

TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VICERECTORÍA UNIVERSITARIA ABIERTA Y A DISTANCIA

VUAD

Gutiérrez Gómez, Gonzalo.
Teoría general de sistemas [Recurso electrónico] / Gonzalo Gutiérrez Gómez -- Bogotá:
Universidad Santo Tomás. Vicerrectoría Universitaria Abierta y a Distancia, 2013
1 recurso en línea (90 p.) : fotografías, gráficos
ISBN: 978-958-631-850-1
Incluye referencias bibliográficas y glosario.
Contenido: ¿Qué es la teoría general de sistemas - TGS? -- Aportes de la teoría general de
sistemas a la investigación científica. - Sistema y enfoque sistémico. -- Herramientas conceptuales –
conceptos relacionados con las características de comportamiento o conducta de un sistema. -- La
teoría general de sistemas en las organizaciones.

1. Cibernética 2. Investigación operacional 3. Teoría de sistemas 4. Teoría de la información
5. Sistemas de información en administración I. Tít. II. Universidad Santo Tomás. Vicerrectoría General
de Universidad Abierta y a Distancia (VUAD). Facultad de Educación.

CO-BoUST 658.4032 CDD 23

© Gutiérrez Gómez, Gonzalo, 2013

© Universidad Santo Tomás

Universidad Santo Tomás / Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia

Fr. Erico Juan Macchi Céspedes, O. P. Vicerrector General VUAD

Carrera 10 No. 72 - 50
Bogotá, Colombia

Teléfono: 595 00 00 ext. 2002
www.ustadistancia.edu.co

Diseño y producción: Oficina de Virtualidad VUAD

Carlos Fernando Latorre Barragan
John Fredy Carrillo Walteros
Claudia Liliana Vera Díaz
Yenny Paola Agudelo Guerra

Diseño portadas y diagramación: John Fredy Reyes Sánchez

Corrección de estilo: Nanya Milena Pulido Caicedo

Fotografía: Banco de imágenes Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia, VUAD

Ilustraciones: Banco de imágenes Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia, VUAD

Ediciones USTA

Carrera 13 No. 54 - 39
Bogotá, Colombia

Teléfonos: 249 71 21 / 235 19 75
www.editorial-usta.edu.co

ISBN: 978-958-631-850-1

Hecho en Colombia

**Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin la
autorización expresa de los titulares de los derechos.**



Teoría General de Sistemas
Vicerrectoría General de Universidad Abierta y a Distancia
Facultad de Educación
Facultad de ciencias y tecnologías

Gonzalo Gutiérrez Gómez

Bogotá, 2013

PERFIL DEL DOCENTE

Gonzalo Gutiérrez Gómez, es Ingeniero de Sistemas, Especialista en Gestión para el Desarrollo Empresarial, Especialista en Administración y Gerencia de Sistemas de la Calidad, Magíster en Educación. Catedrático Universitario por varios años y Docente de tiempo completo en la Universidad Santo Tomás, en los últimos cuatro (4) años.

Programas actuales que aplica: Administración de Sistemas Informáticos, Ingeniería en Informática.

Programas futuros: Tecnología en Logística de Operaciones, Ingeniería en Logística de Operaciones, Ingeniería Industrial (Sistema, Enfoque Sistémico, Teoría de Colas, Teoría de Grafos, Investigación de Operaciones, etc.) y apertura programas virtuales con énfasis en ciencia y tecnología.

Contenido

Mapa mental de la teoría general de sistemas

Introducción

Objetivos

Guía de estudio

Esquema gráfico de las unidades – Sumario

UNIDAD I: ¿Qué es la teoría general de sistemas - TGS?

1.1. Referente Histórico

1.2. Finalidad

1.2.1. Antecedentes Generales

1.3. Principales Autores Y Teorías

UNIDAD II: Aportes de la teoría general de sistemas a la investigación científica

2.1. Aportes Epistemológicos

2.2. Aportes Metodológicos

2.2.1. La teoría analógica de los sistemas

2.2.2. La teoría del rango de las estructuras de los sistemas

2.2.3. El modelo procesal o del sistema adaptativo complejo

2.3. Aportes Semánticos

UNIDAD III: Sistema y Enfoque Sistémico

3.1. Definiciones

3.1.1. Conglomerado

3.2. Conceptos relacionados con el análisis del sistema hacia fuera de sus fronteras

3.2.1. Metasistema

3.2.2. Contexto

3.2.3. Límite de interés

3.3. Conceptos relacionados con el análisis del sistema hacia adentro de sus fronteras

3.3.1. Elemento

3.3.2. Atributo

3.3.3. Modelo

3.3.4. Rango y Subsistema

3.3.5. Subsistema

3.3.6. Variables, Parámetros y Operadores

3.3.7. Parámetro

3.3.8. Operadores

3.3.9. Estructura

3.3.10. Complejidad

UNIDAD IV: Herramientas conceptuales – conceptos relacionados con las características de comportamiento o conducta de un sistema

4.1. Adaptabilidad

4.2. Homeóstasis u Homeostasis

4.3. Homeoquinesis

4.4. Morfostasis y Morfogénesis

4.5. Equifinalidad

4.6. Información

4.7. Sinergia

4.8. Retroalimentación

4.8.1. Negativa

4.8.2. Positiva

4.9. Recursividad

4.10. Caja Negra

4.11. Cibernética

4.12. Teleología

4.13. *Holismo, Holístico*

4.14. *Isomorfismo*

4.15. *Homomorfismo*

UNIDAD V: La teoría general de sistemas en las organizaciones

5.1. Principio de organicidad

5.2 La entropía como elemento desorganizador

5.3 La negentropía como elemento organizador

Bibliografía

Infografía

Glosario

Índice de Figuras

Índice de Gráficos

Índice de Cuadros

Videos

Figura 1. Mapa mental de la Teoría General de Sistemas



Introducción



El presente trabajo pretende hacer un acercamiento al estudio de la Teoría General de Sistemas (TGS), cuyo origen data desde los mismos inicios de la filosofía y de la ciencia. Estas propuestas teóricas se fortalecieron con los trabajos del biólogo alemán Ludwig Von Bertalanffy, a quien se considera su principal representante y expositor, en documentos publicados en las décadas de los cincuenta y sesenta.

La Teoría General de Sistemas nos ayuda a entender y nos aproxima en una forma ordenada y científica a la realidad en que vivimos y con la que interactuamos constantemente, igualmente nos orienta a que realicemos un trabajo transdisciplinario (Principio de unidad del conocimiento más allá de las disciplinas – Nicolescu, 2002). La Teoría General de Sistemas (TGS) se distingue por su perspectiva integradora, donde se considera importante la interacción y los conjuntos que a partir de ella se generan.

En la Teoría General de Sistemas lo importante son las relaciones y los vínculos que a partir de ellas surgen; ofreciendo un ambiente adecuado para la interrelación y comunicación entre los investigadores y las disciplinas investigadas.

Pero también La Teoría General de Sistemas es la historia de una filosofía, una metodología de análisis, el estudio de la realidad y el desarrollo de modelos. A partir de los cuales se puede intentar una aproximación gradual en cuanto a la percepción de una parte de esa globalidad que es el universo, configurando un modelo del mismo no aislado del resto al que llamaremos sistema.

Objetivos

Entre los principales objetivos que tiene La Teoría General de Sistemas, se pueden mencionar los siguientes; con la salvedad que pueden aumentar según la profundidad que se desee:

1. Exponer el corpus teórico de forma concreta y clara, para que el estudiante adquiera la capacidad de analizar los diferentes sistemas de información, mediante una visión sistémica y holística, que brinda el estudio de las teorías y principios de la Teoría General de Sistemas.
2. Identificar las corrientes del pensamiento sistémico desde la teoría general de las organizaciones de Bogdanov, la teoría general de sistemas de Bertalanffy, el expansionismo de Ackoff, la cibernética organizacional de StanffordBeer, entre otras.
3. Analizar desde la perspectiva crítica, los orígenes del pensamiento sistémico, su evolución y las propuestas que han marcado horizontes a la teoría de sistema.
4. Reconocer la existencia de una terminología que permite describir características, funciones y comportamiento del sistema en general y que promueve la uniformidad del lenguaje científico.

Guía de estudio

Se estudiará la Teoría General de Sistemas (TGS) con un enfoque práctico, aprovechando la herramienta didáctica de los mapas conceptuales, con el convencimiento que la memoria gráfica es más asertiva que la puramente teórica. Su estudio está centrada en cinco (5) unidades. La primera unidad se refiere a la génesis de la TGS, su finalidad, autores y teoría más representativos. La segunda unidad comprende los Aportes de la Teoría General de Sistemas a la investigación científica; sean ellos: Epistemológicos, Metodológicos y Semánticos. En la tercera unidad se desarrolla los conceptos, tipos y características principales de “Sistema” y “Enfoque o pensamiento sistémico”, el enfoque cibernético y los conceptos recientes sobre Cibernética de segundo orden. La cuarta unidad

presenta las principales herramientas conceptuales. Finalmente se concluye con la quinta unidad, donde se aborda a la TGS en las organizaciones.

Se recomienda la lectura comprensiva del texto guía, los contenidos y recursos del Aula Virtual de tal manera, que los encuentros presenciales a nivel tutorial sean para asesorar, aclarar, retroalimentar y realizar discusiones con ejemplos prácticos. Al final del módulo se encuentran algunas sugerencias para leer textos que se consideran de interés y son base para la comprensión total de los temas.

