

Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno  
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Computación y  
Telecomunicaciones



Sistemas de Información I

# Teoría General de Sistemas

(Resumen)

Integrantes:

Leonardo Henry Añez Vladimirovna

Luis Octavio Antelo Mansilla

Wilber Cortez Montejo

Ricardo

22 de Agosto de 2019

# Capítulo 1 El enfoque de los Sistemas

## 1.1. El enfoque reduccionista

Dentro de la Teoría General de Sistemas se encuentra una forma específica de abordar los sistemas, la cual corresponde al nombre de Enfoque Reduccionista, y que básicamente se trata de la investigación o estudio científico que toma en cuenta cada uno de los elementos o partes. Básicamente el enfoque reduccionista, es aquel en el cual se estudia un fenómeno complejo a través del análisis de sus elementos o partes componentes. Algunos ejemplos podrían ser:

## 1.2. Dos enfoques para el estudio de la Teoría General de Sistemas

Existen dos enfoques para el desarrollo de la Teoría General de Sistemas, que la misma teoría sugiere. Estos enfoques, como se apreciará, deben tomarse más bien como complementarios que como competitivos o como dos caminos cuya exploración tiene valor y son los siguientes:

- I. El primer enfoque es observar al universo empírico y escoger ciertos fenómenos generales que se encuentran en las diferentes disciplinas y tratar de construir un modelo teórico que sea relevante para esos fenómenos.

### Características

- Observa diferentes el universo empírico y escoge unos fenómenos generales que se encuentran en las distintas disciplinas y trata de construir un modelo teórico que lo explique.
- No estudia sistema tras sistema sino que de un grupo solo considera ciertos sistemas.

- II. Un segundo enfoque posible para la teoría general de sistemas es ordenar los campos empíricos en una jerarquía de acuerdo con la complejidad de la organización de sus individuos básicos o unidades de conducta y tratar de desarrollar un nivel de abstracción apropiado a cada uno de ellos.

### Características

- Crea una jerarquía que se deriva de lo empírico de acuerdo a la complejidad de los sistemas.
- Conduce al término "Sistemas de Sistemas".

En este punto cabe destacar la ordenación de Boulding, que es la siguiente:

- Primer nivel: Estructuras estáticas (ejemplo: el modelo de los electrones dentro del átomo).
- Segundo nivel: Sistemas dinámicos simples (ejemplo: el sistema solar).
- Tercer nivel: Sistemas cibernéticos o de control (ejemplo: el termostato).

- Cuarto nivel: Los sistemas abiertos (ejemplo: las células).
- Quinto nivel: Genético Social (ejemplo: las plantas).
- Sexto nivel: Animal.
- Séptimo nivel: El hombre.
- Octavo nivel: Las estructuras sociales (ejemplo: una empresa).
- Noveno nivel: Los sistemas trascendentes (ejemplo: lo absoluto).

### 1.3. Tendencias que buscan la aplicación práctica de la Teoría General de Sistemas

- a) La Cibernética  
Desarrollada por Norbert Wiener del MIT en su libro "Cibernética" se basa en el principio de la retroalimentación (o causalidad circular) y de homeóstasis.
- b) La Teoría de la Información  
Esta introduce el concepto de información como una cantidad mensurable, mediante una expresión
- c) La Teoría de los juegos  
A través de esta técnica se puede estudiar el comportamiento de partes en conflicto.
- d) La Teoría de la Decisión  
Se basa en el examen de un gran número de situaciones y sus posibles consecuencias, determinando así (por procedimientos estadísticos, fundamentalmente basados en la toma de las probabilidades), una decisión que optimice el resultado.
- e) La Topología o Matemática Relacional  
Es una de las nuevas ramas de las matemáticas que ha demostrado más poder y ha producido fuertes repercusiones en la mayoría de las antiguas ramas.
- f) El Análisis Factorial  
Es decir el aislamiento, por medio del análisis matemático, de los factores en aquellos problemas caracterizados por ser multivariados. Su aplicación ha sido mayormente en el área de la psicología.
- g) La Ingeniería de Sistemas  
Se refiere a la planeación, diseño, evaluación y construcción científica de sistemas hombre-máquina.
- h) La Investigación de Operaciones  
Es el control científico de los sistemas existentes de hombres, máquinas, materiales, dinero, etc.

## Capítulo 2 Sinergia y Recursividad

### 2.1. Sinergia

Podríamos definir sinergia de la siguiente manera: cuando la suma de las partes es diferente del todo; cuando un objeto cumple con este principio o requisito decimos que posee o existe sinergia. Sin embargo, podríamos señalar (Fuller), como un objeto que al evaluarlo de alguna manera una o alguna de sus partes (incluso a cada una de sus partes) en forma aislada, no puede explicar o predecir la conducta del todo.

