

# Teoría de Sistemas

*...pensamos demasiado de prisa,  
sin requerir un poco de silencio,  
y al mismo tiempo en diferentes asuntos  
incluso en las condiciones más desfavorables.  
Esto no ayuda en nada.*

## Introducción

La teoría de la organización y la práctica administrativa han experimentado cambios sustanciales en años recientes. La información proporcionada por las ciencias de la administración y la conducta ha enriquecido a la teoría tradicional. Estos esfuerzos de investigación y de conceptualización a veces han llevado a descubrimientos divergentes. Sin embargo, surgió un enfoque que puede servir como base para lograr la convergencia, el enfoque de sistemas, que facilita la unificación de muchos campos del conocimiento. Dicho enfoque ha sido usado por las ciencias físicas, biológicas y sociales, como marco de referencia para la integración de la teoría organizacional moderna.

En las décadas de los años 40, 50 y 60 del siglo XX se desarrolló una gran diversidad de aproximaciones en las diferentes ciencias. Aproximaciones teóricas con características en común: deficiencias para conceptualizar fenómenos, la no explicación de algunos de ellos y la no aplicabilidad de los enfoques analítico-reduccionistas y sus principios mecánico-causales, a raíz de ello surge como respuesta la perspectiva de la *Teoría de sistemas*, siendo su principio clave la noción de totalidad orgánica<sup>1</sup>. El primer modelo y su teoría es atribuible al biólogo Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) en la década de 1940, quien acuñó la denominación *teoría general de sistemas* (TGS). 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 de formación científica.

La meta de la *Teoría general de sistemas* no es buscar analogías entre las ciencias, sino tratar de evitar la superficialidad científica que las estancó. Para ello emplea como instrumento, modelos utilizables y transferibles entre varias disciplinas, y que dicha extrapolación sea posible e integrable a ellas. Se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad y, al mismo tiempo, como una

---

<sup>1</sup> Hasta la mitad del siglo XX la mayoría de las ciencias poseían como soporte paradigmático de sus teorías los principios de la simplificación: la **disyunción** (el conocimiento de un todo sólo es posible por separación en sus componentes) y la **reducción** (el conocimiento del todo se obtiene con el conocimiento de sus componentes más simples). El concepto clave de esta concepción es el determinismo, es decir, la explicación de los fenómenos a sus causas determinantes. El procedimiento determinista es el resultado de la aplicación de la lógica mecánica de la máquina artificial a los problemas de lo vivo y lo social. La consecuencia, una visión lineal que oculta el azar, la novedad y un cúmulo de elementos que ocurren.

orientación hacia una práctica estimulante para formas de trabajo transdisciplinarias. La TGS parece proporcionar un marco teórico unificador en todas las disciplinas, y donde se necesita emplear conceptos tales como organización, totalidad, interacción dinámica, no linealidad,...<sup>2</sup>.

La palabra sistema viene del griego *synistanai* y contiene nociones que significan reunir, juntar, colocar juntos. En la actualidad el concepto de sistema hace referencia a una unidad, un todo integrado, un conjunto, cuyas propiedades y características emergen de las relaciones y conexiones entre los elementos que lo configuran y del todo con el entorno en el cual se halla inscrito. "Comprender las cosas sistémicamente significa literalmente colocarlas en un contexto, establecer la naturaleza de sus relaciones." [Capra, 1996].

Bertalanffy bajo el nombre de "Teoría general de sistemas" con la ayuda de otros como David Rapaport organizó un modelo comprensivo que considera<sup>3</sup>:

1. Hay una tendencia general hacia una integración en varias ciencias naturales y sociales.
2. Tal integración parece centrarse en una teoría general de sistemas.
3. Una teoría puede ser un medio importante para apuntar hacia la teoría exacta en los campos no físicos de la ciencia.
4. Desarrollando principios unificadores que vayan "verticalmente" por el universo de las ciencias individuales, esta teoría nos acerca más a la meta de la unidad de la ciencia.
5. Esto puede conducir a una muy necesitada integración en la educación científica.

La TGS generó un gran interés para el desarrollo de diversas tendencias, entre las que destacan la Cibernética (N. Wiener), la Teoría de la información (C. Shannon y W. Weaver), Dinámica de sistemas (J. Forrester), Las Ciencias de la complejidad (Stacey, Morin).

Norbert Weiner identificó la Cibernética (1948) como la ciencia que estudia los sistemas y en especial los sistemas recursivos con la noción central del control y el feedback. También se desarrollaron otras teorías: teoría clásica de sistemas; informática y simulación; teoría de compartimentos; teoría de redes; teoría de jerarquías; teoría de información (Shannon y Weaver) y teoría matemática de juegos (von Neumann y Morgenstern), entre otras.

Por eso, el análisis de sistemas utiliza 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, etcétera–, son aplicables a grandes rasgos a sistemas materiales, psicológicos y socioculturales.

---

<sup>2</sup> El mecanicismo veía al mundo seccionado en partes cada vez más pequeñas; la teoría general de sistemas veía la realidad como estructuras cada vez más grandes dada la complejización de las interacciones.

<sup>3</sup> Bajo estas consideraciones, la TGS es un ejemplo de perspectiva científica. 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:

- 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.
- c. Promover una formalización (matemática) de estas leyes.

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. La TGS ofrece un ambiente adecuado para la interrelación y comunicación fecunda entre especialistas y especialidades<sup>4</sup>.

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. Promocionar y desarrollar 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.

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, mecanismos). Mientras más equivalencias se reconozcan entre organismos, máquinas, hombres y formas de organización social, mayores serán las posibilidades para aplicar correctamente el enfoque de la TGS, además, 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 las limitaciones de la TGS, resulta interesante examinarla con detalle. 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 (M. Sahlins, R. Rappaport), politológicos (K. Deutsch, D. Easton), organizaciones y empresas (D. Katz, R. Kahn) y otras especialidades antropológicas y sociológicas.

Los sistemas se han estudiado, desde varias perspectivas, ninguna de ellas excluye a las otras, sino que hacen énfasis en una característica específica del sistema.

**Sistemas abiertos.** El vienés Ludwig Von Bertalanffy inició el estudio de los sistemas abiertos con la idea de que las características de un sistema son diferentes de las

---

<sup>4</sup> La Teoría General de Sistemas ha atravesado desde su fundación por diferentes conceptualizaciones acerca de cómo se representa la realidad bajo la premisa de la existencia de sistemas. Se desagrega este desarrollo en la investigación sistémica en dos vertientes: 1) los procesos internos acerca de cómo el sistema realiza sus operaciones y, 2) los procesos de frontera acerca de cómo se relaciona el sistema con el entorno.

características de cada una de sus partes. Con el tiempo, esta idea se tradujo en la frase "el todo es mayor que la suma de sus partes".

Desde esta perspectiva, los sistemas pueden estudiarse como conjuntos que a partir de ciertas entradas de información al sistema, este produce determinadas salidas y es posible identificar la función que relaciona las salidas con las entradas. Esta función define el comportamiento del sistema.

**Sistemas sociales.** La idea de los sistemas sociales tiene su origen en los estudios de Kurt Lewin (1930) sobre las interacciones entre las personas dentro de un grupo social, interacciones entre los sujetos. Los sistemas sociales pueden describirse a partir de: 1) las interacciones entre personas del grupo en su conjunto o con otros grupos, 2) las percepciones de las personas respecto de las interacciones sociales, y las prácticas resultantes de estas percepciones y, 3) el discurso y la práctica del propósito del sistema que los integrantes del mismo le atribuyen.

**Sistemas vivos.** Esta perspectiva asume que los grupos humanos, procesos y actividades son autoorganizados, como nichos ecológicos. Esta forma de entender los sistemas nace de la biología (Maturana y Varela) y pone el énfasis en las referencias internas y externas que posibilitan perpetuar la vida misma del sistema (autopoiesis), de un sistema diferenciable dentro de su entorno (los límites) pero con el que tiene constante interacción, mediante la cuál el sistema se va modificando: acoplamiento estructural.

**Sistemas dinámicos.** En la década del 50, Forrester, propone una metodología para analizar y modelar los sistemas a partir de los problemas manifiestos que lo constituyen en función de los ciclos de retroalimentación que generan las relaciones causales entre sus partes. Forrester, y muchos otros después, ponen el énfasis en dos tipos de variables fundamentales en todo sistema: los niveles que describen el estado del sistema y los flujos que modifican estos niveles a medida que transcurre el tiempo.

**Sistemas de procesos.** La clave de observación para analizar los sistemas desde esta perspectiva es el flujo de información: todo flujo puede ser descrito como un proceso. Derivado de esta perspectiva encontramos los estudios sobre los "sistemas sociotécnicos", la reingeniería, la mejora continua y los mapas de procesos.

### **Bases epistemológicas**

Según Bertalanffy (1976) se puede hablar de una filosofía de sistemas, ya que toda teoría científica de gran alcance tiene aspectos metafísicos. *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<sup>5</sup> de sistemas y una filosofía de

---

<sup>5</sup> La palabra epistemología se encuentra relacionada como aquella ciencia encargada de la teoría del conocimiento. También, la epistemología "es el estudio del pasaje de los estados de menor conocimiento a los estados de un conocimiento más avanzado. El término epistemología deriva del griego episteme que significa conocimiento, y es una rama de la filosofía que se ocupa de todos los elementos que procuran la adquisición de conocimiento e investiga los fundamentos, límites, métodos y validez del mismo. La

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, la matemática, la música y, en general, toda construcción simbólica. Bertalanffy entiende la ciencia como un subsistema del sistema conceptual, definiéndola como un sistema abstraído, es decir, un sistema conceptual correspondiente a la realidad. Él señala que la distinción entre sistema real y conceptual está sujeta a debate, por lo que no debe considerarse en forma rígida.