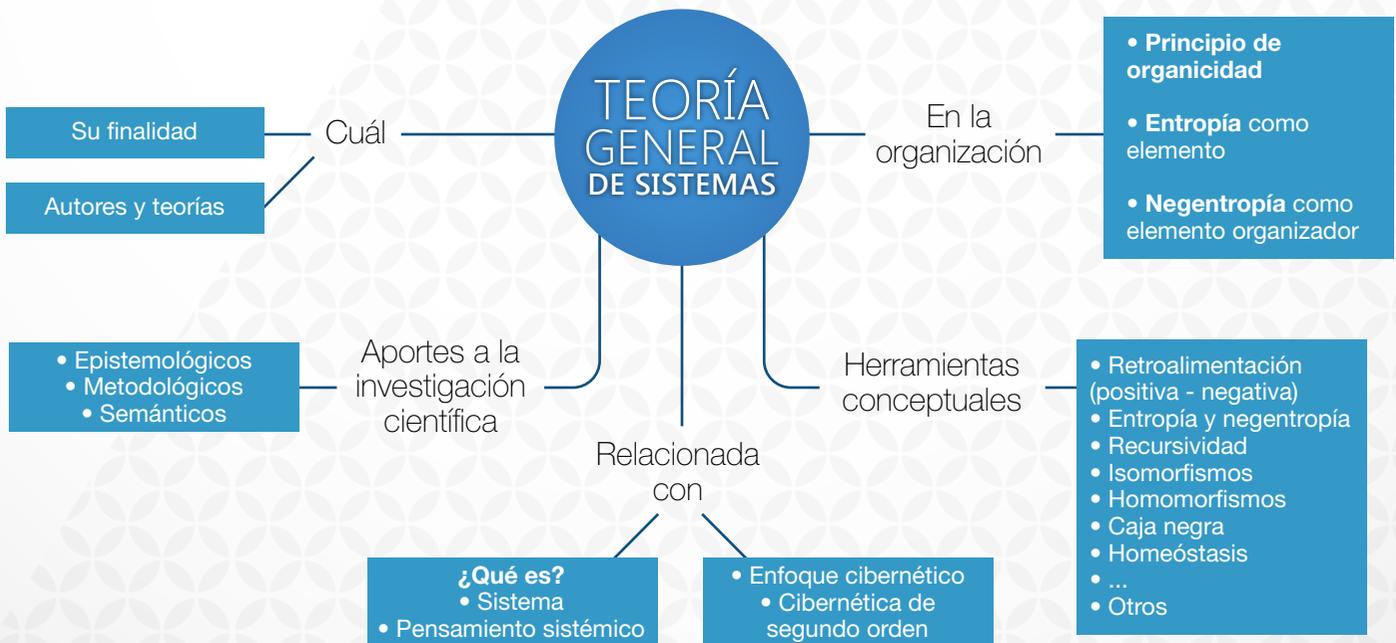
El documento posee enlaces a páginas WEB con artículos complementarios a las lecturas sugeridas, también se puede

observar el mapa conceptual, como complemento interpretativo que reside en el Aula Virtual, puesto a disposición de todo el estudiantado que adelanta el curso de Teoría General de Sistemas.

De los mapas conceptuales colaborativos nos hablan Joseph Novak y Alberto Cañas al hacer referencia a la nueva versión del software; para Joseph, -"Lo maravilloso de los mapas conceptuales colaborativos es que a medida que los estudiantes trabajan con otros, generan un producto intelectual; producto este, en el que todos pueden haber contribuido. Esto minimiza el tipo de competencia nociva que ocurre en muchos salones de clase y maximiza el efecto positivo del aprendizaje social", y a ello agrega Alberto: "En un proyecto colaborativo, el mapa conceptual se convierte en el 'artefacto' sobre el cual se colabora. Los estudiantes (o en general los usuarios, pues igual se aplica a empresas u organizaciones para resolver un problema de forma colaborativa) pueden de forma sincrónica o asincrónica colaborar en la solución del problema, usando el mapa como el medio de colaboración. Al final, el mapa con sus anotaciones o listas de discusión, es el resultado de la colaboración. O sea, existe un modelo como producto final" (Novak y Cañas, 2006).

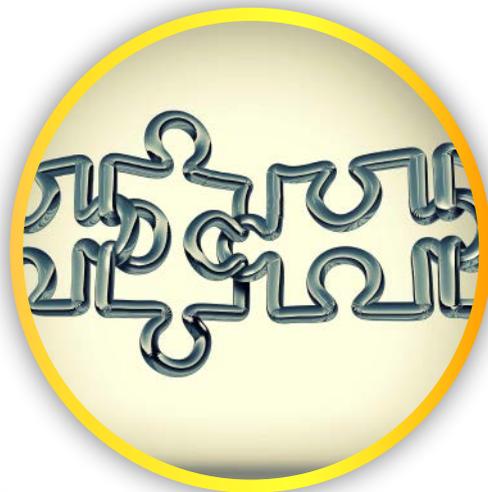
Esquema gráfico de las unidades - Sumario

Figura 2. Esquema unidades sumario TGS



UNIDAD I

¿Qué es la Teoría General
De Sistemas - TGS?



Sumario

1.1. Referente Histórico

1.2. Finalidad

1.2.1. Antecedentes Generales

1.3. Principales Autores Y Teorías

1.1. Referente Histórico

Video

Se sugiere el siguiente video, muy pertinente sobre la Teoría General de Sistemas. Tiene una duración de 16 minutos.

<https://www.youtube.com/watch?v=sESqc2XWXS!>

Se puede decir que la génesis de la Teoría General de Sistemas (TGS), data desde los mismos inicios de la filosofía y de la ciencia, y se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad y al mismo tiempo, como una orientación que motiva para trabajar en forma multidisciplinar.

Con ello, contradice la mirada fragmentaria y lineal del modelo de conocimiento científico (enfoque reduccionista), método con el cual se estudiaban los fenómenos de una forma independiente como si fuera una realidad dividida y no como deben ser estudiados, en forma total e integradora.

Es así, como la Teoría General de Sistemas (TGS) es considerada como una perspectiva interdisciplinaria y multidisciplinaria, que pretende aproximarse y representar el mundo real de manera holística¹.

La Teoría General de Sistemas tuvo su mayor desarrollo durante el Siglo XX cuando se formalizó con los aportes teóricos del biólogo Austriaco Ludwig Von Bertalanffy² (1901-1972). Su aporte más importante es la concepción totalizadora de la biología (denominada "organicista"), con teorías que conceptualizaban a los organismos vivos

como un sistema abierto, en constante intercambio con otros sistemas adyacentes por medio de complicadas interacciones.

Para Bertalanffy, la TGS debería constituirse en un mecanismo de integración entre las ciencias naturales y sociales, y ser al mismo tiempo, un instrumento básico para la formación y preparación de científicos.

En la Teoría General de Sistemas lo fundamental son las *relaciones* y los *conjuntos*, además los resultados que a partir de ellas se originan, ofreciendo un ambiente adecuado para la interrelación y comunicación entre especialistas y especialidades.

Una de las metas claves de la TGS, es no pretender buscar analogías entre las ciencias (humanas, sociales, naturales, etc.), sino tratar de evitar la superficialidad científica que ha estancado a las ciencias. Para lograrlo emplea como instrumento, modelos utilizables y transferibles entre varios polos científicos, con el fin, que dichos modelos sean posibles e integrables a las respectivas disciplinas.

Son objetivos planteados por la Teoría General de Sistemas:

- Promover el desarrollo de una terminología general, aplicables a la mayoría de las disciplinas científicas, que permita describir las características, funciones y comportamientos sistémicos.
- Desarrollar un conjunto de leyes y normas que sean aplicables a todos estos comportamientos.
- Impulsar una formalización (matemática) de estas leyes.

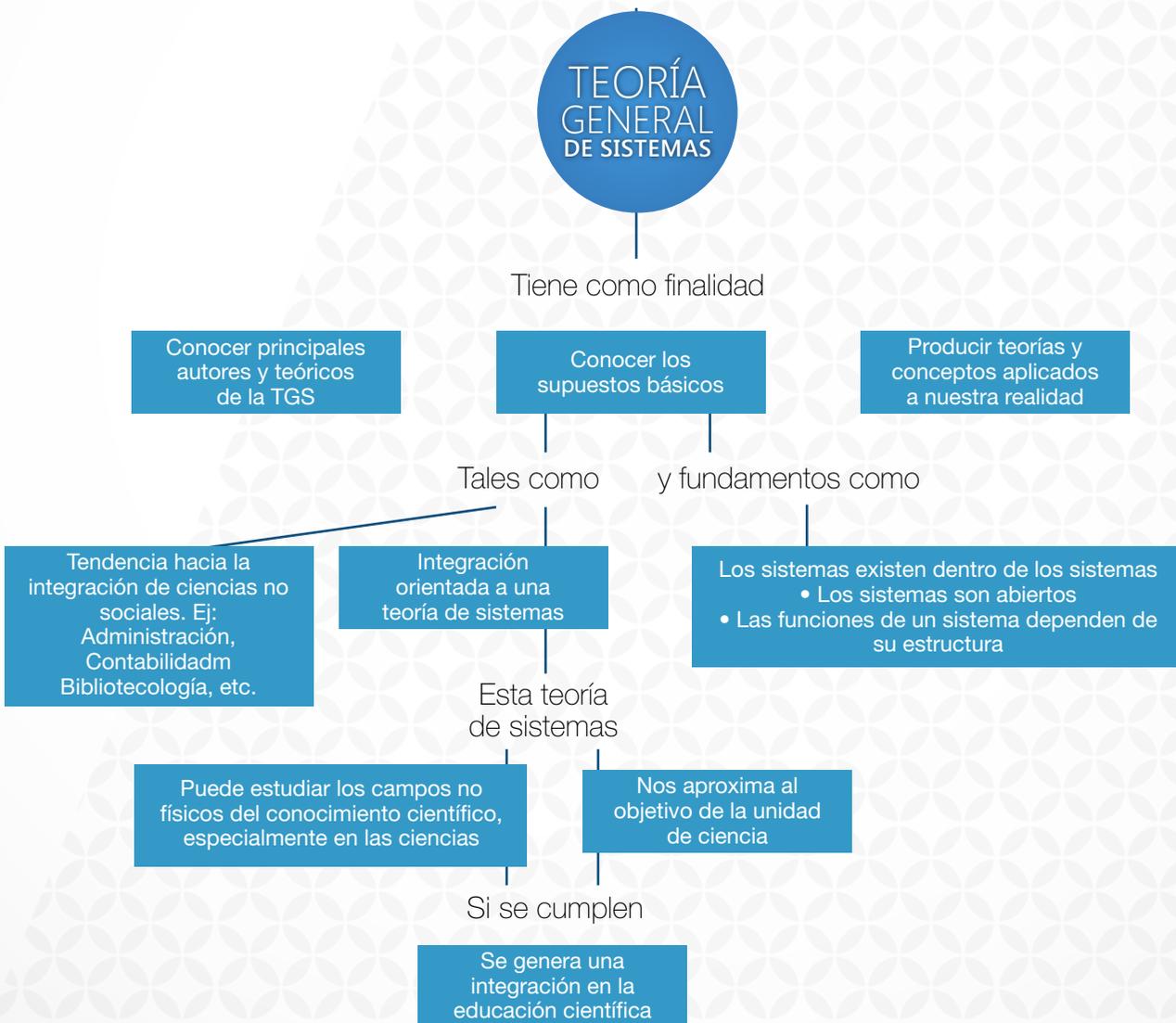
¹. El holismo (del griego *λος* [hólos]: "todo", "entero", "total") . La holística es la tendencia que analiza los eventos desde el punto de vista de las múltiples interacciones que los caracterizan. Ver Diccionario de filosofía, sexta reimpresión.

². http://es.wikipedia.org/wiki/Ludwig_von_Bertalanffy

1.2. Finalidad de la Teoría General de Sistemas

El **telos**³ o la finalidad que persigue la teoría de Sistemas se puede resumir en el siguiente mapa conceptual:

Figura 3. Mapa Conceptual finalidad de la TGS



³. **Telos** (del τῆλος griego que significa "fin", "objetivo", o "meta") es un fin o propósito. Raíz del término "teleología", "más o menos el estudio de la intencionalidad, o el estudio de los objetos con el fin de conocer sus objetivos, fines, o intenciones. Ver Diccionario de filosofía, sexta reimpresión.