### 2.2. Recursividad

Podemos entender por recursividad el hecho de que un objeto sinérgico, un sistema, esté compuesto de partes con características tales que son a su vez objetos sinérgicos (sistemas). Hablamos entonces de sistemas y subsistemas. O, si queremos ser más extensos, de supersistemas, sistemas y subsistemas. Lo importante del caso, y que es lo esencial de la recursividad, es que cada uno de estos objetos, no importando su tamaño, tiene propiedades que lo convierten en una totalidad, es decir, en elemento independiente.

El concepto de recursividad se aplica a sistemas dentro de sistemas mayores. En general que un sistema sea subsistema de otro más grande, y por otro, puede estar compuesto de sistemas menores. La recursividad representa la jerarquización de todos los sistemas existentes es el concepto unificador de la realidad y de los objetos.

### 2.3. Sinergia y Recursividad

La sinergia de los descubrimientos entre sí hace más o menos imprevisible el desarrollo del conocimiento, (explicando de paso la idea de su crecimiento exponencial). No se da demasiada importancia a las relaciones mutuas que se establecen entre descubrimientos más o menos simultáneos.

### 2.4. Conclusiones

En este segundo capítulo hemos introducido dos conceptos de principal importancia para la comprensión del enfoque de la Teoría General de Sistemas: el concepto de Sinergia y el de Recursividad. Como veremos al comienzo del próximo capítulo, en el que trataremos a los sistemas en forma más sistematizada, la idea de sinergia es inherente al concepto de sistemas, y la idea de recursividad representa la jerarquización de todos los sistemas existentes. Es el concepto unificador de la realidad y de los objetos.

## Capítulo 3 Que es un Sistema

El objetivo es sistematizar una serie de conceptos en torno a los sistemas partiendo de su definición formal, es decir, crear nuestro vocabulario de trabajo. Intentaremos desarrollar también alguna taxonomía o clasificación.

### 3.1. Definiciones

Existen dos líneas de pensamiento

- a) La de Bertalanffy y continuada por Boulding en la que el esfuerzo central es llegar a la integración de las ciencias.
- b) El segundo es bastante más práctico y se conoce con el nombre de “ingeniería de sistemas”.

Definición general de sistemas: un conjunto de partes coordinadas y en interacción para alcanzar un conjunto de objetivos. Definición del General System Society For Research: un conjunto de partes y sus interrelaciones.

### 3.2. Concepto de Gestalt o sinergia

Un sistema puede ser el conjunto de la arena de una playa, un conjunto de estrellas, un conjunto sistemático de palabras o símbolos que pueden o no tener relaciones funcionales entre sí o un grupo de trabajo. En éste último, cada uno de sus miembros posee sus propias características y condiciones, hábitos, esperanzas, temores, lo mismo que el matrimonio a pesar de que digan que son uno. Los subsistemas son sistemas más pequeños dentro de sistemas mayores. Pero a su vez los sistemas pertenecen a otros sistemas mayores: los supersistemas. Ejemplo: el hombre como sistema con sus órganos como subsistema y el grupo como supersistema. Para que ello sea así tanto los subsistemas como los súper, deben responder a ciertas características comunes, las características sistémicas.

A medida que integramos sistemas, vamos pasando de una complejidad menor a una mayor. Y viceversa. A medida que desintegramos perdemos visión del todo y nos vamos acercando al método reduccionista. Kenneth Boulding ha formulado una escala jerárquica de sistemas, partiendo desde los más simples para llegar a los más complejos.

Primer nivel: estructuras estáticas (marco de referencia) geografía y anatomía del universo (estructura de electrones alrededor del núcleo, los átomos etc.).

Segundo nivel: sistemas dinámicos simples con movimientos predeterminados: Este puede ser denominado el nivel del “movimiento del reloj” (el sistema solar es en sí el gran reloj del universo). Desde las máquinas más simples a las más complicadas, como los dínamos.

El tercer nivel: los mecanismos de control o los sistemas cibernéticos. El termostato. Difieren de los más simples por el hecho de que la transmisión e interpretación de información constituye una parte esencial de los mismos.

El cuarto nivel: los sistemas abiertos, Este es el nivel en que la vida empieza a diferenciarse de las materias inertes y puede ser denominada con el nombre de células. Presentan dos propiedades particulares: auto mantención y autoproducción.

El quinto nivel: el genético social, y se encuentra tipificado por las plantas y domina el mundo empírico del botánico, las características más importantes son: a) la división del

trabajo entre las células con partes diferenciadas y mutuamente dependientes (raíces, hojas, semillas, etc.) y b) una profunda diferenciación entre el fenotipo y el genotipo, asociada con un fenómeno de equifinalidad, es decir, los sistemas llegan a un mismo objetivo, aunque difieran sus estados iniciales. En este nivel no existen órganos de los sentidos altamente especializados y los receptores de información son difusos e incapaces de recibir mucha información. Un árbol distingue cambios en su entorno, por Ej., el girasol y el movimiento solar.