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, etcétera. La propia física 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" [Bertalanffy, 2000].

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.

### **Definiciones**

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 al todo; además, las propiedades de una parte desaparecen cuando esta no está en el sistema y, muchas veces un sistema no es el mismo si le falta una componente; pero sobre todo, el sistema cambia a diferentes estados según las interacciones que se crean o

---

*epistemología tiene por objeto ese conocimiento que se soporta en sí mismo o que soporta alguna disciplina en su especificidad; lo que la sustenta como tal, su esencia, sus alcances y límites en su acepción interna (propia de la disciplina) y externa (su influencia en el contexto social). Para otros autores, la epistemología es aquella parte de la ciencia que tiene como objeto (no el único) hacer un recorrido por la historia del sujeto respecto a la construcción del conocimiento científico; es decir, la forma como éste ha objetivado, especializado y otorgado un status de cientificidad a él mismo; pero a su vez, el reconocimiento que goza este tipo de conocimiento por parte de la comunidad científica. La epistemología es ese punto de vista desde el cual se relacionan las cosas, los fenómenos, los seres humanos y eventualmente el ambiente.*

destruyen entre sus componentes.

Una definición identifica los sistemas como conjuntos de elementos que guardan estrechas relaciones entre sí, que los mantienen directa o indirectamente unidos de modo más o menos estable y cuyo comportamiento global persigue, normalmente, algún tipo de objetivo (teleología).

Una definición que nos concentre fuertemente en procesos sistémicos debe, necesariamente, considerar tanto al ser humano y las acciones que realiza, como al medio; por ejemplo: *Un sistema es eficaz si alcanza su objetivo propuesto.*

En sí, un sistema es un grupo de elementos que trabajan o se apoyan de manera conjunta para alcanzar un fin común.

También un sistema es un conjunto de elementos en interacción dinámica en función de una finalidad (Hall, Fagen).

O, es un conjunto organizado de objetos interactuantes e interdependientes que se relacionan formando un todo unitario y complejo.

Un sistema debe ser alimentado mediante el ingreso de un recurso (entrada), para poder activar los procesos y así arrojar los resultados requeridos (salida). Con este modelo los sistemas permiten resolver un sinnúmero de eventualidades, que de ahora en adelante lo llamaremos entrada-proceso-salida (EPS). La representación de un sistema se da en la figura 1.

Las entradas constituyen la energía para las necesidades operativas, son los ingresos o recursos (materiales, humanos, datos o información,...). El proceso es el conjunto de operaciones realizadas para la transformación de entradas en salidas. Las salidas son los resultados que el proceso entrega al transformar las entradas.

Por ejemplo, el sistema digestivo avisa la necesidad de alimento que deberá ingerir el usuario cuando se requiere energía y nutrientes esenciales. Una vez se ingresa la cantidad de alimento, el organismo se encarga de realizar el proceso de digestión, dando como resultado, la absorción de los nutrientes esenciales y el desecho del material indeseable (ver figura 2).



Figura 1. Diagrama EPS de un sistema.

Un sistema se mantendrá en armonía, siempre y cuando, las entradas sean las adecuadas y el proceso no lesione uno de sus elementos. Una falla del sistema involucra una salida no deseable o que no cumpla el fin planeado.

Las condiciones para que pueda existir un sistema son:

- Poseer un objetivo general.

- Debe existir una interrelación de elementos que trabajen por el mismo objetivo.
- Deben existir una serie de pasos lógicos y funcionales que permitan diferenciar las entradas, el proceso y las salidas.

Los sistemas se componen de otros sistemas más pequeños diferenciables llamados subsistemas o es parte de otros sistemas mayores. Una salida de un subsistema puede convertirse en la entrada de otro subsistema. Además, un sistema se encuentra relacionado con otros sistemas externos que pueden afectar de forma directa o indirecta el funcionamiento del mismo.

### El objetivo en los sistemas

Los sistemas cumplen con una función básica o principal, por tanto todos los elementos estarán encaminados a perseguir dicho fin. Para nuestro estudio, el fin de un sistema corresponde al resultado que ha de obtener. Sin un fin, un sistema no tiene razón de existir. Esta razón es el punto de partida de los diseñadores y analistas para un estudio a fondo y completo de un sistema.

Todos los elementos deben estar dirigidos o enfocados en su objetivo primordial, no importa la forma en que estos actúen para alcanzarlo.

Entre las características que enmarcan a un objetivo de un sistema, tenemos:

- El fin (objetivo) resume las funciones realizadas en un sistema: Da una idea de un qué y un porqué se hacen las cosas.
- El objetivo emite una impresión sobre la envergadura y espacio de un sistema. Hasta dónde tiene su alcance y cuáles son sus limitaciones.
- El objetivo es claramente medible. Ya sea por la observación directa, indicadores, comparaciones y análisis de la conveniencia de resultados. Un objetivo se consigue o no se consigue.

### Los elementos que conforman un sistema

El término *elementos*, es un punto de vista amplio en estudios de sistemas. En ellas podemos encontrar e identificar: actividades, secuencias, procesos, procedimientos, métodos, recursos y controles.

Todas las partes de un sistema son dependientes entre sí, todas mantienen una interacción recíproca. El modo en que se relacionan unas con otras les otorga capacidad para influir en todo el sistema.

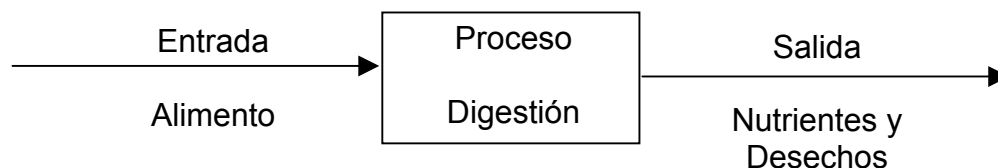


Figura 2. Diagrama EPS del sistema digestivo.

Si un elemento no aporta valor dentro del sistema, éste deberá ser eliminado, ya que simplemente consumirá recursos necesarios que pueden servir a otros elementos, o simplemente será un estorbo, y si no ayuda a alcanzar el objetivo, sería más fácil a la larga prescindir de él, que mantenerlo. Un corazón por si solo no sirve de nada, pero al estar ligado al cuerpo humano, se deduce que su aporte esta en impulsar la sangre por todo el cuerpo llevando oxígeno, energía, anticuerpos y nutrientes.

Si un elemento falla, podría no alcanzarse el objetivo, dependiendo de la importancia y aporte que tenga este elemento dentro del sistema. Lo que si es seguro, es que si se llegase a alcanzar el objetivo se vería afectado en la calidad de respuesta (características, tiempo de entrega, condiciones) y su eficiencia se vería reducida.

Descomponer un sistema en cada uno de sus elementos, es una tarea fundamental para quien lo estudia. Sin este paso no es probable una comprensión a fondo de sus funciones; la posibilidad de mejora o modificación de sus alcances y limitaciones.

Dado que las propiedades de un sistema surgen del conjunto de elementos, y no de cada una de sus partes, al descomponerse perderemos sus propiedades. Si se desmonta un piano, no sólo perderemos el sonido, sino además no lo volveremos a encontrar hasta que esté armado nuevamente.

Para conocer un sistema utilizamos el análisis (por definición = descomposición), pero esto no siempre sirve para comprender las propiedades, relaciones, interacciones, etc. Para comprenderlos en su totalidad es conveniente utilizar la síntesis (complemento del análisis).

Es la relación entre las partes la que determina el funcionamiento del mismo, de modo que cada parte, por pequeña que sea, puede influir en el comportamiento del conjunto. Cuantas más conexiones existan, mayor será la influencia potencial de la parte sobre el sistema (Por ejemplo: las redes de influencia)<sup>6</sup>.

Un sistema complejo no tiene porqué ser inestable. La estabilidad de un sistema depende de muchos factores: el tamaño, la cantidad y diversidad de los subsistemas que abarque, y el tipo y grado de conectividad que exista entre ellos.

A continuación se definen algunos elementos claves a tener en cuenta para la definición correcta de un sistema:

**Las relaciones:** Son los enlaces que vinculan entre sí a los elementos.

**Las actividades:** Son procedimientos o funciones que deben realizarse con limitación de recursos (insumos, capital humano, costo, tiempo y secuencia), para alcanzar un fin.