1.2.1. Antecedentes Generales

A través de los tiempos el hombre siempre ha tenido la inquietud por entender y comprender la realidad en la que vive; es por esto que lo griegos trataron de hacer una explicación del universo utilizando los medios u objetos que tenía a su alrededor como el agua, el aire, el fuego. Para ello, utilizaron modelos que explicaron racionalmente el origen del universo. El método empleado fue estudiar cada elemento y con los resultados obtenidos explicar la realidad o el universo. Es decir, desde las partes a la totalidad.

Pero, explicar la realidad no es nada fácil. Por esto el pensamiento moderno ha tenido una orientación analítica, que implica organizar el conocimiento en operaciones de desagregación progresiva hasta descomponer el objeto estudiado en unidades más simples. Esta opción, nos remite a René Descartes⁴ (también llamado Renatus Cartesius) cuyo método recomendaba *“dividir cada una de las dificultades en tantas partes como fuese posible”*. Así y a través del conocimiento de las partes, se lograba el conocimiento del objeto de estudio. La orientación analítica predominaba como eje fundamental de las principales corrientes filosóficas, pero también como propuesta orientadora en el desarrollo de la ciencia. Un ejemplo es la Física, que usaba la analítica para demostrar que los fenómenos complejos se lograban explicar mediante la descomposición en las partes que lo integran.

Sin embargo, el análisis tenía un problema, no relacionaba el objeto con otras variables para complementar su estudio e integrar cada uno de los elementos y completar la generalidad del objeto. A este enfoque (analítico) se oponía la Dialéctica, argumentando que él representaba una visión reduccionista que por el procedimiento de la desagregación, limitaba el objeto de estudio. Su propuesta había sido la contraria. La dialéctica afirmaba

que era necesario, no la reducción del objeto en sus partes componentes, sino el establecer su relación con los demás objetos, con todo lo que el objeto no es. Por lo tanto, mientras la orientación analítica privilegiaba su capacidad de acceder a las partes, la dialéctica enfatizaba la referencia a la totalidad. Para la dialéctica, el conocimiento implicaba un proceso de progresivas síntesis parciales hasta alcanzar el todo; la verdad se identificaba con la totalidad.



Diferentes estudiosos encontraron que tanto la dialéctica como el pensamiento analítico, no explicaban completamente los fenómenos, en especial los referidos a las matemáticas y a la lógica. Pero el reduccionismo que surgía del pensamiento analítico y el concepto de globalidad o totalidad (algunos autores le llaman el pensamiento holista), no son en sí mismos contradictorios para el estudio de los fenómenos, poseen propósitos similares, es decir, comprensión de los fenómenos en interacción: naturaleza - hombre, viendo así,

4. Diccionario de Filosofía P.128

un complemento entre las escuelas. Como lo señala (Gómez de Castro, Valle y Pedroso, 2002:1-2), *“El reduccionismo se puede entender de dos maneras: como filosofía y como estrategias de investigación. En el primer caso, se basa en la creencia que todo en la naturaleza, inclusive el comportamiento del ser humano, se puede explicar como resultado de fenómenos físicos y químicos. Como estrategia de investigación y base para el planteamiento de experimentos con el objetivo de conocer el funcionamiento de los componentes de un sistema, el reduccionismo ha sido muy exitoso siendo complemento imprescindible para el avance del conocimiento. En este sentido, el reduccionismo complementa el enfoque sistémico u holismo”*.

Lo anterior, influyó en la forma de investigación en disciplinas como la biología, matemática, física, historia, etc. También incidió en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que se ofrecía en las instituciones educativas, para explicar la naturaleza del “hombre”; nacieron así las asignaturas, las especialidades para dar cuenta del conocimiento. Como lo expresa Morin (2001:89): *“El hombre es un ser evidentemente biológico. Es, al mismo tiempo, un ser evidentemente cultural, meta-biológico y que vive en un universo de lenguaje, de ideas y de conciencia. Pero, a esas dos realidades, la realidad biológica y la realidad cultural, el paradigma de simplificación nos obliga ya sea a desunirlas, ya sea a reducir la más compleja a la menos compleja. Vamos entonces a estudiar al hombre biológico en el departamento de biología, como ser anatómico, fisiológico, etc., y vamos a estudiar al hombre cultural en los departamentos de ciencias humanas y estudiar al espíritu, como función o realidad psicológica. Olvidamos que uno no existe sin el otro; más aún, que uno es, al mismo tiempo, el otro, si bien son tratados como términos y conceptos diferentes”*.

Esta incapacidad de abordar temas más complejos, permitió la búsqueda de un enfoque que permitiera dar cuenta de la complejidad en la cual se encuentran ciertos fenómenos de la realidad. Fruto de esta insatisfacción con las limitaciones del reduccionismo, se efectuó el uso del enfoque sistémico, el concepto de sistema y sus herramientas analíticas en la ciencia como alternativa. Así, comenzaron a aparecer las nuevas leyes que complementaban el reduccionismo, ayudando en el entendimiento de las relaciones complejas y las interacciones de la naturaleza.

Ante este panorama en el que se encontraban los investigadores científicos, se sumó el desarrollo de la tecnología, las comunicaciones y la informática, además de otros descubrimientos que llevaron a la necesidad de utilizar nuevas leyes y conceptos para explicar los nuevos fenómenos que el reduccionismo no podía dar cuenta.

La necesidad de utilizar el nuevo enfoque sistémico se debía según (Bertalanffy, 2000:1-2) a que:

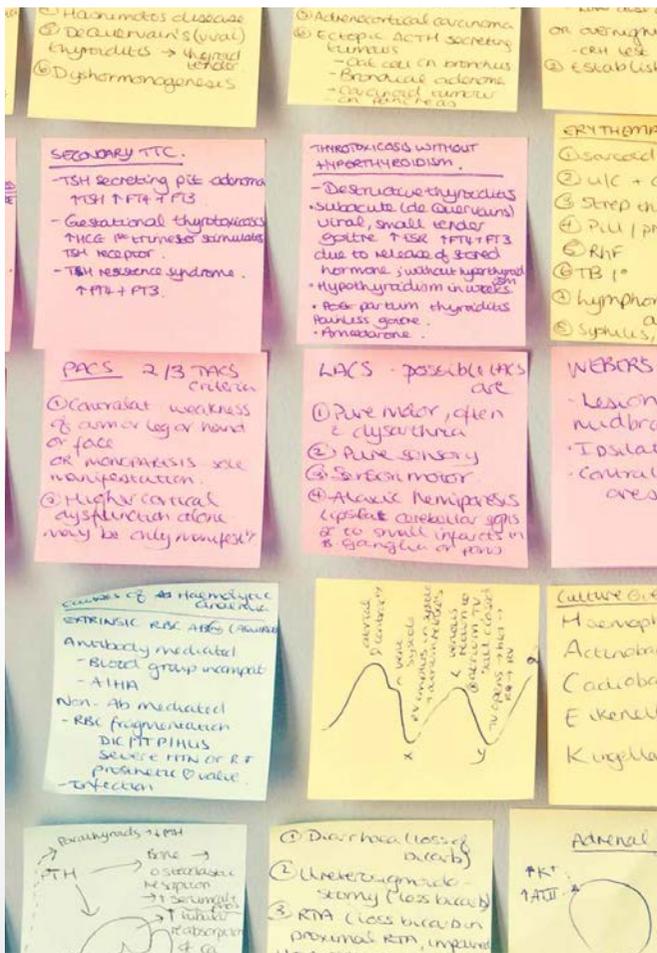
Las raíces de este proceso son complejas. Por un lado, está el tránsito desde la ingeniería energética –la liberación de grandes cantidades de energía, así en las máquinas de vapor o eléctricas hasta la ingeniería de control, que dirige procesos mediante artefactos de baja energía y que ha conducido a las computadoras y la automatización. Han aparecido máquinas que se autocontrolan, del humilde termostato doméstico a los proyectiles auto-guiados de la Segunda Guerra Mundial, y de ahí a los proyectiles inmensamente perfeccionados de hoy. La tecnología ha acabado pensando no ya en términos de máquinas sueltas sino de “sistemas”. Una máquina de vapor, un automóvil o un receptor de radio caían dentro de las competencias del ingeniero adiestrado en respectiva especialidad. Pero cuando se trata de proyectiles o de vehículos espaciales, hay que armarlos usando componentes que proceden de tecnologías heterogéneas: mecánica, electrónica, química, mecatrónica, etc; empiezan a intervenir relaciones entre hombre y máquina, y salen al paso innumerables problemas financieros, económicos, sociales y políticos. O bien el tráfico aéreo, o incluso automóvil, no es sólo cosa del número de vehículos en funcionamiento sino que son sistemas que hay que planear o disponer. Así viene surgiendo innumerables problemas en la producción, el comercio y los armamentos. Se hizo necesario, pues, un “enfoque de sistemas”.

Estas nuevas tendencias y el desarrollo de este enfoque, hicieron que disminuyera la capacidad de respuestas de la teoría reduccionista. Un ejemplo claro lo vivencia Bertalanffy, ya que, se vio afectado en sus investigaciones para poder comprender los procesos complejos de la biología, usando las teorías de las orientaciones reduccionistas. Los biólogos descubrían que los fenómenos biológicos cuando se desagregaban sus componentes químicos y físicos más simples, no era posible dar cuenta del fenómeno propiamente biológico. Con estas fundamentaciones es que hace aparición la Teoría General de Sistemas, liderada por Bertalanffy.

Es así, que la finalidad de la Teoría General de los Sistemas no radica en buscar semejanzas entre las ciencias, sino tratar de evitar la superficialidad científica que ha estancado a las ciencias. Para ello emplea como instrumento, modelos utilizables y transferibles entre varios campos científicos, siempre y cuando tales relaciones sean posibles e integrables a las respectivas disciplinas.

Es propia de la finalidad de la TGS la de producir teorías y conceptos aplicados a nuestra realidad, aproximándonos a uno de los principales objetivos como es el de buscar la unidad de la ciencia, para generar una integración en la educación científica.