Sexto nivel: A medida que pasamos del reino vegetal al animal, gradualmente pasamos a un nivel organizativo más complejo en su organización.

El séptimo nivel: es el nivel humano. No sólo sabe sino que también reconoce que sabe. Tiene capacidad para producir, absorber, e interpretar símbolos complejos.

El octavo nivel: lo constituyen las organizaciones sociales. No existe el hombre aislado de sus semejantes. Un hombre verdaderamente aislado no sería humano (aunque lo fuera potencialmente). Se pueden definir a las organizaciones sociales como un conjunto de roles interconectados por canales de comunicación.

El noveno nivel: los sistemas trascendentales. Aquí se encuentra la esencia, lo final, lo absoluto, lo inescapable.

### 3.3. Las fronteras del sistema

Por frontera del sistema queremos entender aquello que separa el sistema de su entorno (o supersistema) y que define lo que le pertenece y queda fuera de él. A la jerarquía anterior cabría incorporarle el décimo nivel, el ecológico. El sistema ecológico presenta un equilibrio desarrollado durante millones de años, por medio de la evolución tanto de los organismos vivos (incluido el hombre) como del paisaje 7 geográfico. Hoy en día este sistema tiende a perder su equilibrio, se está produciendo un ecocidio.

Para la definición de un sistema siempre contaremos con dos conceptos que pueden resultar de gran ayuda: la idea de un supersistema y la idea de un subsistema. De este modo podemos definir a nuestro sistema en relación con su medio inmediato, por una parte, y en relación con sus principales componentes, por otra.

### 3.4. Sistemas abiertos y sistemas cerrados

Hemos definido al sistema como un conjunto de partes interrelacionadas. Pero si analizamos bien la definición podremos darnos cuenta de que prácticamente no existe objeto en toda la creación que no se encuentre comprendido en ella (excepto lo conglomerado). Incluso el conglomerado mantiene relaciones (de atracción, repulsión, simplemente de contexto).

Según Forrester podemos dividir a los sistemas en abiertos y cerrados.

a) Sistemas abiertos: aquellos cuya corriente de salida no modifica a la corriente de entrada (un estanque en el que la salida del agua no tiene relación con la entrada)

b) Sistemas cerrados: aquel cuya corriente de salida, es decir su producto, modifica su corriente de entrada, es decir sus insumos.

Según Bertalanffy:

a) Sistema cerrado: no intercambia energía con su medio (ya sea importación como exportación).

b) Sistema abierto: es el que transa con su medio.

## Capítulo 4 Elementos de un Sistema

En general, las principales características de un sistema (abierto) son su: corriente de entrada, su proceso de conversión, su corriente de salida, y –como elemento de control– comunicación de retroalimentación.

### 4.1. Corrientes de entrada

Ejemplos de un hombre, una planta, una industria. Son sistemas abiertos que precisan incorporar “energía” para funcionar. En general, la energía importada tiende a comportarse con arreglo a la ley de conservación de la energía, que dice 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. Sin embargo, existe la corriente de entrada de una energía particular que no responde a la ley de conservación. Es la información. Efectivamente, el sistema importa información desde su medio a través de sus centros receptores y canales de comunicaciones. Este insumo se comporta según la “ley del incremento”, la información que permanece en el sistema es igual a la que entra más que la que existe, es decir, hay una agregación neta en la entrada y la salida no elimina información del sistema. Puede suceder todo lo contrario: con la salida de información puede aumentar el total de información del sistema (“la mejor manera de aprender es enseñando”).

### 4.2. Proceso de conversión

¿Hacia dónde va la energía que el sistema importa? Los sistemas convierten o transforman la energía (en sus diferentes formas) que importan en otro tipo de energía, que representa “la producción” característica del sistema en particular. Por ejemplo las plantas “importan” energía solar y mediante un proceso de conversión (fotosíntesis) transforman la energía solar en oxígeno.

### 4.3. Corriente de salida

Equivale a la exportación que el sistema hace al medio.(oxígeno por ejemplo). Por lo general no existe una sino varias corrientes de salida. La planta, por ejemplo, además de oxígeno exporta alimentos y belleza a través de sus flores. Podemos dividir las corrientes como positivas o negativas para el medio y el entorno (o supersistema). Una planta en general su corriente de salida es siempre positiva, salvo que se tratase, por

ejemplo de una amapola o algo por estilo, que pueda emplearse para el opio y éste puede ser usado positiva (en medicina) o negativamente.

