



Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

Marcelo Arnold, Ph.D. y **Francisco Osorio**, M.A. Departamento de Antropología. Universidad de Chile

Introducción

En un sentido amplio, la Teoría General de Sistemas (TGS) se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad y, al mismo tiempo, como una orientación hacia una práctica estimulante para formas de trabajo transdisciplinarias.

En tanto paradigma científico, la TGS se caracteriza por su perspectiva holística e integradora, en donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que a partir de ellas emergen. En tanto práctica, la TGS ofrece un ambiente adecuado para la interrelación y comunicación fecunda entre especialistas y especialidades.

Bajo las consideraciones anteriores, la TGS es un ejemplo de perspectiva científica (Arnold & Rodríguez, 1990a). En sus distinciones conceptuales no hay explicaciones o relaciones con contenidos preestablecidos, pero sí con arreglo a ellas podemos dirigir nuestra observación, haciéndola operar en contextos reconocibles.

Los objetivos originales de la Teoría General de Sistemas son los siguientes:

- a) Impulsar el desarrollo de una terminología general que permita describir las características, funciones y comportamientos sistémicos.
- b) Desarrollar un conjunto de leyes aplicables a todos estos comportamientos y, por último,
- c) Promover una formalización (matemática) de estas leyes.

La primera formulación en tal sentido es atribuible al biólogo Ludwig von Bertalanffy (1901-1972), quien acuñó la denominación "Teoría General de Sistemas". Para él, la TGS debería constituirse en un mecanismo de integración entre las ciencias naturales y sociales y ser al mismo tiempo un instrumento básico para la formación y preparación de científicos.

Sobre estas bases se constituyó en 1954 la *Society for General Systems Research*, cuyos objetivos fueron los siguientes:

- a) Investigar el isomorfismo de conceptos, leyes y modelos en varios campos y facilitar las transferencias entre aquellos.
- b) Promoción y desarrollo de modelos teóricos en campos que carecen de ellos.
- c) Reducir la duplicación de los esfuerzos teóricos
- d) Promover la unidad de la ciencia a través de principios conceptuales y metodológicos unificadores.

Como ha sido señalado en otros trabajos, la perspectiva de la TGS surge en respuesta al agotamiento e inaplicabilidad de los enfoques analítico-reduccionistas y sus principios mecánico-causales (Arnold & Rodríguez, 1990b). Se desprende que el principio clave en que se basa la TGS es la noción de totalidad orgánica, mientras que el paradigma anterior estaba fundado en una imagen inorgánica del mundo.



A poco andar, la TGS concitó un gran interés y pronto se desarrollaron bajo su alero diversas tendencias, entre las que destacan la cibernética (N. Wiener), la teoría de la información (C.Shannon y W.Weaver) y la dinámica de sistemas (J.Forrester).

Si bien el campo de aplicaciones de la TGS no reconoce limitaciones, al usarla en fenómenos humanos, sociales y culturales se advierte que sus raíces están en el área de los sistemas naturales (organismos) y en el de los sistemas artificiales (máquinas). Mientras más equivalencias reconozcamos entre organismos, máquinas, hombres y formas de organización social, mayores serán las posibilidades para aplicar correctamente el enfoque de la TGS, pero mientras más experimentemos los atributos que caracterizan lo humano, lo social y lo cultural y sus correspondientes sistemas, quedarán en evidencia sus inadecuaciones y deficiencias (**sistemas triviales**).

No obstante sus limitaciones, y si bien reconocemos que la TGS aporta en la actualidad sólo aspectos parciales para una moderna Teoría General de Sistemas Sociales (TGSS), resulta interesante examinarla con detalle. Entendemos que es en ella donde se fijan las distinciones conceptuales fundantes que han facilitado el camino para la introducción de su perspectiva, especialmente en los estudios ecológico culturales (e.g. M.Sahlins, R.Rappaport), politológicos (e.g. K.Deutsch, D.Easton), organizaciones y empresas (e.g. D.Katz y R.Kahn) y otras especialidades antropológicas y sociológicas.

Finalmente, los autores quieren agradecer a Juan Enrique Opazo, Andrea García, Alejandra Sánchez y Carolina Oliva, quienes dieron origen a este documento en una versión de 1991, bajo el proyecto de investigación SPITZE.