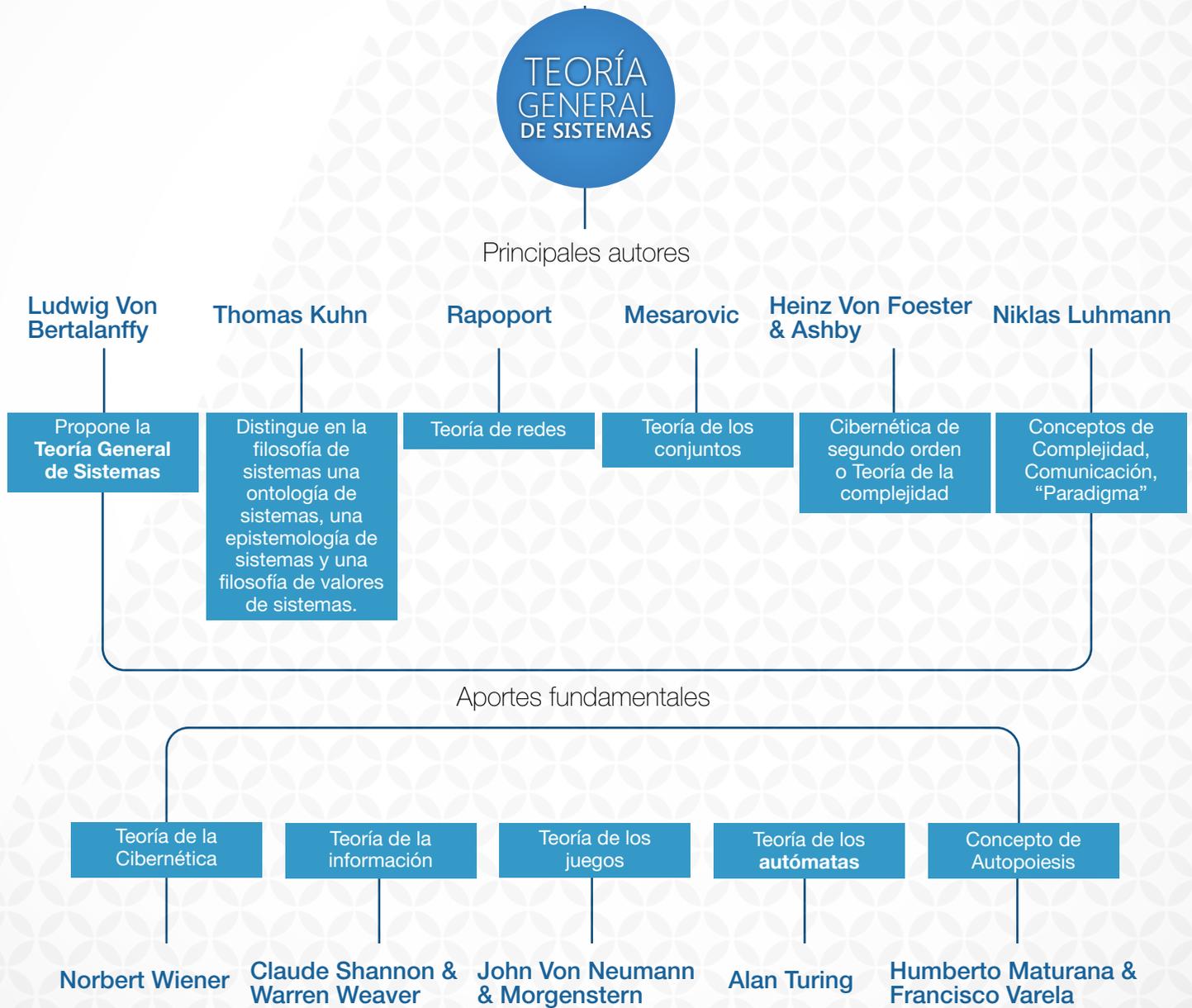
1.3. Principales Autores y Teorías



Bertalanffy admite que la teoría de sistemas comprende un conjunto de teorías y enfoques, entre las cuales se encuentra la teoría de la información (Claude Elwood Shannon y Warren Weaver), teoría de los juegos (John von Neumann), la cibernética (Norbert Wiener), teoría de los autómatas (Alan M. Turing), la teoría de conjuntos (Mihajlo D. Mesarovic), teoría de las redes (Anatol Rapoport) y más. Por eso, la práctica del análisis aplicado de sistemas, deben tener presente diversos modelos, de acuerdo con la naturaleza del caso y con criterios operacionales; según sea el sistema material, psicológico o sociocultural.

Una visión general de los representantes y sus teorías se encuentran en el siguiente mapa.

Figura 4. Principales Autores y sus teorías



Ejercicio de profundización

El estudiante realizará una investigación exhaustiva de cada uno de los autores y sus teorías. Apóyese con gráficos e imágenes ilustrativas. Presente ejemplos que apliquen la teoría.

Es de resaltar, que el estudiante puede complementar el anterior mapa conceptual, agregando aquellos autores, que por sus aportes se consideren de interés.

Cada uno de los autores y sus aportes fundamentales serán estudiados con una previa y rigurosa investigación, deben ser presentados como componente evaluativo mediante un ensayo, cuyas características se encuentran en el acápite de “Actividades”.

Lecturas Sugeridas

- Inicialmente el estudiante debe hacer una lectura comprensiva del texto guía “Introducción a la Teoría General de Sistemas”, de Oscar Johansen Bertoglio. Páginas 17-32, 53-85, 147, 162.
- Consulta al texto original de Ludwing Von Bertalanffy titulado “Teoría General de Sistemas: fundamentos, desarrollos, aplicaciones”. Páginas 33-82.
- Breve historia del pensamiento sistémico páginas 269 - 277, O’Connor y McDermott, 1998. Historia del pensamiento sistémico desde el aporte de diferentes disciplinas.
- La teoría general de sistemas: conceptos básicos páginas 33 - 49, Latorre, 1996
Relación de los principales conceptos y principios de la TGS desde la visión de diferentes autores.
- El enfoque de los sistemas páginas 17 - 28, Johansen, 2000. La TGS frente al enfoque reduccionista de las ciencias, y los enfoques que planteó Boulding para su aplicación.

Además, se puede consultar las siguientes páginas Web:

- Aula Virtual de la asignatura Teoría General de Sistemas
<http://virtual20131.ustadistancia.edu.co/course/view.php?id=920>
- Karl Ludwig von Bertalanffy
<http://www.bertalanffy.org>
- Fritjof Capra
<http://www.fritjofcapra.net>

Referencias Bibliograficas

- Bertalanffy, V. (1970). *Teoría General de Sistemas, 2a. Edición*. Buenos Aires: Ateneo.
- Bertalanffy, Ludwig Von (2000). *Teoría general de los sistemas*. Editorial Fondo Cultural Económica, 2º ed reimpresión, Bogotá, Colombia.
- Gómez de Castro, Antonio María, Valle Lima, Suzana María y Pedroso, Carlos Manuel (2002); “Cadena productiva: Marco conceptual para apoyar la prospectiva tecnológica” www.revistaespacios.com/a02v23no2/02230212.html 11k
- Johansen, O. (2005). *Introducción a la teoría general de sistemas*. México: Limusa.
- López, H. (2001). *Pensamiento Sistémico - en busca de la unidad*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Martínez, L., & Martínez, H. (2001, Sexta reimpresión). *Diccionario de Filosofía*. Bogotá, D.C.: Panamericana Editorial.
- Morín, Edgar (2001); “Introducción al pensamiento complejo”. Editorial Gedisa, 4º reimpresión. Barcelona, marzo.
- Novak, J., y Cañas, A. (2006). Del origen de los mapas conceptuales al desarrollo de cmaptools. Entrevista publicada en: Eduteka, <http://www.eduteka.org/Entrevista22.php>
- Ortiz, L. (2010). *Diccionario de Lógica*. México: Instituto Politécnico Nacional.

Actividades

Investigue sobre los principales autores y sus conceptos fundamentales, que hicieron una contribución representativa a la Teoría General de Sistemas, posteriormente con la información obtenida, haga un ensayo en donde exprese con sus propias palabras cada uno de los aportes de los autores. Apóyese con gráficos, cuadros, imágenes, etc, que hagan claridad al tema tratado.

El ensayo no debe superar las diez (10) páginas tamaño carta, en letra Arial y tamaño de fuente 11. Utilice las normas APA.

UNIDAD II

Aportes de la Teoría General de
Sistemas a la Investigación Científica



Sumario

2.1. Aportes Epistemológicos

2.2. Aportes Metodológicos

2.2.1. La teoría analógica de los sistemas

2.2.2. La teoría del rango de las estructuras de los sistemas

2.2.3. El modelo procesal o del sistema adaptativo complejo

2.3. Aportes Semánticos

2.1. Aportes Epistemológicos

Para referirnos a las bases epistemológicas de la TGS, debemos conocer el concepto etimológico de Epistemología. La epistemología (del griego, *πιστήμη* o *episteme*, "conocimiento"; *λόγος* o *logos*, "teoría") es el estudio de la producción y validación del conocimiento científico. Sin embargo y para hacer un poco de claridad, corresponde comentar que algunos autores, identifican el término "epistemología" con el concepto de "gnoseología" o "teoría del conocimiento", como la rama de la filosofía que se ocupa del conocimiento en general: el ordinario, el filosófico, el científico etc.

Ahora bien, siguiendo a Ludwig V. Bertalanffy (1976), señala que la palabra "Teoría" no debe limitarse a un sentido matemático sino a la definición más amplia y cercana a la idea de paradigma de Khun. Thomas Samuel Khun⁵ (1922-1996), acuñó el término "cambio de paradigma" (paradigm shift) en su libro "La estructura de las revoluciones científicas" (The Structure of Scientific Revolutions -1962).

Para ampliar los conocimientos sobre el concepto de "cambio de paradigma" de Thomas Khun, se sugiere al lector revisar con atención los siguientes videos:



Video

<http://www.youtube.com/watch?v=kh-ZK1pZtAc> Thomas Khun, Paradigmas 1

<http://www.youtube.com/watch?v=EuTEfB09MnA> Thomas Khun Paradigmas 2

<http://www.youtube.com/watch?v=nwUnC-d9jE4> Thomas Khun Paradigmas 3

<http://www.youtube.com/watch?v=52aXAWxHMUk> Thomas Khun Paradigma 4

<http://www.youtube.com/watch?v=wZYvRsrfrq4> Thomas Khun Paradigma 5

<http://www.youtube.com/watch?v=joJ4H5mJ1Uk> Thomas Khun Paradigma 6

⁵. <http://etimologias.dechile.net/?paradigma>

Según Kuhn, una revolución científica es un cambio tan grande, que el paradigma anterior ni siquiera se puede comparar con el paradigma nuevo, porque incluso las palabras que se usan para explicarlo son nuevas. Con esta afirmación se acerca a Bertalanffy en la fundamentación de la Teoría General de Sistemas y que en la TGS se puede hablar de una **filosofía de sistemas**. Kuhn hace tres (3) distinciones fundamentales en la filosofía de sistemas:

- Una Ontología⁶ de sistemas. La cual se aproxima a la definición de un sistema y a la comprensión de cómo están formados los sistemas. En estas condiciones la Ontología se encarga de distinguir si un sistema es real o es un sistema conceptual. Ejemplos de un sistema real como: el Sistema Digestivo, Sistema Eléctrico, Sistemas Informático, etc, y ejemplos de sistemas conceptuales como: La Administración, la Contabilidad, la Música, la Matemática, etc.
- Una Epistemología⁷ de sistemas. Tomado como concepto general, la epistemología se ocupa de analizar en qué consiste el conocimiento, determinar su origen, el método que seguimos para obtenerlo y el límite de lo que podemos hacer. La epistemología es una disciplina que estudia cómo se genera y se valida el conocimiento de las ciencias, su función es analizar los criterios que se emplean para justificar los datos científicos, considerando los factores sociales, psicológicos e históricos que entran en juego.