#### 4.4. La comunicación de retroalimentación

Todo sistema tiene un propósito y la conducta que desarrolla una vez que cuenta con suficiente energía, tiende a alcanzar ese propósito u objetivo. La información de retroalimentación es la información que indica cómo lo está haciendo el sistema en la búsqueda de su objetivo y que es introducido nuevamente al sistema con el fin de que se lleven a cabo las correcciones necesarias para lograr su objetivo (retroalimentación) Desde este punto de vista es un mecanismo de control del sistema para asegurar el logro de su meta.

Un ejemplo es la bicicleta. La bicicleta sin ciclista es un sistema cerrado. Con ciclista es un sistema abierto y cuando la rueda delantera involuntariamente, por causa de algún accidente del terreno se va hacia la izquierda el ciclista reacciona y mueve el manubrio hacia la derecha para mantener el rumbo y el equilibrio. Esa maniobra es de retroalimentación.

## Capítulo 5 Entropía y neguentropía

Cada acto que realizamos en el día implica fuerza y energía. Si cerramos una puerta, si encendemos un cigarrillo (en un lugar “abierto”) por supuesto) estamos ejecutando un trabajo. En cada una de estas actividades existe un consumo de energía.

En general todo sistema diseñado para alcanzar un objetivo requiere de energía que puede convertirse, dentro del sistema, en energía cinética o potencial. La primera se encuentra relacionada con la velocidad de un cuerpo, aunque algo de ella se pierde por la fricción de éste con el medio. (Caminar, empujar, transportar etc.). La energía potencial se encuentra relacionada con la masa del cuerpo y los cambios de altura (energía de una cascada, etc)

### 5.1. Las leyes de la termodinámica

Ley cero: cuando dos cuerpos que poseen la misma temperatura son colocados uno al lado de otro, sus temperaturas permanecen constantes. (ley “cero” de la termodinámica)

Ley primera: en un sistema cerrado la energía tiende a conservarse. No se gana ni se pierde.

Ley segunda: cuando dos cuerpos tienen diferente temperatura, existirá siempre un flujo de energía del más caliente al más frío. Dicho de otra manera: cuando ciertos estados del sistema son más probables que otros, el sistema siempre se moverá en la dirección del estado más probable.

### 5.2. Entropía

Es una cantidad física mensurable. En el punto de temperatura conocido como cero absoluto (aproximadamente  $-273^{\circ}\text{C}$ ) la entropía de cualquier sustancia es cero. Cuando llevamos la sustancia a cualquier otro estadio mediante pasos lentos y reversibles (aunque la sustancia cambie de naturaleza física o química) la entropía aumenta en una cantidad que se calcula dividiendo cada pequeña porción de calor que debemos agregar en ese



proceso, por la temperatura absoluta en la cual lo agregamos y sumando todas estas pequeñas contribuciones.

Recordemos que de acuerdo a la segunda ley de la termodinámica, la entropía de un sistema aislado (que no “comercia” con el exterior) es siempre creciente, va pasando de estados más organizados hacia estados menos organizados, hasta llegar a un caos final.

La Tierra no es un sistema aislado. Recibe energía desde el exterior (energía radiante desde el sol, energía gravitacional desde el sol y de la luna, radiaciones cósmicas de origen desconocido) También irradia energía. ¿Cuál es el saldo? No se conoce.

Los objetos físicos tienden a ser sistemas cerrados, y por eso tienen una vida limitada. La Esfinge, por ejemplo, muestra los efectos de la entropía si se compara su estado 10 actual con el original. La arcilla y la roca que la componen se desgranarían con el paso del tiempo y tienden a volver a su estado primitivo como partículas y arena.

Cuando un sistema no vivo es aislado y colocado en un medio uniforme, todo movimiento muy pronto llega hasta un punto muerto, como resultado de la fricción. Las diferencias de potenciales químicos se equilibran, la temperatura se hace uniforme. Después de esto todo el sistema cae en agonía y muere, transformándose en materia inerte. Se alcanza un estado permanente en que no ocurre ningún suceso observable; los físicos lo llaman estado de equilibrio termodinámico o de máxima entropía.

### 5.3. La entropía y los sistemas abiertos

Hemos señalado que una característica común a todos los sistemas es la entropía. En los sistemas sociales ésta tiene efectos que tienen relación con los problemas de la organización, de la información y de la comunicación. Según dijimos la entropía es un concepto que proviene de la física y es una conclusión a que se llega a partir de la segunda ley de la termodinámica, según la cual, los sistemas tienden a alcanzar su estado más probable. Ahora bien, en el mundo de la física el estado más probable es el caos, el desorden y la desorganización.

Si se examina un campo de tierra gredosa, apropiada para la fabricación de ladrillos, el estado en que se encuentra esa tierra será de desorden (su estado más probable). Si de esa tierra gredosa se pretende fabricar ladrillos, habrá que organizarla. Y si a esos ladrillos los usamos para fabricar un muro, estamos en una segunda etapa de organización. Con el paso del tiempo los ladrillos tenderán a desintegrarse, a la pérdida de su organización, a volver a transformarse en polvo o arcilla, a llegar a su estado más probable. El efecto de desintegración es el efecto de la entropía.