Definiciones Nominales para Sistemas Generales

Siempre que se habla de sistemas se tiene en vista una totalidad cuyas propiedades no son atribuibles a la simple adición de las propiedades de sus partes o componentes.

En las definiciones más corrientes se identifican los sistemas como conjuntos de elementos que guardan estrechas relaciones entre sí, que mantienen al sistema directo o indirectamente unido de modo más o menos estable y cuyo comportamiento global persigue, normalmente, algún tipo de objetivo (**teleología**). Esas definiciones que nos concentran fuertemente en procesos sistémicos internos deben, necesariamente, ser complementadas con una concepción de sistemas abiertos, en donde queda establecida como condición para la continuidad sistémica el establecimiento de un flujo de relaciones con el ambiente.

A partir de ambas consideraciones la TGS puede ser desagregada, dando lugar a dos grandes grupos de estrategias para la investigación en sistemas generales:

- a. Las perspectivas de sistemas en donde las distinciones conceptuales se concentran en una relación entre el todo (sistema) y sus partes (elementos).
- b. Las perspectivas de sistemas en donde las distinciones conceptuales se concentran en los procesos de frontera (sistema/ambiente).
- c. En el primer caso, la cualidad esencial de un sistema está dada por la interdependencia de las partes que lo integran y el orden que subyace a tal interdependencia. En el segundo, lo central son las corrientes de entradas y de salidas mediante las cuales se establece una relación entre el sistema y su ambiente. Ambos enfoques son ciertamente complementarios.

Clasificaciones Básicas de Sistemas Generales

- a. Es conveniente advertir que no obstante su papel renovador para la ciencia clásica, la TGS no se despegó – en lo fundamental– del modo cartesiano (separación sujeto/objeto). Así forman parte de sus problemas tanto la definición del status de realidad de sus objetos, como el desarrollo de un instrumental analítico



adecuado para el tratamiento lineal de los comportamientos sistémicos (esquema de causalidad). Bajo ese marco de referencia los sistemas pueden clasificarse de las siguientes maneras:

- b. Según su entidad los sistemas pueden ser agrupados en reales, ideales y modelos. Mientras los primeros presumen una existencia independiente del observador (quien los puede descubrir), los segundos son construcciones simbólicas, como el caso de la lógica y las matemáticas, mientras que el tercer tipo corresponde a abstracciones de la realidad, en donde se combina lo conceptual con las características de los objetos.
- c. Con relación a su origen los sistemas pueden ser naturales o artificiales, distinción que apunta a destacar la dependencia o no en su estructuración por parte de otros sistemas.
- d. Con relación al ambiente o grado de aislamiento los sistemas pueden ser cerrados o abiertos, según el tipo de intercambio que establecen con sus ambientes. Como se sabe, en este punto se han producido importantes innovaciones en la TGS (**observación de segundo orden**), tales como las nociones que se refieren a procesos que aluden a estructuras disipativas, autorreferencialidad, autoobservación, autodescripción, autoorganización, reflexión y autopoiesis (Arnold, M. & D. Rodríguez. 1991).

Bases Epistemológicas de la Teoría General de Sistemas

Según Bertalanffy (1976) se puede hablar de una filosofía de sistemas, ya que toda teoría científica de gran alcance tiene aspectos metafísicos. El autor señala que "teoría" no debe entenderse en su sentido restringido, esto es, matemático, sino que la palabra teoría está más cercana, en su definición, a la idea de paradigma de Kuhn. El distingue en la filosofía de sistemas una ontología de sistemas, una epistemología de sistemas y una filosofía de valores de sistemas.

La ontología se aboca a la definición de un sistema y al entendimiento de cómo están plasmados los sistemas en los distintos niveles del mundo de la observación, es decir, la ontología se preocupa de problemas tales como el distinguir un *sistema real* de un *sistema conceptual*. Los sistemas reales son, por ejemplo, galaxias, perros, células y átomos. Los sistemas conceptuales son la lógica, las matemáticas, la música y, en general, toda construcción simbólica. Bertalanffy entiende la ciencia como un subsistema del sistema conceptual, definiéndola como *unsistema abstraído*, es decir, un sistema conceptual correspondiente a la realidad. El señala que la distinción entre sistema real y conceptual está sujeta a debate, por lo que no debe considerarse en forma rígida.