**Los métodos:** Son un conjunto de pasos ordenados que permiten alcanzar una meta u objetivo de una forma particular.

---

<sup>6</sup> *Actúan como redes: si se estira una pieza hacia fuera, se mantendrá en la nueva posición sólo mientras se estira; luego volverá a su posición inicial. Esa "obstinación" es inherente al sistema y no una actitud aislada. Esto es así porque cuando estiramos una pieza, también lo estamos haciendo indirectamente con las demás. Esto permite entender que siempre hay que esperar resistencias al cambio en un sistema complejo (humano).*

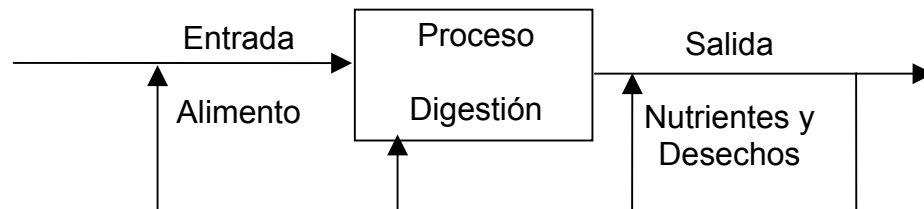


**Los procedimientos:** Es aplicar un método específico dentro de un marco amplio de solución de problemas. Una actividad consta de uno o más procedimientos para poder llevarse a cabo.

**Los recursos:** Son los insumos y suministros que un sistema necesita para poder funcionar. Encontramos recursos en las entradas (recursos primarios: energía, diseño, materiales, información, datos) y en los procesos (maquinaria, recurso humano, capital monetario, tecnología, tiempo).

**Las secuencias:** Es el orden lógico y sistemático con el cual se realizan las actividades (prerrequisitos de una actividad).

**Los controles:** Permiten verificar si las actividades en un proceso se están llevando a cabo, de manera adecuada y con ellas es posible lograr el objetivo del sistema. Gracias a los controles se puede realizar una retroalimentación o feedback, de manera que se mejore la eficiencia y eficacia. Sin los controles, un sistema no puede garantizar una producción de resultados concordantes a su objetivo.



**Figura 3.** La retroalimentación en sus tres niveles: Entrada, proceso y salida.

Aislar un sistema de otros sistemas similares o del medio en que se encuentra es un paso fundamental y tal vez, el más difícil. Hasta qué momento deja de ser un procedimiento prioridad de un departamento en una empresa; qué variables pueden afectar el desempeño de un sector; en qué momento las condiciones atmosféricas de una localidad no afectan a las localidades vecinas; estos y otros ejemplos se presentan en el estudio detallado y “correcto”.

Las propiedades del sistema cobran relevancia en los procesos de frontera: aunque sistema y entorno se implican mutuamente como “partes” o “lados” de una misma distinción, nunca se determinan, ni se puede atribuir entre ellos relaciones de causalidad. Dado que para observar al entorno, el sistema remite sus operaciones (observaciones) a sí mismo, el entorno jamás podrá determinar lo observado en él. El esquema de observación será siempre prerrogativa del sistema. Al observarlo, el sistema reduce la complejidad desorganizada del entorno, asimilándola a la suya propia (complejidad organizada). Por ello, toda observación producida por un sistema será siempre una “auto-observación” pues lo observado en el entorno corresponderá siempre - como una regla de duplicación (código)- al cúmulo de distinciones que el sistema es capaz de operar dados los elementos que conforman su estructura. Es así como cobra sentido uno de los principios básicos de la teoría de los sistemas autorreferenciales: un sistema sólo puede observar sus propias distinciones, o dicho de otra forma, un sistema sólo puede observar lo que puede observar. En la paradoja basal que subyace a la diferencia establecida desde la teoría entre sistema y entorno se resuelve de manera circular la distinción entre autorreferencia y heterorreferencia ya que todo sistema implica la observación de un entorno que a su vez implica (al menos) un sistema observante.

### **Clasificación de los sistemas**

Existen tres tipos generales de sistemas que encontramos a diario en nuestras vidas: Los *sistemas naturales*, los *sistemas artificiales* y un tercero que resulta de la combinación de ambos, llamados *sistemas compuestos*. Cada uno tiene características particulares, pero con bases idénticas dentro de la TGS.

Los sistemas naturales nacen de una respuesta de fenómenos físicos, químicos y biológicos que se generan en la naturaleza.

Los sistemas artificiales son aquellos logrados por la intervención directa del ser humano. El ser humano desde un principio define el objetivo a partir del diseño, manejo, control y ejecución. Se les llama, también, *sistemas humanos*.

Los sistemas compuestos ocurren cuando en un sistema natural existe la participación del ser humano de forma directa o indirecta para transformarlo o construir algo en él. Por ejemplo, una represa, manipulación del sistema inmunológico, cambio de las condiciones ambientales y adaptación de ecosistemas por la aparición de las ciudades, entre otros.

Al construir una represa, en principio se destruye un ecosistema; sin embargo, con el tiempo, otro ecosistema se va formando. Los ecosistemas son naturales, antes y después, la represa es artificial. El sistema inmunológico es natural, el ser humano busca mejorarlo o debilitarlo a partir de algún mecanismo (pastillas, vacunas, etcétera). La lluvia es un proceso natural, pero el ser humano a partir de transformaciones que el mismo ha ideado sobre el medio ambiente, hace que desaparezca (mecanismos para que se alejen las nubes) o se genere (mecanismos para que exista lluvia).

La TGS puede ser desagregada, dando lugar a dos grandes grupos de estrategias para la investigación en sistemas generales en donde las distinciones conceptuales se concentran en:

- a. Una relación entre el todo (sistema) y sus partes (elementos).
- b. Los procesos de frontera (sistema/ambiente).

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.

Forman parte de los problemas de la TGS, tanto la definición del status de realidad de sus objetos, como el desarrollo de un instrumental analítico adecuado para el tratamiento lineal del comportamiento sistémico (esquema de causalidad). Bajo ese marco de referencia los sistemas pueden clasificarse:

- a. Según su entitividad pueden ser reales o abstractos. Mientras los primeros presumen una existencia independiente del observador (quien los descubrió), los segundos son construcciones simbólicas, como el caso de la lógica y la

- matemática.
- b. Con relación a su origen pueden ser naturales o artificiales, distinción que apunta a destacar la dependencia o no en su estructuración por parte de otros sistemas.
  - c. Con relación al ambiente pueden ser abiertos o cerrados, según que realicen intercambio o no con sus ambientes<sup>7</sup>. Si intercambian materia, energía e informaciones con el entorno, entre los que se describen sistemas físicos (climáticos, planetarios), vivientes (vegetales, animales y humanos), sociales (animales, humanos, sociológicos, históricos), psíquicos (individuales y colectivos), noéticos (ciencias, religiones, arte), etc. Estos sistemas son organizacionalmente cerrados e informacionalmente abiertos.

Los sistemas vivos son sistemas abiertos pues intercambian con su entorno energía e información. Los sistemas abiertos tienden hacia una evolución constante y una estructura organizacional dinámica.

Los sistemas cerrados son aquellos que no intercambian con el entorno, generalmente producidos en condiciones de laboratorio e inexistentes en la naturaleza y la sociedad. El ser cerrados es más bien una característica de la teoría o falta de conocimiento para conocer los intercambios que realiza con el entorno. Luhmann define los cerrados como sistemas de caso límite, es decir, “sistemas para los cuales el entorno no tiene ningún significado o que solo tiene significado a través de canales específicos.” [Luhmann, 1998].

La noción de sistema como entidad cerrada y aislada de un nicho, entorno o ecosistema no es posible en la teoría no clásica de sistemas; lo era en el paradigma de la simplicidad. No existe sistema sin ecosistema o entorno, pues además de carecer de límites, el sistema no tendría elementos de distinción y diferenciación / comparación con alguna otra cosa y carecería entonces de identidad y de referencia. De ahí que los llamados sistemas cerrados, como dice Luhmann son, “sistemas para los cuales el entorno no tiene ningún significado o que solo tiene significado a través de canales específicos.” [Luhmann, 1998].

En sus desarrollos generales y particulares y, en la medida en que la teoría ha aumentado en aplicabilidad y puesta en práctica de sus postulados, se describen sistemas dinámicos, vivos, autopoieticos, autorreferentes, etc. Veamos algunos:

- a. *Dinámicos*, aquellos sistemas abiertos que intercambiando con el entorno, en el curso de su existencia experimentan cambios y transformaciones, se hallan en constante movimiento, evolución y transformación, pero conservan su organización como la variable más importante.
- b. *Autopoieticos*, aquellos que autoproducen los elementos y su organización. Las células, sistemas vivientes primarios, los individuos (sistemas orgánicos) y los

---

<sup>7</sup> Bertalanffy, entre otras muchas cosas, dice lo siguiente de los sistemas abiertos y cerrados: "La física convencional trata únicamente con los sistemas cerrados. Sin embargo, encontraremos sistemas que por su propia naturaleza y definición no son sistemas cerrados. Todo organismo viviente es, en esencia, un sistema abierto... Evidentemente, las formulaciones convencionales de la física son, en principio, inaplicables al organismo vivo como abierto y en estado de homeostasis podemos muy bien sospechar que muchas de las características de los sistemas vivos que parecen paradójicos según las leyes de la física son una consecuencia de ese hecho."