Esto que sucede con los sistemas cerrados, no ocurre igual con los abiertos.

### 5.4. La neguentropía y la subsistencia del sistema

En el mundo físico no existe creación de neguentropía o entropía negativa. Los sistemas vivos evitan el decaimiento a través de la ingesta de alimentos. Un organismo se alimenta

de entropía negativa atrayéndola para él para compensar el incremento de entropía que produce al vivir y manteniéndose así, dentro de un estado estacionario, con un nivel relativamente bajo de entropía.

La neguentropía es en sí una medida de orden, es el mecanismo según el cual el organismo se mantiene en estado estacionario y a un nivel bastante alto de ordenamiento, es decir, a un bajo nivel de entropía.

#### 5.5. La generación de la neguentropía

Un sistema abierto puede presentarse como aquel que importa energía (corriente de entrada), transforma esa energía (proceso de transformación) y luego exporta al medio esa nueva energía. Con el producto de esa exportación, el sistema está en condiciones de obtener nuevamente sus corrientes de entrada necesarias para llevar adelante el proceso de transformación que le es propio.

Supongamos:

E1 es la energía de entrada.

E2 es la energía de salida

$$E1 = E'1 + E''1 \text{ ó } E1 - E'1 = E''1$$

$E''1$  representa una cantidad de energía no utilizada en el proceso de transformación. Es una energía que permanece (o se acumula) dentro del sistema y sirve para la creación de neguentropía. Un ejemplo: un equipo de jugadores de damas que poco a poco deja de tener interés en sí porque todos tienden a jugar igual. El máximo nivel de entropía se produce cuando todos los jugadores llegan al mismo nivel, es decir poseen una misa jerarquía.

Llamemos  $Ax$  a la entropía del sistema. Entonces si

$Ax = E''1$  tenemos un sistema que sobrevive

$Ax$  es mayor que  $E''1$  tenemos un sistema en expansión

$Ax$  es menor que  $E''1$  tenemos un sistema en descomposición

#### 5.6. Entropía e información

Las informaciones son comunicadas a través de mensajes que son propagados desde un punto (fuente) a otro (receptor) dentro del sistema social, a través de los canales de comunicación y utilizando diversos medios. Es evidente que las informaciones contenidas en mensajes pueden sufrir alteraciones durante su transmisión.

Esta pérdida de información equivale a entropía. Ahora bien, la información como tal puede considerarse como una disminución de la incertidumbre o del caos, y en este sentido, la información tiende a combatir la entropía; la información es, pues, neguentropía.

Por ejemplo, en una habitación a oscuras se tira al suelo una moneda y la probabilidad de que esté en cualquier parte del suelo es la misma. Pero si al caer ha sonado, este sonido nos da una información que recibimos y que nos indica una cierta área del suelo donde puede estar la moneda. Hemos pasado de un estado de máxima entropía (de igual distribución de las probabilidades) a un estado de menos entropía (probabilidades desiguales)

Es decir:

Información es = a – entropía

Información = neguentropía

La cibernética ha llegado a definir ambas cosas relacionadas:

Información Neguentropía

Nótese bien que el significado de “información” no es el mismo en los dos sentidos:

Cuando es neguentropía hacia información, esta última significa la adquisición de conocimientos; cuando es de información hacia neguentropía, significa poder de organización, en el antiguo sentido de Aristóteles y la transición correspondiente parece indicar el proceso elemental de acción. Es una acción organizada.

#### 5.7. Información y organización

Mientras la entropía es una medida de desorden, la información es una medida de organización. Un sistema social implica una restricción de las comunicaciones entre sus miembros. Si tomamos un grupo desorganizado de sesenta personas comunicándose al azar dentro de un grupo grande, el número potencial de canales es de 1770. Si ellos se encontraran organizados en una red de doce combinaciones de cinco personas, el número de canales dentro del grupo sería reducido a diez.

Katz y Khan: “moverse de lo desorganizado a lo organizado, requiere la introducción de restricciones para reducir lo difuso y la comunicación al azar”. Se canaliza la información con el fin de cumplir los objetivos de la organización. En términos de la teoría de la información, la comunicación, sin restricciones produce ruido dentro del sistema. “Sin un modelo, sin restricción, sin pensar, sin precisión, existe un sonido, pero no música”.

A medida que aumenta la información (y por ende la neguentropía) aumenta la organización. Pero un exceso de información puede generar entropía, es decir la entrada de una corriente de información superior a la que el sistema social pueda procesar. La información “fluye” hacia la organización desde diferentes fuentes. Una de ellas es el flujo de transacciones entre la organización y el medio ambiente. Otra fuente es la generada por los propios miembros de la organización. Aparecen numerosos problemas. En cada uno de estos centros surge la tendencia a “filtrar” la información antes de transmitirla a la unidad superior.