La epistemología de sistemas se refiere a la distancia de la TGS con respecto al positivismo o empirismo lógico. Bertalanffy, refiriéndose a sí mismo, dice: "En filosofía, la formación del autor siguió la tradición del neopositivismo del grupo de Moritz Schlick, posteriormente llamado Círculo de Viena. Pero, como tenía que ser, su interés en el misticismo alemán, el relativismo histórico de Spengler y la historia del arte, aunado a otras actitudes no ortodoxas, le impidió llegar a ser un buen positivista. Eran más fuertes sus lazos con el grupo berlinés de la Sociedad de Filosofía Empírica en los años veintitantos; allí descollaban el filósofo-físico Hans Reichenbach, el psicólogo A. Herzberg y el ingeniero Parseval (inventor del dirigible)". Bertalanffy señala que la epistemología del positivismo lógico es fisicalista y atomista. Fisicalista en el sentido que considera el lenguaje de la ciencia de la física como el único lenguaje de la ciencia y, por lo tanto, la física como el único modelo de ciencia. Atomista en el sentido que busca fundamentos últimos sobre los cuales asentar el conocimiento, que tendrían el carácter de indubitable. Por otro lado, la TGS no comparte la causalidad lineal o unidireccional, la tesis que la percepción es una reflexión de cosas reales o el conocimiento una aproximación a la verdad o la realidad. Bertalanffy señala "[La realidad] es una interacción entre conocedor y conocido, dependiente de múltiples factores de naturaleza biológica, psicológica, cultural, lingüística, etc. La propia física nos enseña que no hay entidades últimas tales como corpúsculos u ondas, que existan independientemente del observador. Esto conduce a una filosofía 'perspectivista' para la cual la física, sin dejar de reconocerle logros en su campo y en otros, no representa el monopolio del conocimiento. Frente al reduccionismo y las teorías que declaran que la realidad no es 'nada sino' (un montón de partículas físicas, genes, reflejos, pulsiones o lo que sea), vemos la ciencia como una de las 'perspectivas' que el hombre, con su dotación y



servidumbre biológica, cultural y lingüística, ha creado para vérselas con el universo al cual está 'arrojado' o, más bien, al que está adaptado merced a la evolución y la historia".

La filosofía de valores de sistemas se preocupa de la relación entre los seres humanos y el mundo, pues Bertalanffy señala que la imagen de ser humano diferirá si se entiende el mundo como partículas físicas gobernadas por el azar o como un orden jerárquico simbólico. La TGS no acepta ninguna de esas visiones de mundo, sino que opta por una visión heurística.

Finalmente, Bertalanffy reconoce que la teoría de sistemas comprende un conjunto de enfoques que difieren en estilo y propósito, entre las cuales se encuentra la teoría de conjuntos (Mesarovic) , teoría de las redes (Rapoport), cibernética (Wiener), teoría de la información (Shannon y Weaver), teoría de los autómatas (Turing), teoría de los juegos (von Neumann), entre otras. Por eso, la práctica del análisis aplicado de sistemas tiene que aplicar diversos modelos, de acuerdo con la naturaleza del caso y con criterios operacionales, aun cuando algunos conceptos, modelos y principios de la TGS –como el orden jerárquico, la diferenciación progresiva, la retroalimentación, etc.– son aplicables a grandes rasgos a sistemas materiales, psicológicos y socioculturales.

Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

AMBIENTE

Se refiere al área de sucesos y condiciones que influyen sobre el comportamiento de un sistema. En lo que a **complejidad** se refiere, nunca un sistema puede igualarse con el ambiente y seguir conservando su identidad como sistema. La única posibilidad de relación entre un sistema y su ambiente implica que el primero debe absorber selectivamente aspectos de éste. Sin embargo, esta estrategia tiene la desventaja de especializar la selectividad del sistema respecto a su ambiente, lo que disminuye su capacidad de reacción frente a los cambios externos. Esto último incide directamente en la aparición o desaparición de **sistemas abiertos**.

ATRIBUTO

Se entiende por atributo las características y propiedades **estructurales** o **funcionales** que caracterizan las partes o componentes de un sistema.

CIBERNETICA

Se trata de un campo interdisciplinario que intenta abarcar el ámbito de los procesos de control y de comunicación (**retroalimentación**) tanto en máquinas como en seres vivos. El concepto es tomado del griego *kibernetes* que nos refiere a la acción de timonear una goleta (N.Wiener.1979).