- sociales, culturales y noéticos<sup>8</sup>.
- c. *Alopoiéticos*, máquinas artificiales, cuyo producto es algo distinto de ellos mismos, son el resultado del trabajo y del ingenio humano como es el caso de automóviles y otros artefactos.
  - d. *Autorreferentes*, aquellos sistemas complejos, vivientes, sociales y noéticos que realizan su organización, auto-eco-organización, tienen identidad propia, realizan distinciones consigo mismo y con el entorno con base en la referencia, al entorno, del cual se separan por medio de sus límites, generalmente de sentido. Los sistemas observadores sociales (científicos) son sistemas autorreferentes, que al mismo tiempo son autorreflexivos, dado que sus observaciones son realizadas por un ser social con instrumentos y medidas sociales y cada vez que realizan una observación se están incluyendo en ella.
  - e. *Vivientes*, sistemas autopoieticos, autoorganizadores y autorreferentes que intercambian con el entorno, se hallan en constante transformación y mantienen su propia organización y auto-eco-organización como la sociedad y los seres vivos.
  - f. *Sociales*, compuestos por sistemas vivientes autopoieticos, autorreferentes y autorreflexivos. Ejemplo: grupos sociales, comunidades, etnias, pueblos, clases, etcétera.
  - g. *Noológicos*, sistemas de pensamiento emergentes y al mismo tiempo constituyentes de los sistemas sociales. Ejemplo: las ciencias, las ideologías, las religiones, los mitos, etc., forman parte de este tipo particular de sistemas.

La lista puede ser más amplia, pues podemos considerar como sistema, todo aquello que tenga algunas de las características anotadas y todo aquello que percibido y/o simbolizado por un observador caiga en las categorías de objeto y de sujeto, incluyendo el lenguaje, el conocimiento y los mundos simbólicos e imaginarios con que tratamos de dar cuenta del mundo y de nosotros mismos en el mundo. En efecto, cualquier sistema tiene varias de las propiedades anotadas arriba como distinción entre sistemas, y aún más, tiene propiedades que pudieran ser antagónicas.

No es que los sistemas carezcan de interrelaciones con el entorno, es que ellas pueden ser muy sutiles o se realizan en un tiempo largo de difícil observación o existen en su historia genética, como en el caso de los cristales que devienen del entorno fisico-químico, pero se constituyen sistemas autónomos, diferentes del entorno y con pocos intercambios con él. El único caso de sistema cerrado sería el cosmos, sistema particular sin referencia a límites, en el cual se hallan los sistemas conocidos, los cuales son entornos unos para otros.

Los sistemas abiertos y dinámicos que son la mayoría de los observados, existen en y por el entorno en el cual se constituyen y con el cual realizan intercambios de energía e

---

<sup>8</sup> *El sistema se autorreproduce mediante el enlazamiento selectivo de operaciones del mismo tipo siempre referidas a su estructura y organización. Los elementos y relaciones admitidas por el sistema conforman un dispositivo de selección capaz de discriminar entre los elementos del entorno que puede asimilar a su complejidad y aquellos que son excluidos pero que permanecen en el telón de fondo de la operación con la posibilidad de ser actualizados en futuras operaciones. Estas disposiciones de teoría nos obligan a asumir que el sistema no es una unidad sino una diferencia que resulta al reconocer que sistema y entorno son dos aspectos distintos de una misma operación: constituyen una forma binaria donde ambos lados se presuponen sin determinarse.*

información.

1. *Físicos*, el remolino y la llama, que para existir necesitan materia, energía e información del entorno. Si el flujo de agua o de oxígeno se detiene el sistema se extingue.
2. *Biológico*, la ameba que para existir, transformarse y reproducirse necesita un medio físico-químico apropiado y un medio biótico del cual alimentarse y al cual envía respuestas como acciones conductuales de comportamiento frente a sus variabilidades y ofertas.
3. *Social*, los individuos (sujetos) y los grupos sociales para los cuales habría varios entornos, dado que son plurisistemas: entornos físico, biológico, antroposocial, lingüístico, cultural, noético, psíquico, etcétera.
4. *Psíquico*, la imaginación o mente del sujeto con sus entornos antroposociales, biológicos, lingüísticos, noéticos.
5. *Noético*, la ciencia o un sistema noológico como la religión, la ideología de un partido político, etcétera.

Es necesario entender que los sistemas no son externos al medio más que en los límites autorreferenciales de identidad del sistema que lo diferencian y distinguen del entorno. Para el observador, los sistemas son el mismo medio en sus múltiples posibilidades de distinciones y diferenciaciones ontológicas y epistemológicas.

El sistema (que no puede existir más que en su entorno) contiene y comparte elementos que también son propios del entorno, lo que implica que el adentro y el afuera de algunos elementos es una visión epifenoménica propia del observador. Pensemos en el agua como elemento del entorno de un sistema viviente: está en el entorno y está en el sistema, aún más, se considera que sin ese elemento no es posible la vida.

### **Jerarquía de los sistemas**

Al considerar los distintos tipos de sistemas se establece los siguientes niveles jerárquicos:

1. Primer nivel, estructura estática. Se le puede llamar nivel de los marcos de referencia.
2. Segundo nivel, sistema dinámico simple. Considera movimientos necesarios y predeterminados. Puede denominarse reloj de trabajo.
3. Tercer nivel, mecanismo de control o sistema cibernético. El sistema se autorregula para mantener su equilibrio.
4. Cuarto nivel, "sistema abierto" o autoestructurado. En este nivel se comienza a diferenciar la vida. Puede considerarse nivel de célula.
5. Quinto nivel, genético-social. Está caracterizado por las plantas.
6. Sexto nivel, sistema animal. Se caracteriza por su creciente movilidad, comportamiento teleológico y su autoconciencia.
7. Séptimo nivel, sistema humano. Es el nivel del ser individual, considerado como un sistema con conciencia y habilidad para utilizar el lenguaje y los símbolos.
8. Octavo nivel, sistema social o sistema de organizaciones humanas considera el contenido y significado de mensajes, la naturaleza y dimensiones del sistema de valores, la transcripción de imágenes en registros históricos, sutiles

simbolizaciones artísticas, música, poesía y la compleja gama de emociones humanas<sup>9</sup>.

9. Noveno nivel, sistemas trascendentales. Completan los niveles de clasificación: estos son los últimos y absolutos, los ineludibles y desconocidos, los cuales también presentan estructuras sistemáticas e interrelaciones.

### **Conceptos básicos**

En los proyectos, que son interdisciplinarios, surgen problemas porque los participantes, que son de diferentes ramas de la ciencia, manejan significados diferentes; y todo porque la especialización de las ciencias lleva a la generación de nuevos términos formando casi un verdadero lenguaje que sólo es conocido por los mismos especialistas.

La teoría de los sistemas pretende introducir una semántica científica de utilización universal para solucionar estos inconvenientes.

*Adaptabilidad:* Propiedad que tiene un sistema de aprender y modificar un proceso, un estado o una característica de acuerdo a las modificaciones que sufre el contexto. Un sistema adaptable posee un fluido de intercambio con el medio en el que se desarrolla.

*Ambiente:* Sucesos y condiciones que influyen sobre el comportamiento de un sistema.

*Armonía:* Propiedad que mide el nivel de compatibilidad con su medio o contexto. Un sistema altamente armónico es aquel que sufre modificaciones en su estructura, proceso o características en la medida que el medio se lo exige y es estático cuando el medio también lo es.

*Atributo:* Caracterización de las partes o componentes de un sistema *para determinarlas estructurales o funcionales*. Los atributos definen tal como se conoce u observa un sistema. Los atributos pueden ser definidores o concomitantes: los atributos definidores son aquellos sin los cuales una entidad no sería designada o definida tal como se le hace; los atributos concomitantes en cambio son aquellos cuya presencia o ausencia no establece ninguna diferencia con respecto al uso del término que describe la unidad.

*Caja negra:* La caja negra se utiliza para representar a los sistemas cuando no se sabe que elementos o cosas los componen, pero se sabe que a determinadas entradas corresponden determinadas salidas. Presumiendo que a determinados estímulos, las variables funcionaran en cierto sentido, se pueden inducir.

*Centralización y descentralización:* Un sistema es centralizado cuando tiene un componente núcleo que comanda a todos los demás, y estos dependen del primero para su activación, ya que por sí solos no son capaces de generar ningún proceso. Por el

---

<sup>9</sup> Mientras que ciertos sistemas tienen una natural tendencia al equilibrio, los sistemas del nivel 8 se caracterizan por sus propiedades morfogénicas, es decir, que en lugar de buscar un equilibrio estable tienden a una permanente transformación estructural. Este proceso de transformación estructural permanente hace que los sistemas se conserven en forma activa y eficiente, en suma es su razón de supervivencia.

contrario los sistemas descentralizados son aquellos donde no existe un núcleo de comando y decisión y en caso de existir está formado por varios subsistemas. En dicho caso el sistema no es tan dependiente, sino que puede llegar a contar con subsistemas que actúan de reserva y que sólo se ponen en funcionamiento cuando falla el sistema que debería actuar<sup>10</sup>.

*Cibernética:* Campo interdisciplinario de los procesos de control y de comunicación (*retroalimentación*) tanto en máquinas como en seres vivos. El concepto es tomado del griego *kibernetes* que refiere a la acción de timonear una goleta [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:* Indica la cantidad de elementos de un sistema (complejidad cuantitativa) y, 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.

*Conglomerado:* Cuando la suma de las partes, componentes y atributos en un conjunto es igual al todo, se está en presencia de una totalidad desprovista de sinergia, es decir, de un conglomerado [Johannsen, 1975].