## Capítulo 6 Principio de Organicidad

### 6.1. El mundo en equilibrio

El mundo (o el universo) puede ser representado como un sistema o una colección de sistemas (o subsistemas) que de una manera u otra interactúan y se interrelacionan los unos con los otros en un proceso de intercambio que lleva millares de procesos de conversión. Sin embargo, a nivel global existe cierta tendencia al equilibrio, que se mantiene

### 6.2. La explicación newtoniana

Las leyes de Isaac Newton (1642-1727) sobre movimiento: Primera: cada cuerpo permanece en estado de descanso o inmóvil, o con un movimiento uniforme en línea recta, a menos que sea forzado a cambiar ese estado por fuerzas ejercidas contra él. (ejemplo bola de billar) Tercera: a cada acción sigue una reacción igual: la acción mutua de dos cuerpos, del uno sobre el otro es siempre igual y en dirección opuesta. Cuando presionamos una piedra con el dedo, el dedo es presionado por la piedra con igual fuerza. Equilibrio estadístico: Un sistema se mantiene en equilibrio estadístico cuando en promedio sus condiciones internas permanecen constantes, o cuando el todo permanece inmóvil durante el tiempo.

### 6.3. La explicación de la Teoría General de Sistemas

Lazlo plantea una definición de sinergia: Un objeto es un sistema cuando la variabilidad que experimenta la totalidad es menor que la suma de las variabilidades de todas sus partes.

### 6.4. La evolución en equilibrio

Existen dos fuerzas o comportamientos en el desarrollo de los sistemas:

- a) una que resiste los cambios bruscos, súbitos y severos.
- b) Los ciclos son rara vez o nunca similares.

### 6.5. El principio de la organicidad

Hemos observado que los sistemas tienden tanto a mantener un cierto equilibrio (homeostático o estadístico) así como a desarrollar entropía. Esta aparente paradoja ha sido estudiada por distintos especialistas. J. O'Manique cita a Theilhard de Chardin, especialmente su idea de la Hiperfísica. Según O'Manique que cita a Tower, Chardín logró dar sentido a dos de las ideas científicas más famosas: la teoría de la evolución biológica (que habla de una organización cada vez más compleja) y, por otra, el

principio de la segunda ley de la termodinámica. Wiese plantea la opinión de que junto a las más conocidas leyes de la energía debería existir otra: la “ley de la organización”. Parece ser que existe una tendencia natural, inherente a los sistemas vivos hacia la organización. Los sistemas vivos en general poseen una característica que los lleva no sólo a permanecer (o sobrevivir) sino a crecer y expandirse. Es lo que hemos denominado el principio de organización.

#### 6.6. El principio de entropía como elemento desorganizador

Se ha definido a la entropía como la tendencia que tienen todos los sistemas a alcanzar su estado más probable. Este estado más probable es el caos, la desorganización, la eliminación de las diferencias que lo hacen identificable. Esto es fácilmente demostrable en los sistemas cerrados (aquellos que no tienen intercambio de energía con el medio).

Pero veamos que pasa en los sistemas abiertos. Teóricamente deben tender al caos si es que el estado más probable de estos sistemas es ese. En nuestro caso, dentro de los sistemas abiertos nos interesa el sistema social, es decir, un conjunto de individuos y sus interrelaciones.

#### 6.7. Compatibilización: la neguentropía como elemento Organizador

Se puede observar con claridad que los dos puntos desarrollados previamente aparecen como contradictorios. Mientras en el primero se trata de insinuar la existencia de un principio de organicidad inherente a los sistemas (por lo menos en los sistemas abiertos), en el segundo se concluye en que por efectos de la entropía, todos los sistemas tienden hacia el caos o hacia la desorganización. Sin embargo, a nuestro juicio esta contradicción es más bien aparente que real. Es un hecho que algunos sistemas sociales han sobrevivido por largo tiempo, y si se les examina en la actualidad, no dan muestras de ir hacia el caos o el desorden.

## Capítulo 7 Subsistema de Control

Tratando de resumir al máximo todo lo que se tocó en el capítulo, primero se tenía que tener una idea de lo que significa la organización y varios conceptos que esta misma conlleva. Al mismo tiempo entender lo que significa la información y por consiguiente la entropía y neguentropía. Por suerte estamos analizando uno de los capítulos finales del libro, así que todos estos conceptos ya son familiares para el lector, así que tranquilamente se puede continuar.