CIRCULARIDAD

Concepto **cibernético** que nos refiere a los procesos de autocausación. Cuando A causa B y B causa C, pero C causa A, luego A en lo esencial es autocausado (**retroalimentación, morfostásis, morfogénesis**).

COMPLEJIDAD

Por un lado, indica la cantidad de elementos de un sistema (complejidad cuantitativa) y, por el otro, sus potenciales interacciones (conectividad) y el número de estados posibles que se producen a través de éstos (**variedad, variabilidad**). La complejidad sistémica está en directa proporción con su variedad y variabilidad, por lo tanto, es siempre una medida comparativa. Una versión más sofisticada de la TGS se funda en las nociones de diferencia de complejidad y variedad. Estos fenómenos han sido trabajados por la **cibernética** y están asociados a los postulados de R.Ashby (1984), en donde se sugiere que el número de estados posibles que puede alcanzar el ambiente es prácticamente infinito. Según esto, no habría sistema capaz de igualar tal variedad, puesto que si así fuera la identidad de ese sistema se diluiría en el ambiente.



CONGLOMERADO

Cuando la suma de las partes, componentes y **atributos** en un conjunto es igual al todo, estamos en presencia de una totalidad desprovista de **sinergia**, es decir, de un conglomerado (Johannsen. 1975:31-33).

ELEMENTO

Se entiende por elemento de un sistema las partes o componentes que lo constituyen. Estas pueden referirse a objetos o procesos. Una vez identificados los elementos pueden ser organizados en un **modelo**.

ENERGIA

La energía que se incorpora a los sistemas se comporta según la ley de la conservación de la energía, lo que quiere decir que la cantidad de energía que permanece en un sistema es igual a la suma de la energía importada menos la suma de la energía exportada (**entropía, negentropía**).

ENTROPIA

El segundo principio de la termodinámica establece el crecimiento de la entropía, es decir, la máxima probabilidad de los sistemas es su progresiva desorganización y, finalmente, su homogeneización con el ambiente. Los sistemas cerrados están irremediablemente condenados a la desorganización. No obstante hay sistemas que, al menos temporalmente, revierten esta tendencia al aumentar sus estados de organización (**negentropía, información**).

EQUIFINALIDAD

Se refiere al hecho que un sistema vivo a partir de distintas condiciones iniciales y por distintos caminos llega a un mismo estado final. El fin se refiere a la mantención de un estado de **equilibrio** fluyente. "Puede alcanzarse el mismo estado final, la misma meta, partiendo de diferentes condiciones iniciales y siguiendo distintos itinerarios en los procesos orgánicos" (von Bertalanffy. 1976:137). El proceso inverso se denomina **multifinalidad**, es decir, "condiciones iniciales similares pueden llevar a estados finales diferentes" (Buckley. 1970:98).

EQUILIBRIO

Los estados de equilibrios sistémicos pueden ser alcanzados en los sistemas abiertos por diversos caminos, esto se denomina **equifinalidad** y multifinalidad. La mantención del equilibrio en sistemas abiertos implica necesariamente la importación de recursos provenientes del **ambiente**. Estos recursos pueden consistir en flujos energéticos, materiales o **informativos**.

EMERGENCIA

Este concepto se refiere a que la descomposición de sistemas en unidades menores avanza hasta el límite en el que surge un nuevo nivel de emergencia correspondiente a otro sistema cualitativamente diferente. E. Morin (Arnold. 1989) señaló que la emergencia de un sistema indica la posesión de cualidades y **atributos** que no se sustentan en las partes aisladas y que, por otro lado, los **elementos** o partes de un sistema actualizan propiedades y cualidades que sólo son posibles en el contexto de un sistema dado. Esto significa que las propiedades immanentes de los componentes sistémicos no pueden aclarar su emergencia.

ESTRUCTURA

Las interrelaciones más o menos estables entre las partes o componentes de un sistema, que pueden ser verificadas (identificadas) en un momento dado, constituyen la estructura del sistema. Según Buckley (1970) las clases particulares de interrelaciones más o menos estables de los componentes que se verifican en un momento dado constituyen la estructura particular del sistema en ese momento, alcanzando de tal modo una suerte de



"totalidad" dotada de cierto grado de continuidad y de limitación. En algunos casos es preferible distinguir entre una estructura primaria (referida a las relaciones internas) y una hiperestructura (referida a las relaciones externas).