En este sentido, se establece que la epistemología se encarga de abordar la filosofía y el conocimiento a través de la respuesta a diversas preguntas como: ¿Qué es el conocimiento?

Ahora, si nos referimos a la *epistemología de sistemas*, Bertalanffy afirma que ésta explica la realidad de las cosas (que es lo que busca la Teoría General de Sistemas), mientras que la *física* es considerada como la más fundamental y general de las ciencias, y ha tenido un profundo efecto en todo el desarrollo científico, llegando a ser el lenguaje único de la ciencia.

Por último, Bertalanffy hace referencia a la distancia entre la TGS y el Positivismo o Empirismo lógico. Para ampliar un poco estos conceptos, se sugiere consultar a: Martínez, L., & Martínez, H. (2001, Sexta reimpresión). Diccionario de Filosofía. Bogotá, D.C.: Panamericana Editorial. P. 159, 452-455.

Una Filosofía de valores de sistemas. Su interés prevalece por la relación entre los seres humanos y el mundo. Consecuentemente, la TGS prefiere una visión heurística. En este punto debemos aclarar que la palabra heurística procede etimológicamente de la palabra griega “euriskein” que proviene de “eureka”, un vocablo que significa hallar o encontrar. El RAE (diccionario de la Real Academia Española) define la palabra “heurística” de las siguientes maneras:

- Técnica de la indagación y el descubrimiento.
- Busca o investiga documentos o fuentes históricas.
- En algunas ciencias, manera de buscar la solución de un problema mediante métodos no rigurosos, como por tanteo, reglas empíricas, etc.

En el ámbito de la informática, La heurística, se apoya en principios básicos con los cuales se realizan búsquedas que conduzcan a habilidades que permitan progresar en el conocimiento, descartando los errores y eventualmente aprendiendo de ellos. Se parte de ideas que se consideran originales y basándose en ellas se va codificando lo conocido. Esa codificación ofrece la posibilidad de ampliar, robustecer o mostrar lo que se conoce, creando los fundamentos del nuevo conocimiento en relación con lo ya conocido.

6. Es necesario diferenciar Ontología Filosófica de Ontología Informática, para el primer caso puede consultar: Martínez, L., & Martínez, H. (2001, Sexta reimpresión). *Diccionario de Filosofía*. Bogotá, D.C.: Panamericana Editorial. P.414.

, en el caso de profundizar sobre Ontología Informática consultar: <http://krono.act.uji.es/publications/techrep/Book-Chapter-Protege-report2007.pdf>

7. **Epistemología** significa literalmente "saber acerca del conocimiento" (episteme = conocimiento; logos = saber). La epistemología es la rama de la filosofía que se ocupa de estudiar: a) qué es el conocimiento, sus límites y posibilidades (qué podemos saber, cuál es el alcance de nuestro saber y si es posible alcanzar la certeza), b) el objeto del conocimiento (qué es un objeto, qué o quién lo define), c) el sujeto del conocimiento (qué conocemos y quién conoce) y d) la relación entre el conocimiento y la circunstancia vital del investigador (la historia, la cultura, el individuo y sus presupuestos metafísicos). Tomado de: <http://old.lic0com.edu.uy/bedelia/cursos/metodologiascuali/epistemologia.pdf>

2.2. Bases o Aportes Metodológicos

Como se ha expresado anteriormente, pero vale la pena resaltarlo, el enfoque reduccionista divide la realidad en partes que han sido explicadas por diferentes ciencias. Se puede decir que la realidad tomada como un sistema, se dividió en varios subsistemas y cada subsistema fue analizado por una rama del saber humano. Por el contrario, la teoría general de sistemas aborda la realidad (un sistema total) como una totalidad, llevando consigo una visión integral que no puede explicarse en forma independiente, sino que cumple la condición que “el todo es mayor que la suma de las partes”, principio de la Sinergia que explicará posteriormente.

Con estas condiciones es útil tener en cuenta que la TGS tiene como objetivos conseguir una metodología científica que tenga aplicación universal, pero que incluya un mejoramiento en los niveles de comunicación entre las distintas disciplinas. En estas condiciones, se observa al

mundo real como un conjunto de elementos independientes, pero perfectamente interrelacionados.

Surge entonces la idea de ordenar los sistemas en que podemos dividir la realidad, agrupando jerárquicamente en forma vertical, en donde los sistemas inferiores están contenidos en los sistemas superiores. (Principio de recursividad).

Esta clasificación tiene presente las contribuciones de varios autores que han hecho aporte a los aspectos metodológicos y que se pueden agrupar así:

- 2.2.1. La teoría analógica de los sistemas.
- 2.2.2. La teoría del rango de las estructuras de los sistemas.
- 2.2.3. El modelo procesal o del sistema adaptativo complejo.

2.2.1. La teoría analógica de los sistemas

Dicha teoría busca las semejanzas o relaciones de analogía entre los fenómenos de las diferentes ciencias.

Por considerarlo pertinente para la explicación de la teoría, se presenta un ejemplo que evidencia una aplicación práctica, entre las Ciencias Médicas y las Ciencias de la Administración, de la siguiente manera:

El cuerpo humano puede ser visto como un sistema. Esto es, como un conjunto complejo de partes que interactúan y que forman un todo unitario. Dentro de el sistema (cuerpo humano), existen subsistemas vinculados entre sí y estrechamente relacionados, dependiendo cada uno del otro su funcionamiento y supervivencia, tanto de ellos como del sistema total.

Inmerso en el sistema total (cuerpo humano) están los subsistemas: Óseo (actúa como soporte de otros subsistemas), Circulatorio, Nervioso y Digestivo, entre otros.

Por su parte, las Ciencias de la Administración puede definir a la Organización como un sistema, que está formado por un conjunto de subsistemas que interactúan y se relacionan entre sí.

Por tanto, así como el subsistema óseo es el sostén del cuerpo humano, la estructura funcional de la Organización cumple una función idéntica. Igualmente sucede con los subsistemas presupuestal, financiero, planeación y el subsistema de información, son semejantes o análogos a los subsistemas circulatorio, nervioso, digestivo, auditivo, del sistema cuerpo humano.

El ejemplo citado muestra claramente la aplicación de la teoría analógica de los sistemas.

2.2.2. La teoría del rango de las estructuras de los sistemas

La teoría supone que en el universo existen diferentes estructuras de sistemas y que por tanto, se produce una jerarquización de acuerdo a su complejidad. El autor que propone este modelo es Kenneth Ewart Boulding, quien considera que la estructura del Universo está estratificada en nueve (9) niveles.

Cada nivel de complejidad los agrupa de la siguiente manera:

- Los sistemas no vivientes, niveles uno al tres (1-3).
- Los sistemas vivientes, niveles cuatro al siete (4-7).
- Los sistemas metavivientes, niveles ocho y nueve (8,9).

A continuación se presenta un gráfico representativo de los niveles y un cuadro con los principales niveles de jerarquía de los sistemas, basado parcialmente en Boulding (1956), además confrontar con Bertalanffy (2006, pp. 54-55).



⁸. Un sistema metaviviente, por sus aptitudes organizadoras y cognitivas, de crear nuevas formas de vida, psíquicas, mentales y sociales.

Gráfica 1. Niveles de Jerarquía de los sistemas



Cuadro 1. Descripción de los Niveles de Jerarquía

Nivel	Descripción y ejemplos	Teorías, modelos y algunas disciplinas
1. Estructuras estáticas	Átomos, moléculas, cristales, estructuras biológicas, del nivel microscópico electrónico al macroscópico.	Fórmulas estructurales de la química; cristalografía, descripciones anatómicas.
2. Sistemas dinámicos simples. Relojería	Relojes, máquinas ordinarias en general; sistemas solares.	Física ordinaria, tal como las leyes de la mecánica (newtoniana, einsteniana) y otras.
3. Mecanismos de control o Sistema Cibernético	Termostato, servomecanismos, mecanismo homeostático en los organismos. El sistema se autorregula para mantener su equilibrio.	Cibernética, retroalimentación y teoría de la información.

Nivel	Descripción y ejemplos	Teorías, modelos y algunas disciplinas
4. Sistemas abiertos. "Sistema abierto" o auto estructurado.	Células y organismos en general. Estructuralmente automantenibles. En este nivel se comienza a diferenciar la vida.	a) Expansión de la teoría física a sistemas que sostienen paso de materia (teoría del metabolismo). b) Almacenamiento de información en el código genético (DNA).
5. Organismos inferiores	Organismos «vegetaloides»: diferenciación creciente del sistema (la llamada «división del trabajo» en el organismo); distinción entre reproducción e individuo funcional («línea germinal» y línea somática ⁹).	Casi no hay teorías ni modelos. Botánica.
6. Sistema Animal	Importancia creciente del tráfico en la información (evolución de receptores, sistemas nerviosos); aprendizaje; comienzos de conciencia.	Comienzos en la teoría de los autómatas ¹⁰ , retroalimentación (fenómenos regulatorios), comportamiento autónomo (oscilaciones de relajamiento), etc. Zoología.
7. Sistema Humano. Hombre	Simbolismo; pasado y porvenir, yo y mundo, conciencia de sí, etc., como consecuencias; comunicación por lenguaje, etc.	Incipiente teoría del simbolismo. Biología, Psicología.
8. Sistemas socioculturales	Poblaciones de organismos. (incluyendo los humanos); comunidades determinadas por símbolos (culturas).	Leyes estadísticas y posiblemente dinámicas en dinámica de poblaciones, sociología, economía, posiblemente historia. Comienzos de una teoría de los sistemas culturales. Historia, Sociología, Antropología.
9. Sistemas simbólicos	Lenguaje, lógica, matemáticas, ciencias, artes, moral, etc.	Algoritmos de símbolos (p. ej., matemáticas, gramática); «reglas del juego» como en artes visuales, música, etc.

Fuente: Cfr. Bertalanffy, 2006, pp. 54-55.

⁹. Términos de la Embriología que hacen referencia a la dicotomía entre aquellas células, cuyo destino celular es dar linajes encargados de producir células reproductivas y, por tanto, dar continuidad a la vida entre generaciones (línea germinal) y aquellas otras que configurarán el resto del organismo (línea somática).

¹⁰. No confundir autómatas con robot. Pues, generalmente se considera erróneamente que un autómata es una máquina que imita funciones típicas de los seres vivos, sobre todo relacionadas con el movimiento; pudiendo incluso ejecutar ciertas órdenes.