Entendiendo todos los puntos anteriores se puede llegar a la conclusión que gracias a la información existe la organización y un sistema, cuando hay organización, tiene a crecer y expandirse. Pero como toda persona sabe, “tropezar es parte de crecer”, el hecho de que se cometan ciertos fallos o existan ciertos desperfectos es parte de que un sistema está en crecimiento. Justamente para “controlar” el crecimiento de éste y evitar que tome otro rumbo no deseado, se tienen a los subsistemas de control. Estos ayudan a que el sistema

desarrolle una capacidad de adaptación al medio en que se encuentra y modificar su conducta cuando se requiera.

#### 7.1. La retroalimentación negativa y sistema de control

Cuando hablábamos de la comunicación de retroalimentación en el capítulo anterior, señalábamos que este tipo especial de información tendía a mantener al sistema dentro del programa o plan que éste se había fijado para alcanzar su objetivo.

En otras palabras, cuando el sistema se desvía de su camino, la información de retroalimentación advierte este cambio a los centros decisionales del sistema y éstos toman las medidas necesarias para iniciar acciones correctivas que deben hacer retornar al sistema a su camino original. Cuando la información de retroalimentación es utilizada en este sentido, decimos que la retroalimentación es negativa.

En palabras cortas, un sistema de control es un sistema que consta de 5 partes importantes las cuales interactúan, del cual es muy importante la retroalimentación pues ésta modifica la corriente de entrada y a partir de esta nueva información el sistema se modifica o no.

a) Una variable: que es el elemento (o programa de objetivo) que se desea controlar. En nuestro caso la variable la constituye la velocidad a que avanza el automóvil.

b) Mecanismos sensores: que son sensibles para medir las variaciones o los cambios de la variable. En el caso presentado estos mecanismos sensores son el marca-kilómetros, nuestra vista y las funciones interpretativas de nuestro cerebro.

c) Medios motores: a través de los cuales se pueden desarrollar las acciones correctivas. En nuestro caso ellos son las neuronas y el sistema muscular que mueve el pie para una mayor o menor presión.

d) Fuente de energía: que entrega la energía necesaria para cualquier tipo de actividad. Por ejemplo la energía almacenada de nuestro cuerpo para poder llevar a cabo el movimiento del pie sobre el pedal. También debemos considerar la fuente de energía que mueve al motor.

e) Retroalimentación: mediante la cual, a través de la comunicación del estado de la variable por los sensores, se logran llevar a cabo las acciones correctivas. En el caso del automovilista, éstas son las decisiones del cerebro, una vez que recibe la información (de retroalimentación) proporcionada por el marca kilómetros y transmitidas por la vista y los nervios correspondientes.

#### 7.2. Retroalimentación positiva

Veamos ahora la aplicación de la comunicación de retroalimentación positiva, en realidad la comunicación de retroalimentación es sólo una. El carácter de positivo o

negativo está dado por el tipo de acción que tome el cerebro del individuo, en el caso de la caminata "a ciegas" o los centros decisionales de los sistemas sociales.

En general podemos señalar que, cuando se modifica la conducta del sistema y se dejan constantes los objetivos, nos encontramos ante la retroalimentación negativa. Cuando se mantiene la conducta del sistema y se modifican los objetivos entonces nos encontramos frente a una retroalimentación positiva.

Tratándose de la retroalimentación positiva el control es prácticamente imposible, ya que no disponemos de estándares de comparación, pues los objetivos fijados al comienzo prácticamente no son tomados en cuenta, debido a su continua variación. Como la conducta de la variable es errática, es difícil planear las actividades y coordinarlas con otras.

### 7.3. Sistemas desviación-amplificación

Estos procesos parecen ser opuestos a aquellos en que la desviación es corregida y se mantienen en equilibrio. Pero ambos tienen una característica esencial en común. Los elementos del sistema se influyen entre sí ya sea en forma simultánea o alternativa. La diferencia está en que los sistemas desviación-corrección poseen una retroalimentación negativa entre sus elementos mientras que los sistemas desviación-amplificación poseen una retroalimentación positiva.

En estos sistemas cada elemento tiene una influencia en todos los demás, ya sea directa o indirectamente y cada uno se auto influencia a través de los otros elementos. No existe una causalidad jerárquica o prioritaria en ninguno de ellos. Es en este sentido que entendemos las relaciones causales mutuas.

En general, un circuito con un número par de influencias negativas es un circuito desviación-amplificación, mientras que un circuito con un número impar de influencias negativas es de desviación-corrección.

### 7.4. Un sistema de circuito cerrado con amplificación

En general, podemos resumir las siguientes características de un sistema de control:

1. Un control estable requiere la presencia de la influencia de una retroalimentación negativa.
2. Control estable de una variable en un punto "fijo" generalmente significa mantener a la variable de modo que no se aleje más allá de ciertos límites aceptables alrededor de ese punto.
3. Para que un control de cualquier variable sea efectivo, el sistema de control debe ser diseñado de modo que tenga respuestas que sean adecuadas para la aplicación específica que se hace de él.