*Contexto:* El conjunto de objetos exteriores al sistema, pero que influyen decididamente en éste, y a su vez el sistema influye en ellos. Existe un concepto que es común tanto a la teoría de los sistemas como al método científico, un objeto que se aísla para estudiar.

El contexto depende fundamentalmente del foco de atención que se fije; del límite de interés. Determinar el límite de interés es fundamental para marcar el foco de análisis, puesto que sólo será considerado lo que quede dentro de ese límite. Es posible que sólo interesen algunas relaciones, con lo que habrá un límite de interés relacional.

Entre el sistema y el contexto, determinado con un límite de interés, existen infinitas relaciones. Generalmente no se toman todas, sino aquellas que interesan, o aquellas que presentan las mejores características de predicción científica.

Para determinar este límite se considerarían dos etapas por separado:

- a. La determinación del contexto de interés.
- b. La determinación del alcance del límite de interés entre el contexto y el sistema.

*Elemento:* Parte o componente que se halla en un sistema. Puede ser objeto, proceso o relación.

---

<sup>10</sup> *Los sistemas centralizados se controlan más fácilmente que los descentralizados, son más sumisos, requieren menos recursos, pero son más lentos en su adaptación al ambiente. Por el contrario los sistemas descentralizados tienen una mayor velocidad de respuesta al medio ambiente pero requieren mayor cantidad de recursos y métodos de coordinación y de control más elaborados y complejos.*

*Emergencia:* Propiedades que se desprenden por la interacción de los elementos en un sistema. 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. Morin señaló que la emergencia de un sistema indica la posesión de cualidades y atributos que no se sustentan en las partes aisladas y, 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 [Morin, 1993]. Esto significa que las propiedades inmanentes de los componentes sistémicos no pueden aclarar su emergencia.

*Energía:* Entradas al sistema o resultados de procesos que hacen que el sistema continúe su comportamiento o realice cambios de acuerdo a los cambios que sufra<sup>11</sup>.

*Entradas:* Las entradas son los ingresos del sistema que pueden ser recursos materiales, recursos humanos o información.

Las entradas a un sistema constituyen la fuerza de arranque de las necesidades para realizar operaciones. Las entradas pueden ser:

- en serie: es el resultado o la salida de un sistema anterior con el cual el sistema en estudio está relacionado en forma directa.
- aleatoria: es decir, al azar (el término "azar" se utiliza en el sentido estadístico). Las entradas aleatorias representan entradas potenciales para un sistema.
- retroacción: es la reintroducción de una parte de las salidas del sistema en sí mismo.

*Entropía:* Proceso que busca mantener la energía del sistema. 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 irremediamente condenados a la desorganización. No obstante hay sistemas que, al menos temporalmente, revierten esta tendencia al aumentar sus estados de organización. También puede definirse como el desgaste que el sistema presenta por el transcurso del tiempo o por el funcionamiento del mismo. Los sistemas altamente entrópicos tienden a desaparecer por el desgaste generado por su proceso sistémico. Los mismos deben tener rigurosos sistemas de control y mecanismos de revisión, reelaboración y cambio permanente, para evitar su desaparición a través del tiempo.

En un sistema cerrado la entropía siempre debe ser positiva. Sin embargo, en los sistemas abiertos biológicos o sociales, la entropía puede ser reducida o mejor aun transformarse en entropía negativa, es decir, un proceso de organización más completo y de capacidad para transformar los recursos. Esto es posible porque en los sistemas abiertos los recursos utilizados para reducir el proceso de entropía se toman del medio externo. Así mismo, los sistemas vivientes se mantienen en un estado estable y pueden evitar el incremento de la entropía y aun desarrollarse hacia estados de orden y de

---

<sup>11</sup> La energía que se incorpora a los sistemas se comporta según la ley de la conservación de la energía; es decir, 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).



organización creciente.

*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" [Bertalanffy, 2000]. El proceso inverso se denomina multifinalidad, es decir, "condiciones iniciales similares pueden llevar a estados finales diferentes" [Buckley, 1996].

*Equilibrio*: Estado intermedio entre el orden y el desorden. 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.

*Estructura*: Construida por las interrelaciones más o menos estables entre las partes o componentes de un sistema, que pueden ser verificadas (identificadas) en un momento dado. En algunos casos es preferible distinguir entre una estructura primaria (referida a las relaciones internas) y una hiperestructura (referida a las relaciones externas).

*Estabilidad*: Un sistema es estable cuando puede mantenerse en equilibrio a través del flujo continuo de materiales, energía e información.

La estabilidad de los sistemas ocurre mientras los mismos pueden mantener su funcionamiento y trabajen de manera efectiva (mantenibilidad).

*Feed-forward o alimentación delantera*: Es una forma de control de los sistemas, dicho control se realiza a la entrada del sistema para que el sistema no tenga entradas corruptas o malas, de esta forma al no haber entradas malas, las fallas no serán consecuencia de las entradas sino de los procesos mismos que actúan en el sistema.

*Frontera*: En términos operacionales puede decirse que 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].

Los sistemas consisten en totalidades y, por lo tanto, son indivisibles como sistemas. Poseen partes y componentes (*subsistema*), pero estos son otras totalidades. 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.

*Función*: *Output* de un sistema que está dirigido a la mantención del sistema mayor en el que se encuentra inscrito.

*Homeostasis*: Propiedad de un sistema que define su nivel de respuesta y de adaptación al contexto. Es decir, la homeostasis se puede definir como "el mismo es y es esta

propiedad la que permite a un sistema permanecer en un estado *estable* a través del tiempo."

Los sistemas altamente homeostáticos sufren transformaciones estructurales en igual medida que el contexto sufre transformaciones: La homeostasis actúa como condicionante del nivel de evolución. 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<sup>12</sup>.

*Información:* 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]. La información es la más importante corriente negentrópica de que disponen los sistemas complejos<sup>13</sup>.

*Integración e independencia:* Un sistema es integrado cuando su nivel de coherencia interna hace que un cambio producido en cualquiera de sus subsistemas produzca cambios en los demás subsistemas y hasta en el sistema mismo.

Un sistema es independiente cuando un cambio que se produce en él, no afecta a otros sistemas.

*Mantenibilidad:* Propiedad que tiene un sistema de mantenerse constantemente en funcionamiento. Para ello utiliza un mecanismo de mantenimiento que asegure que los distintos subsistemas están balanceados y que el sistema total se mantiene en equilibrio con su medio.

*Modelo:* 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.

*Morfogénesis:* 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. Los sistemas complejos

---

<sup>12</sup> El concepto de homeostasis fue introducido en la fisiología en 1932 por W. Canon, para explicar la constancia relativa de ciertas dimensiones fisiológicas. Por ejemplo, la temperatura del cuerpo de los mamíferos que se mantiene constante, frente a la temperatura cambiante del ambiente. Ashby amplió este concepto aplicándolo a los sistemas cibernéticos en general. Hay algunos sistemas que son capaces de compensar ciertos cambios del ambiente manteniendo, a su vez, una estabilidad en sus propias estructuras. El concepto opuesto es morfogénesis.

<sup>13</sup> Un sistema complejo puede tener pocas partes pero cada parte con muchos estados probables, lo que define muchos tipos de relaciones. Mientras más estados posibles de una parte, más complejo es el Sistema, por las posibles relaciones potenciales que pueden establecerse.

(humanos, sociales y culturales) se caracterizan por sus capacidades para elaborar o modificar sus formas con el objeto de conservarse viables. En términos cibernéticos, los procesos causales mutuos que aumentan la desviación son denominados morfogenéticos. Estos procesos activan y potencian la posibilidad de adaptación de los sistemas a ambientes en cambio<sup>14</sup>.

*Morfostasis*: Procesos de intercambio con el ambiente que tienden a preservar o mantener una forma, una organización o un estado dado de un sistema. 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.

*Negentropía*: Los sistemas vivos son capaces de conservar estados de organización improbables. 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].

*Operadores*: Variables que activan a las demás y logran influir decisivamente en el proceso para que éste se ponga en marcha. Se puede decir que estas variables actúan como líderes de las restantes y por consiguiente son privilegiadas respecto a las demás variables. Cabe aquí una aclaración: las restantes variables no solamente son influidas por los operadores, sino que también son influenciadas por el resto de las variables y éstas tienen también influencia sobre los operadores.

*Optimización y sub-optimización*: Optimización es modificar el sistema para lograr el alcance de los objetivos.

Suboptimización en cambio es el proceso inverso, se presenta cuando un sistema no alcanza sus objetivos por las restricciones del medio o porque el sistema tiene varios objetivos y los mismos son excluyentes, en dicho caso deben restringirse los alcances de los objetivos o eliminar los de menor importancia si estos son excluyentes con otros más importantes.

*Organización*: 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, 1996], por lo cual la organización sistémica se refiere al patrón de relaciones que definen los estados posibles (variabilidad) para un sistema determinado.

*Parámetro*: Cuando una variable no tiene cambios que dependen del comportamiento del mismo. Son consideraciones dadas por quien lo estudia.

---

<sup>14</sup> Un resultado de la morfogenésis es un aumento de la diferenciación de los componentes del sistema, por medio de la cual cada uno puede desarrollar su propia complejidad permaneciendo en relación funcional con la totalidad.