El concepto de autómata es mucho más genérico, ya que se puede considerar como un dispositivo que procesa una cadena de símbolos que recibe como entrada, cambiando de estado y produciendo una salida que, en algunos casos, puede estar formada por otra cadena de símbolos.

Por consiguiente, la teoría de autómatas se ocupa de clasificar y estudiar de modo sistemático diferentes tipos de máquinas abstractas que llevan a cabo un procesamiento secuencial de la información. Dentro del conjunto de las máquinas abstractas, un ejemplo son, los Autómatas Finitos que constituyen el grupo de máquinas más sencillas.

Resumen de los niveles de jerarquía

Es muy importante el aporte de **Kennet Boulding** quien al considerar los diferentes tipos de sistemas del universo, los clasificó de la siguiente manera jerárquica:

- 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. Se puede denominar 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.** Esta 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 símbolos.
- 8. Octavo nivel, SISTEMA SOCIAL O SISTEMA DE ORGANIZACIONES HUMANAS.** constituye el siguiente nivel, y 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.
- 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.

Por regla general, los niveles superiores presuponen los inferiores (por ejemplo los fenómenos de la vida presuponen los del nivel fisicoquímico, los fenómenos socioculturales el nivel de la actividad humana, etc.) notándose, que la complejidad aumenta cuando avanzamos de los niveles más pequeños a lo más altos, así el sistema humano (hombre), muestra las características de los niveles 1 al 6 y las propiedades iniciales para el nuevo nivel.

2.2.3. El modelo procesal o del sistema adaptativo complejo

Teoría propuesta por Walter Frederick Buckley, quien categoriza los modelos existentes en dos tipos:

- Aquellos de extracción y origen mecánico, los denomina modelos de equilibrio.
- Aquellos de extracción y origen biológico, los llama modelos orgánicos u homeostáticos.

Al respecto sostiene que: “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 condiciones de perturbación relativamente estrecho”. En cuanto a los modelos homeostáticos sostiene que “son aplicables a sistemas que tienden a mantener un nivel de organización dado relativamente elevado a pesar de las tendencias constantes de disminuirlo”. El Sistema adaptativo o modelo procesal se aplica a los sistemas caracterizados por la elaboración o la evolución de la organización.

2.3. Bases o aportes semánticos

Partiendo de su definición y como lo presenta la Real Academia Española (RAE), **Semántico, ca.** (Del gr. σημαντικός, significativo).

1. adj. Perteneciente o relativo a la significación de las palabras.
2. f. Estudio del significado de los signos lingüísticos y de sus combinaciones, desde un punto de vista sincrónico o diacrónico.

También la página web de **the free dictionary**, define a la **semántica** como “La parte de la lingüística que estudia el significado de las palabras y de sus formas gramaticales. La semántica debe su nombre a Michel Bréal, quien, en 1833, propuso llamar así a la parte de la lingüística dedicada al estudio teórico e histórico del significado.” Ahora, en el ámbito de las ciencias se genera gran cantidad de nuevas palabras que llegan a conformar un verdadero lenguaje, que es manejado por los especialis-

tas de cada disciplina (física, matemáticas, historia, economía, etc.). El problema radica y es muy traumático, cuando existen proyectos cuyo objeto de estudio es de carácter interdisciplinario y transdisciplinario, porque cada uno de los participantes maneja una Semántica diferente a la de los demás.

Ante esta dificultad, la teoría general de sistemas, para solucionar estos inconvenientes, pretende dar respuesta con una *semántica científica* de naturaleza universal, que mejore el nivel de comunicación entre las diferentes disciplinas y que coadyuve para hacer menos compleja y difícil la coordinación de las mismas.

Según algunos autores los agrupan de la siguiente forma:

1. Concepto general de Sistema:

- Sistema
- Conglomerado

2. Conceptos relacionados con el análisis del sistema hacia fuera de sus fronteras:

- Metasistema
- Contexto
- Límite de Interés

3. Conceptos relacionados con el análisis del sistema hacia adentro de sus fronteras.

- Elemento
- Atributo
- Modelo
- Rango y Subsistemas
- Estructura
- Complejidad

4. Conceptos relacionados con las características generales de comportamiento o conducta de un sistema.

Son parámetros de comportamiento o conducta de un sistema:

- Adaptabilidad
- Homeóstasis
- Homeoquinesis
- Morfoestasis
- Morfogénesis
- Equifinalidad
- Entropía
- Permeabilidad
- Variedad
- Variabilidad
- Viabilidad
- Autoorganización
- Autorregulación
- Autonomía
- Estabilidad y Control
- Armonía
- Tensión
- Éxito
- Optimización y Suboptimización

5. Organización de los sistemas:

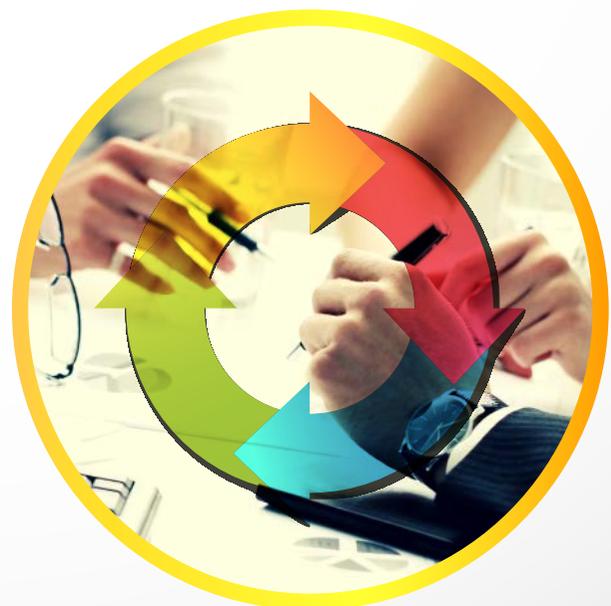
Son parámetros de organización de un sistema:

- Integración e independencia
- Centralización y descentralización
- Organización centralizada
- Organización jerárquica
- Organización Horizontal

Para nuestro desarrollo se explicarán, los que a nuestro entender, son los principales conceptos y que la TGS los considera de aplicación universal.

Desde la óptica de la teoría general de sistemas y teniendo en cuenta que las especializaciones de las ciencias realizan un trabajo interdisciplinario, (es decir, cada investigador está vinculado a diferentes ramas de la ciencia con una semántica distinta a los demás); obligan a la creación de nuevas palabras y términos que llegan a formar un verdadero lenguaje. Por ello, la TGS para solucionar estos inconvenientes, pretende introducir una semántica científica que sea utilizada y comprendida universalmente.

Surgen por consiguiente conceptos como: Sistema, Sinergia, Retroalimentación, Cibernética, Proceso, Entradas, Salidas, Relaciones, Atributos, Homeóstasis, Neguentropía, Permeabilidad y muchas más, que será estudiadas y analizadas a lo largo del presente curso.



Lecturas Sugeridas

- Consulta al texto original de Ludwing Von Bertalanffy titulado “Teoría General de Sistemas: fundamentos, desarrollos, aplicaciones”. Páginas 41, 57, 123.

Referencias Bibliograficas

- Bertalanffy, V. (1970). *Teoría General de Sistemas*, 2a. Edición. Buenos Aires: Ateneo.
- Bertalanffy, Ludwig Von (2000). *Teoría general de los sistemas*. Editorial Fondo Cultural Económica, 2º ed reimpresión, Bogotá, Colombia.
- Johansen, O. (2005). *Introducción a la teoría general de sistemas*. México: Limusa.
- Ortíz, L. (2010). *Diccionario de Lógica*. México: Instituto Politécnico Nacional.

Actividades

Realice un ensayo con las bases o aportes que la Teoría General de Sistemas hace a la investigación científica. Utilice imágenes y gráficos para resumir los temas.

El ensayo no debe superar las seis (6) páginas tamaño carta, en letra Arial y tamaño de fuente 11. Utilice las normas APA.

UNIDAD III

Sistema y Enfoque Sistémico



Sumario

3.1. Definiciones

3.1.1. Conglomerado

3.2. Conceptos relacionados con el análisis del sistema hacia fuera de sus fronteras

3.2.1. Metasistema

3.2.2. Contexto

3.2.3. Límite de interés

3.3. Conceptos relacionados con el análisis del sistema hacia adentro de sus fronteras

3.3.1. Elemento

3.3.2. Atributo

3.3.3. Modelo

3.3.4. Rango y Subsistema

3.3.5. Subsistema

3.3.6. Variables, Parámetros y Operadores

3.3.7. Parámetro

3.3.8. Operadores

3.3.9. Estructura

3.3.10. Complejidad

3.1. Definiciones

Es de interés conocer, incluso, de dónde proviene la palabra “**Sistema**”, pregunta que podemos responder citando al diccionario etimológico, donde la describe como: “Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto”. Palabra del latín *systema*, y ésta del griego *σύστημα*.

Otras definiciones de **sistema** se pueden agrupar así:

- Es una reunión o conjunto de elementos interrelacionados con un objetivo común.
- Es una unión de partes o componentes conectados de una forma organizada.
- Un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, formando una actividad para alcanzar un objetivo, para alcanzar un objetivo, operando sobre datos/energía/materia para proveer información/energía/materia.
- Sistema es un todo organizado y complejo; un conjunto o combinación de cosas o partes que forman un todo complejo o unitario.
- Es un conjunto de objetos unidos por alguna forma de interacción o interdependencia.
- Es un conjunto de elementos que ordenadamente interactúan entre sí, contribuyendo a lograr un objetivo.

En resumen y teniendo presente las distintas definiciones, un sistema es un conjunto de elementos que mantienen determinadas relaciones entre sí y que se encuentran separadas de un entorno determinado. La relación entre sistema y entorno es fundamental para la caracterización del sistema, y el sistema se define siempre respecto a un determinado entorno.

Características de los sistemas

Según Bertalanffy, sistema es un conjunto de unidades recíprocamente relacionadas. De ahí se deducen dos conceptos: propósito (u objetivo) y globalismo (o totalidad).

- **Propósito u objetivo:** todo sistema tiene uno o algunos propósitos. Los elementos (u objetos), como también las relaciones, definen una distribución que trata siempre de alcanzar un objetivo.
- **Globalismo o totalidad:** un cambio en una de las unidades del sistema, con probabilidad producirá cambios en las otras. El efecto total se presenta como un ajuste a todo el sistema. Hay una relación de causa/efecto. De estos cambios y ajustes, se derivan dos fenómenos: entropía y homeostasia.
- **Entropía:** es la tendencia de los sistemas a desgastarse, a desintegrarse, para el relajamiento de los estándares y un aumento de la aleatoriedad. La entropía aumenta con el correr del tiempo. Si aumenta la información, disminuye la entropía, pues la información es la base de la configuración y del orden. De aquí nace la negentropía, o sea, la información como medio o instrumento de ordenación del sistema.