## Capítulo 8 La definición de un Sistema

Llegados a este punto prácticamente cualquier lector del libro ya debería tener una idea ya casi armada de lo que llega a ser un sistema, comprendiendo así todos los conceptos de los que este abarca, entonces debemos de suponer que ya estamos listos para dar un concepto de lo que es un sistema.

El término "sistema" que, como hemos señalado, aunque puede ser definido de muchas maneras, existe un acuerdo general en definirlo como conjunto de partes coordinadas para alcanzar ciertos objetivos. Con el fin de hacer más precisa esta definición, debemos explicar qué es lo que entendemos por "partes coordinadas".

### 1.1. Los objetivos del sistema total

Cuando se habla de los objetivos del sistema total podemos cometer muchos errores pues cada subsistema que lo compone tendrá su objetivo específico, y de esta manera nos podríamos equivocar fácilmente en determinar una de las partes más importantes para definir un sistema. Se mantiene la idea de que para determinar el objetivo real de un sistema tiene que ser mediante la medición de la actuación del mismo.

### 1.2. El medio del sistema

Un criterio para enfrentar este problema es considerar que, cuando señalamos que algo queda fuera del sistema, queremos indicar que el sistema prácticamente no tiene control sobre ello, es decir, poco o nada puede hacer para modificar sus características o su conducta. El medio corresponde a los "datos dados" al sistema y, evidentemente, desde este punto de vista constituye sus limitaciones.

una forma de determinarlo es fijando las fronteras reales del sistema de acuerdo con el problema concreto.

El medio no es sólo aquello que se encuentra fuera del control del sistema, sino que también es algo que determina, en parte, la conducta de éste.

Para poder determinar de una manera rápida qué es lo que forma parte del medio y qué es lo que forma parte del sistema, se deben responder las siguientes preguntas en cuestión.

1. ¿Puedo hacer algo frente a ello?
2. ¿Tiene importancia para mis objetivos?

Si la primera pregunta tiene una respuesta negativa y la segunda una positiva, ese aspecto constituye nuestro medio.

### 1.3. Los recursos del sistema

En general, los recursos del sistema, como opuestos al medio, son todo aquello que el sistema puede cambiar o utilizar para su propia ventaja. El sistema puede decidir cuáles trabajadores harán eso y cuáles aquello, o dónde se invertirá esta parte del



presupuesto y en qué se gastará esa otra, o qué equipo y cuánto tiempo se utilizará en una determinada operación. En una palabra, son recursos internos del sistema aquellos sobre los cuales éste posee control.

Para la contabilización de los recursos propios del sistema, no sólo es necesario incluir los recursos reales, sino considerar también los recursos potenciales y las posibilidades que existen para transformarlos en reales, pues los mecanismos o componentes que sirven para aumentar o amplificar los recursos del sistema pueden ser los más importantes.

#### 1.4. Los componentes del sistema

Desde el punto de vista de las misiones del sistema puede ser útil indicar aquí las diferentes funciones que debe llevar a cabo un sistema para sobrevivir (constituye la misión más importante del sistema total).

Ellas son:

1. La misión de producción. Es decir, la conversión de la energía en el bien y/o servicio característico del sistema.
2. La misión de apoyo. Es decir, las funciones por las cuales se provee de suficiente energía al proceso de producción; la función de "comerciar" la corriente de salida en el medio y así originar las nuevas corrientes de entrada (el ciclo de actividad y las funciones de legalización del sistema en su medio).
3. La misión de mantención. Es decir, las funciones destinadas a lograr que los componentes del sistema permanezcan dentro del sistema, cuando éste los requiere, tanto física como psicológicamente.
4. La misión de adaptación. Es decir, las funciones destinadas a observar los cambios que se suceden en el medio, predecir las consecuencias que éstos tendrán para el sistema y proponer las medidas necesarias para adaptar el sistema a las nuevas condiciones del medio.
5. La misión de dirección. Es decir, el gobierno del sistema, la coordinación de los subsistemas, la adjudicación de los recursos entre ellos, todo esto para cumplir la misión (o las misiones) general del sistema total.

#### 1.5. La dirección del sistema

Cuando se habla de la dirección del sistema en cuestión, se tiene que tomar en cuenta muchos aspectos del sistema en general, y uno de ellos, por no decir el más importante

es conocer el objetivo real del sistema, saber “hacia donde se dirige el barco” para que de esta manera el “capitán” pueda tomar las decisiones correctas analizando todo gracias a la retroalimentación que el sistema genera, y poder administrarlo y controlarlo.

La administración del sistema no sólo debe generar los planes que éste debe desarrollar, sino también asegurarse de que los planes sean implementados de acuerdo con las ideas originales. Y si no es así, debe determinar el por qué. Esta actividad se conoce generalmente bajo el término de control, aunque la palabra en sí encierre un sentido negativo.