*Permeabilidad:* Mide la interacción que un sistema recibe del medio, se dice que a mayor o menor permeabilidad el sistema será mas o menos abierto.

Los sistemas que tienen mucha relación con el medio en el cuál se desarrollan son sistemas altamente permeables, estos y los de permeabilidad media son los llamados sistemas abiertos. Por el contrario los sistemas de permeabilidad casi nula se denominan sistemas cerrados.

*Proceso:* Transformación de una entrada en una salida, como tal puede ser una máquina, un individuo, un computador, un producto químico, una tarea realizada por un miembro de la organización, etcétera. En la transformación de entradas en salidas se debe saber siempre como se efectúa esa transformación. Con frecuencia el procesador es diseñado por el administrador; este proceso se denomina *caja blanca*. No obstante, en la mayor parte de las situaciones no se conoce en sus detalles el proceso mediante el cual las entradas se transforman en salidas, porque esta transformación es demasiado compleja, diferentes combinaciones de entradas o su combinación en diferentes órdenes de secuencia pueden originar diferentes situaciones de salida. En tal caso la función de proceso se denomina una *caja negra*.

*Rango:* En el universo existen distintas estructuras de sistemas y es factible ejercitar en ellas un proceso de definición de rango relativo. El concepto de rango indica la jerarquía de los respectivos subsistemas entre sí y su nivel de relación con el sistema mayor en función de su grado de complejidad. Cada rango o jerarquía marca con claridad una dimensión que actúa como un indicador claro de las diferencias que existen entre los subsistemas respectivos<sup>15</sup>.

*Recursividad:* Proceso que hace referencia a la introducción de los resultados de las operaciones de un sistema en él mismo.

*Relación:* Son enlaces que vinculan entre sí a los objetos o subsistemas que componen un sistema.

Las relaciones pueden ser recíprocas o unidireccionales. Presentadas en un momento del sistema, las relaciones pueden ser observadas como una red estructurada bajo el esquema input/output<sup>16</sup>. Podemos clasificarlas en:

- *Simbióticas:* es aquella en que los sistemas conectados no pueden seguir funcionando solos. A su vez puede subdividirse en unipolar o parasitaria, que es cuando un sistema (parásito) no puede vivir sin el otro sistema (planta); y bipolar o mutual, que es cuando ambos sistemas dependen entre si.

---

<sup>15</sup> Esta concepción denota que un sistema de nivel 1 es diferente de otro de nivel 8 y que, en consecuencia, no pueden aplicarse los mismos modelos, ni métodos análogos a riesgo de cometer evidentes falacias metodológicas y científicas. Refiriéndonos a los rangos hay que establecer los distintos subsistemas. Cada sistema puede ser fraccionado en partes sobre la base de un elemento común o en función de un método lógico de detección.

<sup>16</sup> 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.

- *Sinérgica*: es una relación que no es necesaria para el funcionamiento pero que resulta útil, ya que su desempeño mejora sustancialmente el desempeño del sistema. Sinergia significa "acción combinada". Sin embargo, para la teoría de los sistemas el término significa algo más que el esfuerzo cooperativo. En las relaciones sinérgicas la acción cooperativa de subsistemas semi-independientes, tomados en forma conjunta, origina un producto total mayor que la suma de sus productos tomados de una manera independiente.
- *Superflua*: Son las que repiten otras relaciones. La razón de las relaciones superfluas es la confiabilidad. Las relaciones superfluas aumentan la probabilidad de que un sistema funcione todo el tiempo y no una parte del mismo. Estas relaciones tienen un problema que es su costo, que se suma al costo del sistema que sin ellas puede funcionar.

*Retroalimentación*: Proceso en que un sistema recoge información efecto de sus decisiones internas (procesos), información que actúa sobre las decisiones (acciones) sucesivas. Se produce cuando parte de las salidas del sistema vuelven a ingresar a él como recursos o información. La retroalimentación permite el control de un sistema y que el mismo tome medidas de corrección en base a la información retroalimentada.

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.

*Retroalimentación negativa*: Concepto 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. 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.

*Retroinput*: Salidas del sistema que van dirigidas al mismo sistema. En los sistemas humanos y sociales éstos corresponden a los procesos de autorreflexión.

*Salidas*: Son los resultados que se obtienen de procesar las entradas. Al igual que las entradas, pueden adoptar la forma de productos, servicios e información. Las mismas son el resultado del funcionamiento del sistema o, alternativamente, el propósito para el cual existe el sistema.

Las salidas de un sistema se convierten en entrada de otro, que la procesará para convertirla en otra salida, repitiéndose este ciclo indefinidamente.

*Servicio*: Son los outputs de un sistema que van a servir de inputs a otros sistemas.

*Sinergia*: Fenómeno que surge de las interacciones entre las partes o componentes de un sistema. Todo sistema es sinérgico en tanto el examen de sus partes en forma aislada no puede explicar o predecir su comportamiento. 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. En términos menos esencialistas, podría señalarse que la sinergia es la propiedad común a todas aquellas cosas que se observan como sistema.

*Sistema*: Es un conjunto organizado de cosas o partes interactuantes e interdependientes, que se relacionan formando un todo unitario y complejo<sup>17</sup>.

*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.

*Sistema abierto*: Se trata de sistemas que importan y procesan elementos (energía, materia, información) de sus ambientes y ésta 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.

*Sistema cerrado*: Un sistema es cerrado cuando ningún elemento de afuera entra y ninguno de adentro sale fuera del sistema. Estos alcanzan su estado máximo de equilibrio al igualarse con el medio. También se aplica a sistemas que se comportan de una manera fija, rítmica o sin variaciones, como sería el caso de los circuitos cerrados.

*Sistemas cibernéticos*: 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.

*Sistema trivial*: 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.

---

<sup>17</sup> Cabe aclarar que las cosas o partes que componen al sistema, no se refieren al campo físico (objetos), sino más bien al funcional. De este modo las cosas o partes pasan a ser funciones básicas realizadas por el sistema. Podemos enumerarlas en: entradas, procesos y salidas.

*Subsistema:* 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 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 poseen las características sistémicas.

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

*Variabilidad:* Indica el máximo de relaciones (hipotéticamente) posibles (n!).

*Variables:* Suele denominarse como variable, a cada elemento de un modelo que compone o existe dentro de los sistemas.

Cada sistema y subsistema contiene procesos dinámicos que se desarrollan sobre la base de la acción, interacción y reacción de distintos elementos que deben necesariamente conocerse. Pero no todo es tan fácil ya que no todas las variables tienen el mismo comportamiento sino que, por el contrario, según el proceso y las características del mismo, asumen comportamientos diferentes dentro del mismo proceso de acuerdo al momento y las circunstancias que las rodean.

*Variedad:* Comprende el número de elementos discretos en un sistema.

*Viabilidad:* Indica una medida de la capacidad de sobrevivencia y adaptación de un sistema a un medio en cambio.

### **Las organizaciones como sistemas**

Una organización es "la disposición de relaciones entre componentes que producen una unidad compleja o sistema dotado de cualidades desconocidas en el nivel de los componentes" [Morin, metII,126]

La organización es una inmensa capacidad de movimiento generador que hace posible lo imposible, es decir, genera emergencias, transforma la realidad y la conserva.

La organización es una noción que ha venido evolucionando y complejizándose. Se determina desde diferentes disciplinas, considerándose orden, estructura, empresa, sistemas, ...

La organización dentro de la concepción reduccionista, se considera una empresa; y se define como *un sistema socio-técnico incluido en otro más amplio que es la sociedad con la que interactúa influyéndose mutuamente.*

También puede ser definida como un sistema social, integrado por individuos y grupos

de trabajo que responden a una determinada estructura y dentro de un contexto al que controla parcialmente, desarrollan actividades aplicando recursos en pos de ciertos valores comunes.

Subsistemas que forman la empresa:

- a) Psicosocial: está compuesto por individuos y grupos en interacción. Este subsistema está formado por la conducta individual y la motivación, las relaciones del status y del papel, dinámica de grupos y los sistemas de influencia.
- b) Técnico: se refiere al conocimiento necesario para el desarrollo de tareas, incluyendo las técnicas usadas para la transformación de insumos en productos.
- c) Administrativo: relaciona a la organización con su medio y establece los objetivos, desarrolla planes de integración, estrategia y operación, mediante el diseño de la estructura y el establecimiento de los procesos de control.

### **Teoría analógica o modelo de isomorfismo sistémico**

Este modelo busca integrar las relaciones entre fenómenos de las distintas ciencias. La detección de estos fenómenos permite el armado de modelos de aplicación para distintas áreas de las ciencias.

Esto, que se repite en forma permanente, exige un análisis iterativo que responde a la idea de modularidad que la teoría de los sistemas desarrolla en sus contenidos.

Se pretende por comparaciones sucesivas, una aproximación metodológica, facilitar la identificación de los elementos equivalentes o comunes y permitir una correspondencia biunívoca entre las distintas ciencias.

Como evidencia de que existen propiedades generales entre distintos sistemas, se identifican y extraen sus similitudes estructurales.

Estos elementos son la esencia de la aplicación del modelo de isomorfismo, es decir, la correspondencia entre principios que rigen el comportamiento de objetos que, si bien intrínsecamente son diferentes, en algunos aspectos registran efectos que pueden necesitar un mismo procedimiento.