FRONTERA

Los sistemas consisten en totalidades y, por lo tanto, son indivisibles como sistemas (**sinergia**). Poseen partes y componentes (**subsistema**), pero estos son otras totalidades (**emergencia**). En algunos sistemas sus fronteras o límites coinciden con discontinuidades estructurales entre estos y sus ambientes, pero corrientemente la demarcación de los límites sistémicos queda en manos de un observador (**modelo**). En términos operacionales puede decirse que la frontera del sistema es aquella línea que separa al sistema de su entorno y que define lo que le pertenece y lo que queda fuera de él (Johannsen. 1975:66).

FUNCION

Se denomina función al **output** de un sistema que está dirigido a la mantención del sistema mayor en el que se encuentra inscrito.

HOMEOSTASIS

Este concepto está especialmente referido a los organismos vivos en tanto sistemas adaptables. Los procesos homeostáticos operan ante variaciones de las condiciones del ambiente, corresponden a las compensaciones internas al sistema que sustituyen, bloquean o complementan estos cambios con el objeto de mantener invariante la estructura sistémica, es decir, hacia la conservación de su forma. La mantención de formas dinámicas o trayectorias se denomina **homeorrosis (sistemas cibernéticos)**.

INFORMACION

La información tiene un comportamiento distinto al de la energía, pues su comunicación no elimina la información del emisor o fuente. En términos formales "la cantidad de información que permanece en el sistema (...) es igual a la información que existe más la que entra, es decir, hay una agregación neta en la entrada y la salida no elimina la información del sistema" (Johannsen. 1975:78). La información es la más importante corriente **negentrópica** de que disponen los sistemas complejos.

INPUT / OUTPUT (modelo de)

Los conceptos de input y output nos aproximan instrumentalmente al problema de las **fronteras y límites en sistemas abiertos**. Se dice que los sistemas que operan bajo esta modalidad son procesadores de entradas y elaboradores de salidas.

Input

Todo sistema abierto requiere de recursos de su ambiente. Se denomina input a la importación de los recursos (**energía, materia, información**) que se requieren para dar inicio al ciclo de actividades del sistema.

Output

Se denomina así a las corrientes de salidas de un sistema. Los outputs pueden diferenciarse según su destino en **servicios, funciones y retroinputs**.

ORGANIZACIÓN

N. Wiener planteó que la organización debía concebirse como "una interdependencia de las distintas partes organizadas, pero una interdependencia que tiene grados. Ciertas interdependencias internas deben ser más



importantes que otras, lo cual equivale a decir que la interdependencia interna no es completa" (Buckley. 1970:127). Por lo cual la organización sistémica se refiere al patrón de **relaciones** que definen los estados posibles (**variabilidad**) para un sistema determinado.

MODELO

Los modelos son constructos diseñados por un observador que persigue identificar y mensurar relaciones sistémicas complejas. Todo **sistema real** tiene la posibilidad de ser representado en más de un modelo. La decisión, en este punto, depende tanto de los objetivos del modelador como de su capacidad para distinguir las **relaciones** relevantes con relación a tales objetivos. La esencia de la modelística sistémica es la simplificación. El metamodelo sistémico más conocido es el esquema **input-output**.

MORFOGENESIS

Los sistemas complejos (humanos, sociales y culturales) se caracterizan por sus capacidades para elaborar o modificar sus formas con el objeto de conservarse viables (**retroalimentación positiva**). Se trata de procesos que apuntan al desarrollo, crecimiento o cambio en la forma, estructura y estado del sistema. Ejemplo de ello son los procesos de diferenciación, la especialización, el aprendizaje y otros. En términos **cibernéticos**, los procesos causales mutuos (**circularidad**) que aumentan la desviación son denominados morfogenéticos. Estos procesos activan y potencian la posibilidad de adaptación de los sistemas a ambientes en cambio.

MORFOSTASIS

Son los procesos de intercambio con el ambiente que tienden a preservar o mantener una forma, una organización o un estado dado de un sistema (**equilibrio, homeostasis, retroalimentación negativa**). Procesos de este tipo son característicos de los sistemas vivos. En una perspectiva **cibernética**, la morfostasis nos remite a los procesos causales mutuos que reducen o controlan las desviaciones.

NEGENTROPIA

Los sistemas vivos son capaces de conservar estados de organización improbables (**entropía**). Este fenómeno aparentemente contradictorio se explica porque los sistemas abiertos pueden importar energía extra para mantener sus estados estables de organización e incluso desarrollar niveles más altos de improbabilidad. La negentropía, entonces, se refiere a la energía que el sistema importa del ambiente para mantener su organización y sobrevivir (Johannsen. 1975).

