestra al planeta como un sistema integrado compuesto de subsistemas 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

3. 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.

4. Ecología

La ecología es una disciplina de elección para la noción 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.

5. Biología

Desde los enunciados originales de L. von Bertalanffy hace 50 años, la biología no cesó de hacerse cada vez más alstémica (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.).

6. 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 describir 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.

7. 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", V/. 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.

8. 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 Nalinowski (funcionalismo), por C.L. Levi-Strauss (estructuralismo), por Radcliffe Brown y otros. Es significativo además, que Margaret Mead fuera un puntal de la "Society for General Systems Research" de Estados Unidos, de la cual fue Presidente.

9. Lingüística

El movimiento estructuralista, como es bien sabido, nació principalmente a partir de la Lingüística tal como lo entendieron de Saussure, Troubetzkoi, Malmberg, 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.

10. 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 lo anecdótico (salvo honrosas excepciones, como por ejemplo Thucydides 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)

11. 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 hombre 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, muchas son 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 W Edel, E. Schumacher, R. Passet, E. Wishan, etc.

12. Sociología

El aspecto caótico de las sociedades contemporáneas y la impotencia

manifiesta de los sociólogos para proponer remedios eficientes a males mundiales como el subdesarrollo, 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 de la eficiencia del ingeniero, y aún del médico por ejemplo.

Al parecer, eso resulta del estado aún 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 medios de acción eficiente.

Sin embargo hay indicios que permiten pensar que los grupos humanos podrían modelizarse en términos de Cibernética y de T.G.S. ya que 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.

13. Perspectiva

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 de tiempo. Parece entonces que una metodología generalista y cibernética podría ser de gran utilidad en Prospectiva.

14. Otras disciplinas

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

- 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 sin embargo, que ser reconsiderados en cada caso, para evitar la caída en un formalismo desprovisto de significado verdadero.