



CAPÍTULO X

Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

MIGUEL ANGEL ROJAS ROJAS
MAGISTER EN GESTIÓN

Rojas 2005



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

AMBIENTE

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

Rojas 2005

2



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

ATRIBUTO

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

Rojas 2005

3



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

CIBERNETICA

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

Rojas 2005

4



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

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).

Rojas 2005

5



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

COMPLEJIDAD

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

Rojas 2005

6



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

CONGLOMERADO

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

Rojas 2005

7



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

ELEMENTO

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

Rojas 2005

8



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

ENERGIA

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

Rojas 2005

9



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

ENTROPIA

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

Rojas 2005

10



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

EQUIFINALIDAD

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

Rojas 2005

11



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

EQUILIBRIO

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

Rojas 2005

12



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

EMERGENCIA

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

Rojas 2005

13



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

ESTRUCTURA

- Las interrelaciones más o menos estables entre las partes o componentes de un sistema, que pueden ser verificadas (identificadas) en un momento dado, constituyen la estructura del sistema.
- Según Buckley (1970) las clases particulares de interrelaciones más o menos estables de los componentes que se verifican en un momento dado constituyen la estructura particular del sistema en ese momento, alcanzando de tal modo una suerte de "totalidad" dotada de cierto grado de continuidad y de limitación.
- En algunos casos es preferible distinguir entre una estructura primaria (referida a las relaciones internas) y una hiperestructura (referida a las relaciones externas).

Rojas 2005

14



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

FRONTERA

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

Rojas 2005

15



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

FUNCION

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

Rojas 2005

16



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

HOMEOSTASIS

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

Rojas 2005

17



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

INFORMACION

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

Rojas 2005

18



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

INPUT / OUTPUT (modelo de)

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

Rojas 2005

19



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

Input

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

Output

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

Rojas 2005

20



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

ORGANIZACIÓN

- N. Wiener planteó que la organización debía concebirse como "una interdependencia de las distintas partes organizadas, pero una interdependencia que tiene grados.
- Ciertas interdependencias internas deben ser más importantes que otras, lo cual equivale a decir que la interdependencia interna no es completa" (Buckley, 1970:127).
- Por lo cual la organización sistémica se refiere al patrón de relaciones que definen los estados posibles (variabilidad) para un sistema determinado.

Rojas 2005

21



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

MODELO

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

Rojas 2005

22



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

MORFOGENESIS

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

Rojas 2005

23



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

MORFOSTASIS

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

Rojas 2005

24



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

NEGENTROPIA

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

Rojas 2005

25



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

OBSERVACION (de segundo orden)

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

Rojas 2005

26



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

RECURSIVIDAD

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

Rojas 2005

27



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

RELACION

- Las relaciones internas y externas de los sistemas han tomado diversas denominaciones. Entre otras: efectos recíprocos, interrelaciones, organización, comunicaciones, flujos, prestaciones, asociaciones, intercambios, interdependencias, coherencias, etcétera.
- Las relaciones entre los elementos de un sistema y su ambiente son de vital importancia para la comprensión del comportamiento de sistemas vivos.
- Las relaciones pueden ser recíprocas (circularidad) o unidireccionales.
- Presentadas en un momento del sistema, las relaciones pueden ser observadas como una red estructurada bajo el esquema input/output.

Rojas 2005

28



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

RETROALIMENTACION

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

Rojas 2005

29



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

Retroalimentación negativa

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

Rojas 2005

30



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

Retroalimentación positiva

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

Rojas 2005

31



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

RETROINPUT

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

Rojas 2005

32



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

SERVICIO

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

Rojas 2005

33



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

SINERGIA

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

Rojas 2005

34



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

SISTEMAS (dinámica de)

- Comprende una metodología para la construcción de modelos de sistemas sociales, que establece procedimientos y técnicas para el uso de lenguajes formalizados, considerando en esta clase a sistemas socioeconómicos, sociológicos y psicológicos, pudiendo aplicarse también sus técnicas a sistemas ecológicos.
- Esta tiene los siguientes pasos:
 - Observación del comportamiento de un sistema real,
 - Identificación de los componentes y procesos fundamentales del mismo,
 - Identificación de las estructuras de retroalimentación que permiten explicar su comportamiento,
 - Construcción de un modelo formalizado sobre la base de la cuantificación de los atributos y sus relaciones,
 - Introducción del modelo en un computador y

Rojas 2005

Trabajo del modelo como modelo de simulación (Forrester). 35



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

SISTEMAS ABIERTOS

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

Rojas 2005

36



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

SISTEMAS CERRADOS

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

Rojas 2005

37



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

SISTEMAS CIBERNETICOS

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

Rojas 2005

38



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

SISTEMAS TRIVIALES

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

Rojas 2005

39



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

SUBSISTEMA

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

Rojas 2005

40



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

TELEOLOGIA

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

VARIABILIDAD

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

Rojas 2005

41



Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas

VARIEDAD

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

VIABILIDAD

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

Rojas 2005

42