- **Homeostasia:** es el equilibrio dinámico entre las partes del sistema. Los sistemas tienen una tendencia a adaptarse con el fin de alcanzar un equilibrio interno frente a los cambios externos del entorno.

Una organización podrá ser entendida como un sistema o subsistema o un supersistema, dependiendo del enfoque. El sistema total es aquel representado por todos los componentes y relaciones necesarios para la realización de un objetivo, dado un cierto número de restricciones. Los sistemas pueden operar, tanto en serio como en paralelo.

Así mismo, Bertalanffy (2006), tipifica a los sistemas de la siguiente manera:

En cuanto a su constitución, pueden ser físicos o abstractos:

- **Sistemas físicos o concretos:** compuestos por equipos, maquinaria, objetos y cosas reales. El hardware.
- **Sistemas abstractos:** compuestos por conceptos, planes, hipótesis e ideas. Muchas veces solo existen en el pensamiento de las personas. Es el software.

En cuanto a su naturaleza, pueden cerrados o abiertos:

- **Sistemas cerrados:** no presentan intercambio con el medio ambiente que los rodea, son herméticos a cualquier influencia ambiental. No reciben ningún recurso

externo y nada producen que sea enviado hacia fuera. En rigor, no existen sistemas cerrados. Se da el nombre de sistema cerrado a aquellos sistemas cuyo comportamiento es determinístico y programado y que opera con muy pequeño intercambio de energía y materia con el ambiente. Se aplica el término a los sistemas completamente estructurados, donde los elementos y relaciones se combinan de una manera peculiar y rígida produciendo una salida invariable, como las máquinas.

- **Sistemas abiertos:** presentan intercambio con el ambiente, a través de entradas y salidas. Intercambian energía y materia con el ambiente. Son adaptativos para sobrevivir. Su estructura es óptima cuando el conjunto de elementos del sistema se organiza, aproximándose a una operación adaptativa. La adaptabilidad es un continuo proceso de aprendizaje y de auto-organización.

Los sistemas abiertos no pueden vivir aislados. Los sistemas cerrados, cumplen con el segundo principio de la termodinámica que dice que “una cierta cantidad llamada entropía, tiende a aumentar al máximo”.

Los sistemas abiertos evitan el aumento de la entropía y pueden desarrollarse en dirección a un estado de creciente orden y organización (entropía negativa). Los sistemas abiertos restauran su propia energía y reparan pérdidas en su propia organización. El concepto de sistema abierto se puede aplicar a diversos niveles de enfoque: al nivel del individuo, del grupo, de la organización y de la sociedad.

Gráfico 2. Modelo genérico de sistema abierto

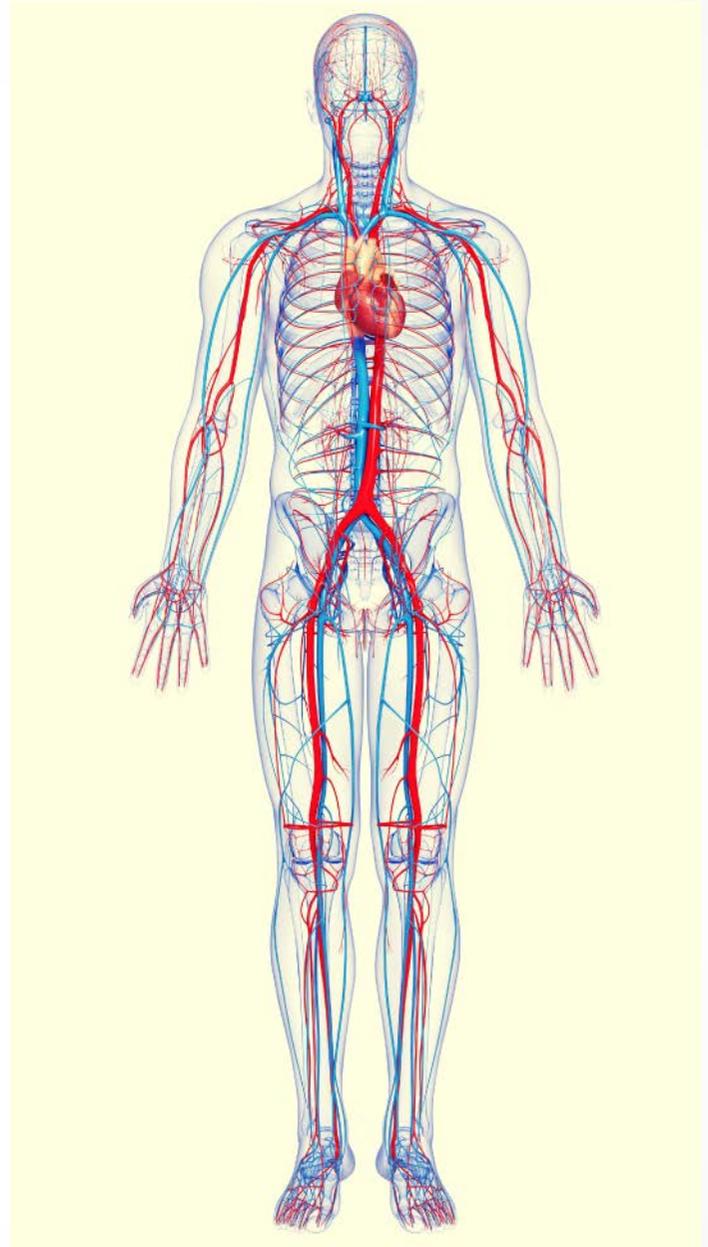


Parámetros de los sistemas

Teniendo presente el gráfico anterior podemos describir los parámetros de los sistemas así:

- **Entrada o insumo (input):** es la fuerza de arranque del sistema, que provee el material o la energía para la operación del sistema.
- **Salida, producto o resultado (output):** es la finalidad para la cual se reunieron elementos y relaciones del sistema. Los resultados de un proceso son las salidas, las cuales deben ser coherentes con el objetivo del sistema. Los resultados de los sistemas son finales, mientras que los resultados de los subsistemas son intermedios.
- **Procesamiento o transformador (throughput):** es el fenómeno que produce cambios, es el mecanismo de conversión de las entradas en salidas o resultados. Generalmente es representado como la caja negra, en la que entran los insumos y salen cosas diferentes, que son los productos.
- **Retroalimentación o retroinformación (feedback):** es la función de retorno del sistema que tiende a comparar la salida con un criterio preestablecido, manteniéndola controlada dentro de aquel estándar o criterio.
- **Ambiente:** es el medio que envuelve externamente el sistema. Está en constante interacción con el sistema, ya que éste recibe entradas, las procesa y efectúa salidas. La supervivencia de un sistema depende de su capacidad de adaptarse, cambiar y responder a las exigencias y demandas del ambiente externo. Aunque el ambiente puede ser un recurso para el sistema, también puede ser una amenaza.

Ejemplo de un sistema: Sistema circulatorio



El sistema abierto

El sistema abierto como organismo, es influenciado por el medio ambiente, alcanzando un equilibrio dinámico en ese sentido. La categoría más importante de los sistemas abiertos son los sistemas vivos. Existen diferencias entre los sistemas abiertos (como los sistemas biológicos y sociales, a saber, células, plantas, el hombre, la organización, la sociedad) y los sistemas cerrados (como los sistemas físicos, las máquinas, el reloj, el termóstato).

Para saber más

Bertalanffy, Ludwing Von. "Teoría General de los Sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones", Segunda Edición. México. 2006.

Junto a la definición de Sistema es de interés la de conglomerado, así:

3.1.1. Conglomerado

A diferencia del concepto de **sistema**, un **conglomerado** es un conjunto de objetos donde no existen interacciones conducentes a obtener un resultado superior a la suma de las partes. O cuando el conjunto es el resultado de la suma de las partes, componentes y atributos, carentes de sinergia.



3.2. Conceptos relacionados con el análisis del sistema hacia fuera de sus fronteras

3.2.1. Metasistema

La palabra **Metasistema** se deriva del griego "meta", que significa "más allá de" o "después de" y del término "Sistema", descrito anteriormente. De acuerdo con esto, por "metasistema" se puede entender un tipo muy específico de sistema que conceptualmente va más allá del concepto convencional de sistema. Una propiedad característica de los metasistemas, como si fueran sistemas biológicos, es que se adaptan a su entorno.

Otra de las muchas definiciones de **Metasistema**, es en la Informática, por ejemplo, cuando se refiere a un metalenguaje, es aquel que funciona en un contexto más amplio que el lenguaje que describe y cuenta con más variedad de opciones y ventajas.

3.2.2. Contexto

Este concepto se refiere al área y las condiciones que influyen y afectan el comportamiento del sistema que se está estudiando. Es importante considerar el contexto como parte del estudio de los sistemas abiertos.

3.2.3. Límite de interés

En la Teoría de Sistemas, el concepto “foco de atención” es aquello que se separa para estudiar, que en nuestro caso es el mismo Límite de Interés.

Se puede citar como ejemplo, cuando se está leyendo una revista científica, en ese caso si el observador es un

científico, fijará su atención preferentemente en los artículos de su especialidad, si es un fotógrafo su atención en la calidad de las fotografías y si el observador es el representante de una editorial, su atención se centrará en la estructura y contenidos de la revista.

3.3. Conceptos relacionados con el análisis del sistema hacia adentro de sus fronteras

3.3.1. Elemento



Los elementos de un sistema son las partes o componentes que lo conforman. Estos pueden referirse a sujetos, procesos u objetos (imágenes, textos, aplicaciones multimedia). Si los elementos se logran identificar plenamente, pueden ser organizados en un modelo.

3.3.2. Atributo

Los atributos son las características y propiedades estructurales o funcionales de los elementos de un sistema. Los atributos pueden ser definidores o concomitantes.

- **Atributos definidores:** son aquellos sin los cuales un sistema no estaría completamente definido, porque forman parte fundamental de la estructura de un sistema.
- **Atributos concomitantes:** son aquellos que con su presencia o ausencia no establece ninguna diferencia con respecto al uso del término que describe la unidad. Esto quiere decir que si estos atributos están ausentes, no causan cambios fundamentales en las funciones determinantes de un sistema.

3.3.3. Modelo

Según el diccionario de informática (<http://www.alegsa.com.ar>), Un modelo es la representación de la realidad por medio de abstracciones. Los modelos enfocan ciertas partes importantes de un sistema (por lo menos, aquella que le interesan a un tipo de modelo específico), restándole importancia a otras. Los modelos son creados empleando herramientas de modelado.

En informática, es muy utilizado el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) utilizado para la especificación, visualización, construcción y documentación de una estructura o proceso y su comportamiento.

3.3.4. Rango y subsistema

En el campo de la Informática, rango puede referirse a las siguientes concepciones:

1. Los valores máximos y mínimos que se pueden almacenar en una variable.
2. El límite superior e inferior de un arreglo (vector).
3. Según Boulding, la existencia de una jerarquía con base a la Jerarquía de la Complejidad de los Sistemas. En la citada jerarquía se presenta el Rango que va desde el rango uno (Estructuras Estáticas) hasta el rango nueve (Los sistemas trascendentes).