### **Sistema adaptativo complejo**

Dado que las organizaciones se encuentran dentro del nivel 8, critica, y logra la demolición de los modelos existentes tanto dentro de la sociología como dentro de la administración.

Buckley, categoriza a los modelos existentes en dos tipos:

- a) De extracción y origen mecánico, a los que denomina modelo de equilibrio.
- b) De extracción y origen biológico, a los que llama modelos orgánicos u homeostáticos.

Y dice: "...el modelo de equilibrio es aplicable a tipos de sistemas que se caracterizan



por perder organización al desplazarse hacia un punto de equilibrio y con posterioridad tienden a mantener ese nivel mínimo dentro de perturbaciones relativamente estrechas. Los modelos homeostáticos son aplicables a sistemas que tienden a mantener un nivel de organización dado relativamente elevado a pesar de las tendencias constantes a disminuirlo. El modelo procesal o de sistema complejo adaptativo se aplica a los sistemas caracterizados por la elaboración o la evolución de la organización; como veremos se benefician con las perturbaciones y la variedad del medio y de hecho dependen de estas" [Buckley, 1996].

Cualquier sistema que *maximice* ciertas variables, violando las condiciones naturales de estado estacionario que *optimizarían* estas variables, está, por definición en un estado de desbocamiento, y a la larga, no tiene más oportunidad de supervivencia que la que tiene un alcohólico o una máquina sin gobierno. Este fundamento es el que da lugar a la epistemología cibernética como sistema formal. Veamos:

1. Existe un conjunto de partes que interactúan, y la interacción es gatillada por diferencias.
2. Estas diferencias no son diferencias de substancia, espacio o tiempo. No tienen localización.
3. Las diferencias y las transformadas (versiones codificadas) de las diferencias se transmiten a lo largo de circuitos cerrados, o redes de vías; el sistema es circular o más complejo.
4. Muchos de los eventos dentro del sistema tienen sus propias fuentes de energía, es decir, se energizan por la parte que responde y no por el impacto de la parte que origina la respuesta.

De acuerdo con este conjunto de criterios, una estructura social o política, un río o un bosque están todos vivos y poseen *mente*. Cada uno posee sus propias fuentes energéticas, constituyen un sistema interconectado, actúa auto-correctivamente y también tienen un potencial de desbocamiento. Cada uno de estos sistemas sabe cómo crecer, cómo cuidarse, y si sus procesos fallan, también sabe cómo fallecer.

El ejemplo más gráfico acerca de cómo operan estos criterios cibernéticos es uno que muestra Bateson respecto al ciego. El ciego va buscando su camino a tientas con la ayuda de un bastón. ¿Dónde comienza o dónde termina el ciego? No hay manera de decirlo. Mientras camina, en realidad hay un **sistema**, un sistema que se constituye por el ciego, la calzada, el bastón y la información que se va intercambiando. Un sistema que posee una mente. El ciego no está simplemente actuando sobre un objeto que luego actúa sobre la calzada. El bastón es efectivamente una *senda* hacia la ruta, hacia el ambiente. *¿Hacia dónde conduce esta senda? ¿Al mango del bastón?, ¿a la punta del bastón?* Bateson postula que no tiene sentido hacerse estas preguntas, porque el bastón es un camino a través del cual se transmiten diferencias que se están transformando, de modo que al trazar una línea que delimite se está cortando una parte del circuito sistémico que determina la locomoción del ciego. *En otras palabras, el ciego + bastón + calzada + información = sistema de locomoción.*

Si estudiamos con detención los criterios anteriores sobre un sistema organizacional veremos lo siguiente:

*1. Existe un conjunto de partes que interactúan y la interacción es gatillada por diferencias.*

Una organización comercial, por ejemplo, posee un conjunto de partes que interactúa: sus gerencias, departamentos, unidades. La interacción es gatillada por diferencias: Si el departamento de ventas efectúa una venta, significa que ventas recibió una información proveniente del entorno (clientes, mercado), entonces, habrá una comunicación a la unidad de inventarios (por mencionar una interacción).

Esa unidad responderá liberando el producto para su entrega, información que a su vez irá como feedback a ventas (diferencia transformada). Y así sucesivamente se crea un circuito de un sistema específico durante el período que dura el ciclo de la venta y que actúa e interactúa gatillada por diferencias (información). Lo interesante de esto es reconocer que la **mente** está constituida por el **circuito de información**. Ella es la unidad auto-correctiva, la red de vías que no se unen por una conciencia que tiene objetivos, sino que se extiende para incluir las vías de todo tipo (internas y externas) por las cuales puede viajar la información.

*2. Las diferencias no son diferencias de substancia, espacio o tiempo; por tanto, no tienen localización.*

Un observador, o un receptor, responde a una diferencia o a un cambio en una relación, y esta diferencia no puede localizarse en el sentido convencional. Una diferencia no es una cosa o un acontecimiento. No tiene dimensión. Sin embargo existe. Es más, aquello **que no es** también puede ser una causa. Por ejemplo, si el empleado no escribió una carta al cliente, esta "acción" también generará respuesta, la que puede ser airada. Cuando no se envía la información a la DIAN también se generan respuestas. No se necesita de un "impacto" como causa para que ocurran efectos. No se requiere de "cosas" como causas para crear efectos.

*3. Las diferencias y las transformadas (versiones codificadas) de las diferencias son transmitidas a lo largo de circuitos cerrados o redes de vías; el sistema es circular o más complejo.*

Un sistema es autocorrectivo en la dirección de la homeostasis y/o del desbocamiento, y esa capacidad de autocorregirse implica una conducta de ensayo-error. Las entidades vivas, o mentes, escapan del cambio **mediante** el cambio. Bateson explica que la naturaleza acepta cambios efímeros en favor de una estabilidad de largo plazo. La caña de bambú se curva con el viento para volver a su posición original cuando éste se ha calmado, así como el trapeceista y el equilibrista de un circo está continuamente modificando su posición y peso respectivamente para no caer.

La organización no está exenta de esta propiedad como sistema. Incluso cuando existe desbocamiento, siempre hay un germen de autocorrección dentro del sistema. Del mismo modo que un drogadicto finalmente llega a una institución de rehabilitación cuando ha tocado fondo, la organización pide ayuda cuando el clima laboral se hace

insostenible, o cambia las piezas que están llevando a la organización a un caos. Siempre hay una medida autocorrectiva que busca que el sistema vuelva a una estabilidad de largo plazo.

*4. Muchos de los eventos al interior del sistema poseen sus propias fuentes de energía, es decir, se energizan por la parte que responde, y no por el impacto de la parte que origina la respuesta.*

Los sistemas vivientes son autoactualizantes, es decir, son sujetos antes que objetos. Del mismo modo que un perro reacciona mordiendo si se le ha pateado, una unidad organizacional puede responder saboteando su producto cuando se le ha restringido su presupuesto. Un grupo de vendedores puede abandonar su esfuerzo cuando un supervisor es un "líder" autoritario o la división de producción puede hacer más lento su proceso después de que se informen que habrá reducción de personal dentro de un futuro cercano.

### **Metodología de aplicación de la TGS para el análisis y diseño de sistemas**

Desde el punto de vista de la administración está compuesta de las siguientes etapas:

a. Análisis de situación: es la etapa en que el analista toma conocimiento del sistema, se ubica en cuanto a su origen, objetivo y trayectoria.

1. Definición de objetivo: determinar para qué ha sido requerido ya que en general se le plantean los efectos pero no las causas.
2. Formulación del plan de trabajo: fijar los límites de interés del estudio a realizar, la metodología a seguir, los recursos materiales y humanos que necesitará, el tiempo requerido y el costo del mismo. Esta etapa se conoce como propuesta de servicio y a partir de su aprobación se continúa con la metodología.
3. Relevamiento: recopilar toda la información referida al sistema en estudio, como así también toda la información que hace al límite de interés.
4. Diagnóstico: medir la eficacia y la eficiencia del sistema en estudio. Eficacia es cuando el sistema logra los objetivos y eficiencia es cuando el sistema logra los objetivos con una relación costo beneficio positiva. Si un sistema es eficaz pero no eficiente el analista deberá cambiar los métodos del sistema, si un sistema no es eficaz el analista deberá cambiar el sistema y si un sistema es eficiente el analista sólo podrá optimizarlo.

b. Diseño: el analista diseña el nuevo sistema.

1. Diseño global: determinar las salidas, los archivos, las entradas del sistema, hacer un cálculo de costos y enumerar los procedimientos. El diseño global debe ser presentado para su aprobación.
2. Diseño detallado: desarrollar en detalle la totalidad de los procedimientos enumerados en el diseño global y formular la estructura de organización la cual se aplicara sobre dichos procedimientos.

c. Implementación: la implementación del sistema diseñado significa llevar a la práctica al mismo, esta puesta en marcha puede hacerse de tres formas.

1. Global.
2. En fases.
3. En paralelo.

d. Seguimiento y control: El analista debe verificar los resultados del sistema implementado y aplicar las acciones correctivas que considere necesarias para ajustar el problema.

### **El sistema de control**

Un sistema de control estudia la conducta del sistema con el fin de regularla de un modo conveniente para su supervivencia. Una de sus características es que sus elementos deben ser lo suficientemente sensitivas y rápidas como para satisfacer los requisitos para cada función del control.