OBSERVACION (de segundo orden)

Se refiere a la nueva **cibernética** que incorpora como fundamento el problema de la observación de sistemas de observadores: se pasa de la observación de sistemas a la observación de sistemas de observadores.

RECURSIVIDAD

Proceso que hace referencia a la introducción de los resultados de las operaciones de un sistema en él mismo (**retroalimentación**).

RELACION

Las relaciones internas y externas de los sistemas han tomado diversas denominaciones. Entre otras: efectos recíprocos, interrelaciones, organización, comunicaciones, flujos, prestaciones, asociaciones, intercambios, interdependencias, coherencias, etcétera. Las relaciones entre los elementos de un sistema y su ambiente son de vital importancia para la comprensión del comportamiento de sistemas vivos. Las relaciones pueden ser recíprocas



(**circularidad**) o unidireccionales. Presentadas en un momento del sistema, las relaciones pueden ser observadas como una red estructurada bajo el esquema **input/output**.

RETROALIMENTACION

Son los procesos mediante los cuales un sistema abierto recoge información sobre los efectos de sus decisiones internas en el medio, información que actúa sobre las decisiones (acciones) sucesivas. La retroalimentación puede ser negativa (cuando prima el control) o positiva (cuando prima la amplificación de las desviaciones). Mediante los mecanismos de retroalimentación, los sistemas regulan sus comportamientos de acuerdo a sus efectos reales y no a programas de **outputs** fijos. En los sistemas complejos están combinados ambos tipos de corrientes (**circularidad**, **homeostasis**).

Retroalimentación negativa

Este concepto está asociado a los procesos de autorregulación u **homeostáticos**. Los sistemas con retroalimentación negativa se caracterizan por la mantención de determinados objetivos. En los sistemas mecánicos los objetivos quedan instalados por un sistema externo (el hombre u otra máquina).

Retroalimentación positiva

Indica una cadena cerrada de relaciones causales en donde la variación de uno de sus componentes se propaga en otros componentes del sistema, reforzando la variación inicial y propiciando un comportamiento sistémico caracterizado por un autorreforzamiento de las variaciones (**circularidad**, **morfogénesis**). La retroalimentación positiva está asociada a los fenómenos de crecimiento y diferenciación. Cuando se mantiene un sistema y se modifican sus metas/fines nos encontramos ante un caso de retroalimentación positiva. En estos casos se aplica la relación desviación-amplificación (Mayurama. 1963).

RETROINPUT

Se refiere a las salidas del sistema que van dirigidas al mismo sistema (**retroalimentación**). En los sistemas humanos y sociales éstos corresponden a los procesos de autorreflexión.

SERVICIO

Son los **outputs** de un sistema que van a servir de **inputs** a otros sistemas o **subsistemas** equivalentes.

SINERGIA

Todo sistema es sinérgico en tanto el examen de sus partes en forma aislada no puede explicar o predecir su comportamiento. La sinergia es, en consecuencia, un fenómeno que surge de las interacciones entre las partes o componentes de un sistema (**conglomerado**). Este concepto responde al postulado aristotélico que dice que "el todo no es igual a la suma de sus partes". La totalidad es la conservación del todo en la acción recíproca de las partes componentes (**teleología**). En términos menos esencialistas, podría señalarse que la sinergia es la propiedad común a todas aquellas cosas que observamos como sistemas.

SISTEMAS (dinámica de)

Comprende una metodología para la construcción de modelos de sistemas sociales, que establece procedimientos y técnicas para el uso de lenguajes formalizados, considerando en esta clase a sistemas socioeconómicos, sociológicos y psicológicos, pudiendo aplicarse también sus técnicas a sistemas ecológicos. Esta tiene los siguientes pasos:



a) observación del comportamiento de un sistema real, b) identificación de los componentes y procesos fundamentales del mismo, c) identificación de las estructuras de **retroalimentación** que permiten explicar su comportamiento, d) construcción de un **modelo** formalizado sobre la base de la cuantificación de los **atributos** y sus **relaciones**, e) introducción del modelo en un computador y f) trabajo del modelo como modelo de simulación (Forrester).