Elementos básicos:

- a. Variable; elemento que se desea controlar.
- b. Los mecanismos sensores para medir las variaciones a los cambios de la variable.
- c. Los medios motores para desarrollar las acciones correctivas.
- d. Fuente de energía, que entrega la energía necesaria para cualquier tipo de actividad.
- e. La retroalimentación, que a través de la comunicación del estado de la variable por los sensores logra llevar a cabo las acciones correctivas.

Método de control:

Es una alternativa para reducir la cantidad de información recibida por quienes toman decisiones, sin dejar de aumentar su contenido informativo. Las tres formas básicas de implementar el método de control son:

- a. Reporte de variación: esta forma de variación requiere que los datos que representan los hechos reales sean comparados con otros que representan los hechos planeados, con el fin de determinar la diferencia. La variación se controla luego con el valor de control, para determinar si el hecho se debe o no informar. El resultado del procedimiento, es que únicamente se informa a quién toma las decisiones acerca de los eventos o actividades que se apartan de modo significativo de los planes, para que tomen las medidas necesarias.
- b. Decisiones programadas: otra aplicación de sistema de control implica el desarrollo y la implantación de decisiones programadas. Una parte apreciable de las decisiones de carácter técnico y una parte pequeña de las decisiones tácticas abarcan decisiones repetitivas y rutinarias. Diseñando el sistema de información de manera que ejecute esas decisiones de rutina, el analista proporciona a los administradores más tiempo para dedicarse a otras decisiones menos estructuradas.
- c. Si se procura que el sistema vigile las órdenes pendientes y se programan las decisiones de cuáles pedidos necesitan mayor atención, se logrará un significativo ahorro de tiempo y esfuerzo.
- d. Notificación automática: en este caso, el sistema como tal, no toma decisiones pero como vigila el flujo general de información puede proporcionar datos, cuando sea preciso.
- e. Las notificaciones automáticas se hacen en algunos criterios predeterminados, pero sólo quienes toman las decisiones deben decir si es necesario o no emprender alguna acción.

### **Sistema de control en las organizaciones**

El control es uno de los cinco subsistemas corporativos (control organización, planificación, coordinación y dirección) los cuales son muy difíciles de separar con respecto al de control. De ello se desprende todo el proceso administrativo, debe considerarse como un movimiento circular, en el cual todos los subsistemas están ligados intrincadamente, la relación entre la planificación y el control es muy estrecha ya que el directivo fija el objetivo y además las normas, ante las cuales se contrastan y evalúan acciones.

Es necesario el control para determinar si las asignaciones y las relaciones en la organización están siendo cumplimentadas tal como se las había previsto.

### **Referencias**

- ABRIL Gonzalo (1997). *Teoría general de la información*. Cátedra, Madrid.
- ACKOFF Russell (2002) *El paradigma de Ackoff Una administración sistémica*. 1ª ed., Limusa, México DF.
- ACKOFF Russell (1997). *Cápsulas de Ackoff Administración en pequeña dosis*. 1ª ed., Limusa, México DF.
- ACKOFF Russell (1984). *Rediseñando el futuro*. 2ª ed., Limusa, México DF.
- AFANASIEV Víctor (1975). *Dirección científica de la sociedad*, Academia. 1ª ed., Progreso, Moscú.
- ANDRADE Hugo, et al. (2001). *Pensamiento sistémico*. Diversidad en búsqueda de unidad. Ediciones Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- ARACIL Javier, GORDILLO Francisco (1997). *Dinámica de sistemas*. 3ª ed., Alianza, Madrid.
- AXELROD Robert, COHEN Michael D. (1999). *Harnessing Complexity*. The Free Press, New York.
- BAR-YAM Yaneer (1997). *Dynamics of Complex Systems*. Addison Wesley, England.
- BECHTEL W. (1991). *Filosofía de la mente. Una panorámica para la ciencia cognitiva*. Tecnos, Madrid.
- BERTALANFFY von Ludwig (2000). *Teoría general de los sistemas*. 12a reimp., FCE, México.
- BRIGGS John P., PEAT David (1999). *Las siete leyes del caos*. Suramericana, Barcelona.
- BRIGGS John P., PEAT David (1994). *Espejo y reflejo. Del orden al desorden*. 2ª ed., Gedisa, España.
- BUCKLEY W. (1996). *La sociología y la teoría moderna de los sistemas*. 2ª ed., Amorrortu. Buenos Aires.
- CAPRA Frijot (1998). *La trama de la vida*. Anagrama, Barcelona.
- CEBERIO Marcelo, WATZLAWICK Paul (1998). *La construcción del universo*. Herder, Barcelona.
- COCHO Germinal, et al. (1999). *Perspectivas en las teorías de sistemas*. Siglo veintiuno editores, Madrid, España.
- DAVILA Carlos. *Teorías organizacionales y administración*. Enfoque crítico. 2ª ed., McGrawHill, Bogotá, 2001.

- FOERSTER Heinz von (1990). *Construyendo una realidad*. En: *Nuevos paradigmas en la investigación social*. Anthropos, Suplementos 22, Barcelona.
- FORRESTER Jay W. (1968). *Principles of Systems*. Wright-Allen Press, California.
- HABERMAS J. (1987). *Teoría de la acción comunicativa I*. Taurus, Madrid.
- HARRIS Marvin (1984). *La cultura norteamericana contemporánea. Una visión antropológica*. Alianza Editorial, Madrid.
- HOLLAND John H. (1996). *Hidden Order*. Perseus Books, Cambridge (Ma).
- IZUZQUIZA Ignacio (1990). *La sociedad sin hombres. Niklas Luhmann o la teoría como escándalo*. Anthropos, Barcelona.
- JOHANNSEN O. (1975). *Introducción a la teoría general de sistemas*. Facultad de Economía y Administración. Universidad de Chile.
- JOHNSON Steven (2001). *Emergence*. Simon & Schuster, New York.
- KUHN Thomas (2001). *La estructura de las revoluciones científicas*. 10ª ed., FCE, Bogotá, Colombia.
- LAKATOS Imre (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza Editorial, Madrid.
- LE MOIGNE Jean-Louis (1990). *Le modélisation des systèmes complexes*. Dunod, Paris.
- LEWIN Roger (1996). *Complejidad. El caos como generador del orden*. 1ª ed., Tusquets, Barcelona.
- LOVELOCK James, et al. (1995). *Gaia Aplicaciones de la nueva biología*. Kairos, 3ª ed., Barcelona.
- LOVELOCK James (1992). *Gaia una ciencia para curar el planeta*. Kairos, Barcelona.
- LUHMANN Niklaus (1998). *Sistemas sociales. Lineamientos para una teoría general*. Anthropos, Madrid.
- MALDONADO Carlos, et al. (1999). *Visiones sobre la complejidad*. Ediciones el Bosque, Colección "Filosofía y Ciencia" Volumen-1, Bogotá, 1999.
- MATURANA Humberto (2002). *Transformación en la convivencia*. 2ª ed., Dolmen Ediciones, Santiago de Chile.
- MATURANA Humberto (1995). *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo*. Universitaria, Santiago de Chile.
- MATURANA Humberto (1990). *El árbol del conocimiento*. Debate, Santiago.
- MORIN Edgar (2001). *Introducción a la complejidad*. 1ª ed., Gedisa, España.
- MORIN Edgar (2001). *El método V. La humanidad de la humanidad*. 3ª ed., Cátedra-Teorema, Madrid.
- MORÍN Edgar (1999). *El método III. El conocimiento del conocimiento*. 3ª ed., Cátedra-Teorema, Madrid.
- MORÍN Edgar (1999). *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma. Reformar el pensamiento*. Nueva Visión, Buenos Aires.
- MORIN Edgar (1993). *El método I. La naturaleza de la naturaleza*. 3ª ed., Cátedra-Teorema, Madrid.
- MORIN Edgar (1984). *Ciencia con conciencia*. 2ª Edición, Anthropos, Barcelona.
- MURRAY Gell-Mann (1995). *El Quark y el Jaguar*. Aventuras en lo simple y lo complejo, Tusquets Editores, Barcelona.
- O'CONNOR Joseph, MCDERMOTT Ian (1997). *Introducción al pensamiento sistémico*. Urano, Barcelona.
- PRIGOGINE Ilya, NICOLIS G. (1989). *Exploring Complexity*. Freeman, New York.

- PRIGOGINE Ilya (1997). *La estructura de lo complejo*. Alianza, Madrid.
- PRIGOGINE Ilya (1997). *¿Tan solo una ilusión?. Una exploración del caos al orden*. 4ª ed., Tusquets, Barcelona.
- RODRÍGUEZ D., ARNOLD M. (1991). *Sociedad y teoría de sistemas*. Universitaria, Santiago, Chile.
- TAMAYO y TAMAYO Mario (1997). *El proceso de la investigación científica*. Limusa, México.
- WIENER Norbert (1979). *Cibernética y sociedad*. Sudamericana, Buenos Aires.
- WOLFRAN Stephan (2002). *A New Kind of Science*. 1ª ed., Wolfran, Agosto 2002
- YOURDON Edgard (1989). *Análisis estructurado moderno*. Prentice-Hall Panamericana, México.