SISTEMAS ABIERTOS

Se trata de sistemas que importan y procesan elementos (**energía**, materia, **información**) de sus ambientes y esta es una característica propia de todos los sistemas vivos. Que un sistema sea abierto significa que establece intercambios permanentes con su ambiente, intercambios que determinan su **equilibrio**, capacidad reproductiva o continuidad, es decir, su viabilidad (**entropía negativa**, **teleología**, **morfogénesis**, **equifinalidad**).

SISTEMAS CERRADOS

Un sistema es cerrado cuando ningún elemento de afuera entra y ninguno sale fuera del sistema. Estos alcanzan su estado máximo de equilibrio al igualarse con el medio (**entropía**, **equilibrio**). En ocasiones el término sistema cerrado es también aplicado a sistemas que se comportan de una manera fija, rítmica o sin variaciones, como sería el caso de los circuitos cerrados.

SISTEMAS CIBERNETICOS

Son aquellos que disponen de dispositivos internos de autocomando (autorregulación) que reaccionan ante informaciones de cambios en el ambiente, elaborando respuestas variables que contribuyen al cumplimiento de los fines instalados en el sistema (**retroalimentación**, **homeorrosis**).

SISTEMAS TRIVIALES

Son sistemas con comportamientos altamente predecibles. Responden con un mismo **output** cuando reciben el **input** correspondiente, es decir, no modifican su comportamiento con la experiencia.

SUBSISTEMA

Se entiende por subsistemas a conjuntos de **elementos** y **relaciones** que responden a **estructuras** y **funciones** especializadas dentro de un sistema mayor. En términos generales, los subsistemas tienen las mismas propiedades que los sistemas (**sinergia**) y su delimitación es relativa a la posición del observador de sistemas y al **modelo** que tenga de éstos. Desde este ángulo se puede hablar de subsistemas, sistemas o supersistemas, en tanto éstos posean las características sistémicas (**sinergia**).

TELEOLOGIA

Este concepto expresa un modo de explicación basado en causas finales. Aristóteles y los Escolásticos son considerados como teleológicos en oposición a las causalistas o mecanicistas.

VARIABILIDAD

Indica el máximo de relaciones (hipotéticamente) posibles ($n!$).

VARIEDAD

Comprende el número de elementos discretos en un sistema (v = cantidad de elementos).

VIABILIDAD



Indica una medida de la capacidad de sobrevivencia y adaptación (**morfostásis, morfogénesis**) de un sistema a un medio en cambio.

Bibliografía

Arnold, M. "Teoría de Sistemas, Nuevos Paradigmas: Enfoque de Niklas Luhmann". Revista Paraguaya de Sociología. Año 26. Nº75. Mayo-Agosto. 1989. Páginas 51-72.

Arnold, M & D. Rodríguez. "El Perspectivismo en la Teoría Sociológica". Revista Estudios Sociales (CPU). Santiago. Chile. Nº64. 1990ª.

Arnold, M & D. Rodríguez. "Crisis y Cambios en la Ciencia Social Contemporánea". Revista de Estudios Sociales (CPU). Santiago. Chile. Nº65. 1990b.

Ashby, W.R. "Sistemas y sus Medidas de Información". En: von Bertalanffy, et. al. Tendencias en la Teoría General de los Sistemas. Alianza Editorial. Madrid. 3ª Edición. 1984.

Bertalanffy Von, L. Teoría General de los Sistemas. Editorial Fondo de Cultura Económica. México. 1976.

Bertalanffy Von, L. "The Theory of Open Systems in Physics and Biology". En: Science. Nº3. 1959. Páginas 23-29.

Buckley, W. La Sociología y la Teoría Moderna de los Sistemas. Editorial Amorrortu. Buenos Aires. 1973.

Forrester, J.W. Principles of Systems. Wright-Allen Press. 1968.

Hall, A.D. & R.E. Fagen. "Definition of System". En: General Systems. Jg 1. 1975. Páginas 18.28.

Johannsen, O. Introducción a la Teoría General de Sistemas. Facultad de Economía y Administración. Universidad de Chile. 1975.

Mayurama, M. "The Second Cybernetics: Deviation-Amplifying Mutual Causal Processes". En: American Scientist. 1963. Páginas 164-179.

Rodríguez, D. & M. Arnold. Sociedad y Teoría de Sistemas. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 1991.

Wiener, N. Cibernética y Sociedad. Editorial Sudamericana. Buenos Aires. 1979.