3.3.5. Subsistema

Cuando definimos el concepto de sistemas se dijo que estaba constituido por un conjunto de elementos y sus relaciones. Consecuentemente, un subsistema, igualmente, es un conjunto de elementos interrelacionados que pertenecen a un sistema mayor. Ejemplos: un sistema de información gerencial constituido por subsistemas como el financiero, administrativo, inventarios, etc. También se aprecia subsistemas como el circulatorio, respiratorio, digestivo si hablamos de un sistema mayor como el Sistema cuerpo humano.

Los dos ejemplos cumplen con la condición de subsistema porque contribuyen al funcionamiento de un sistema mayor (Sistema gerencial y Sistema humano) y porque internamente poseen las características de un sistema, es decir conforman un todo, donde existen partes o elementos que interactúan funcionalmente.

3.3.6. Variables, parámetros y operadores

El concepto *variable*, puede tener diferentes interpretaciones, pero, bien lo describe el diccionario informático (<http://www.glosarium.com/term/1507,14,xhtml>), de la siguiente manera:

Estructura de programación que contiene datos. Puede contener números o caracteres alfanuméricos y el programador le asigna un nombre único. Mantiene los datos hasta que un nuevo valor se le asigna o hasta que el programa termine. Una variable es un identificador que se utiliza para representar un dato individual; es decir, una cantidad numérica o carácter de forma parecida a la constante pero en este caso, su valor es variable, asignado en alguna parte del programa. El valor que el programa asigna a la variable puede ser recuperado referenciando al nombre de la variable. Sin embargo, el tipo de dato asociado a la variable no puede cambiar, esto se refiere a que no se puede asignar por ejemplo; un carácter a una variable de tipo int (integer) o entero.

También recordemos que el nombre de “variable” está dado precisamente porque “varía” de sujeto a sujeto, y cada sujeto tiene un valor para cada variable. Como ejemplo podemos decir que la variable “género” puede tener los valores hombre o mujer.

Es oportuno mencionar que según el tipo de valor que toman las variables, ellas se pueden identificar como:

- Variables cualitativas, ejemplos: estado civil, marca vehículo.
- Variables cuantitativas, ejemplos: Edad, nota examen, salario.
- Variables con escala ordinal, ejemplos: conocimiento de la asignatura (Alta, media, baja), ubicación de residencia (centro, sur, norte, nororiente, suroccidente).
- Variables Discretas: el número de valores posibles entre dos valores dados es finito, Los valores son números enteros y son el resultado de contar. Ejemplos: (personas en el hogar, número de vehículos, parque computacional).
- Variables Continuas, se caracterizan porque el número de valores posibles entre dos valores es infinito (números con infinitos decimales). Normalmente son el resultado de medir, ejemplos: estatura, peso, altura, edad, tamaño del piso.

3.3.7. Parámetro

Se denominan **parámetros**, a los valores constantes que permanecen inmodificables en el desarrollo de un programa. Ejemplos, el valor Pi (π) (3.1415926535 ...), valor de la gravedad en la tierra $9,78 \text{ m/s}^2$, etc.

3.3.8. Operadores

El término **operador** cuyo origen se encuentra en el vocablo latino operātor (“**el que hace**”) tiene variados significados. En la ciencia de la matemática es un símbolo matemático que nos está indicando que debe realizarse alguna **operación** entre uno o dos valores denominados operandos.

Existen diferentes tipos de operadores que sucintamente se mencionan:

- **Operadores aritméticos:** entre ellos: +, -, ^ (potenciación), / (división), * (multiplicación).
- **Operadores relacionales:** son: =(igual), <(menor que), >(mayor que), <=(menor que o igual a), >=(mayor que o igual a), <> (diferente de).
- **Operadores lógicos o booleanos:** (1 o 0, verdadero o falso) son: And, Not, Or, Xor (o exclusivo).
- **Operadores de posición:** localizan registros determinando la proximidad de los términos dentro del mismo registro bibliográfico. Son: Same, With, Near, Adj.

Ejemplos:

- Si en el campo de búsqueda escribimos “Bogotá SAME Museos”, se localizarán aquellos registros que contengan tanto la palabra “Bogotá” como la palabra “Museos”.
- Si buscamos por la cadena de caracteres “Bogotá

WITH Museos”, se localizarán todos los registros que contengan tanto “Bogotá” y “Museos” en la misma frase.

- Si buscamos por la cadena de caracteres “Bogotá NEAR Museos”, sólo se localizarán los registros que contengan “Bogotá” y “Museos” ambos en el mismo registro.
- Si escribimos en el campo de búsqueda “CIEN DE ADJ1 AÑOS ADJ3 SOLEDAD”, encontrará el libro “Cien años de soledad”. La cadena ADJ3 indica que las palabras pueden encontrarse dentro de las dos palabras que se buscan, pero que deben estar en el orden que se escribieron.



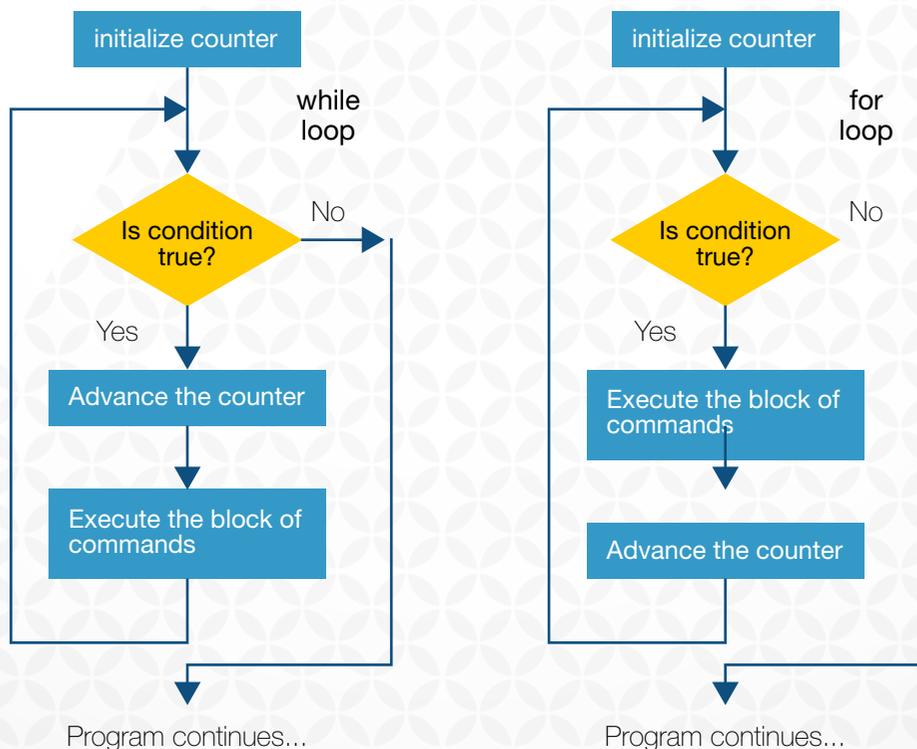
3.3.9. Estructura

En palabras sencillas, la estructura (del latín *structūra*) hace referencia a la articulación u organización y al orden de las partes dentro de un todo. La estructura también la podemos entender como un sistema de conceptos mutuamente relacionados, que busca conocer las particularidades del objeto de estudio.

En la rama de la Ingeniería, especialmente en la ingeniería estructural, se entiende como una estructura física a un conjunto de cuerpos en el espacio que forman un sistema capaz de resistir acciones externas denominadas cargas. (Como cargas térmicas, fuerzas, momentos, etc.). Ejemplos de estructuras físicas son: edificios, puentes, túneles, represas.

En el campo de la informática, una estructura es una forma de sistematizar un conjunto de datos con el propósito de facilitar la gestión de los mismos como un todo. Si hablamos de estructuras de control, en el ámbito de los lenguajes de programación, son aquellas que nos permiten modificar o alterar el flujo de ejecución de un programa informático. Ejemplo de estas estructuras son: Instrucciones IF, Switch, While, Do-While, For, etc. La siguiente imagen representa esquemáticamente las estructuras de la sentencia WHILE y la sentencia FOR, utilizadas en algunos lenguajes de programación de dispositivos electrónicos:

Figura 5. Ejemplo de ESTRUCTURA, ciclo While y ciclo FOR



Fuente: <http://euler.vcsu.edu:7000/13690/>

3.3.10. Complejidad

Etimológicamente la palabra **complejidad**¹¹ es de origen latino, proviene de *complectere*, cuya raíz *plectere* significa trenzar, enlazar. El agregado del prefijo “com” añade el sentido de la dualidad de dos elementos opuestos que se enlazan íntimamente, pero sin anular su dualidad.

Esta palabra **complejidad** es utilizada y aplicada en diferentes campos disciplinares como la: filosofía, epistemología, física, biología, sociología, matemática, informática y en las ciencias de la información y la comunicación –TIC- (como el periodismo, lingüística, sociología, ciencias políticas, la cibernética, la sociología, entre otras).

En el campo de la Informática, la complejidad se centra en hacer un ordenamiento de los problemas computacionales de acuerdo a su dificultad y que pueden, o no ser resueltos con una cantidad determinada de recursos (Memoria, comunicaciones, tiempo, etc.). Cuando la complejidad indica la cantidad de elementos que tiene un sistema se llama “complejidad cuantitativa”, pero si es por el contenido de interacciones y el efecto que producen se denomina “variedad y/o variabilidad”. Precisando, si la complejidad sistémica está en directa proporción con su variedad y variabilidad, es siempre una medida comparativa.

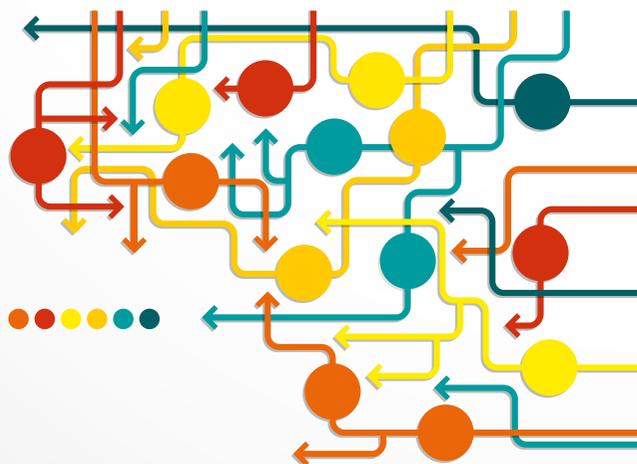
Este concepto se ampliará en el tema de la Teoría de la Complejidad Computacional.

Video

Complementar el concepto viendo el siguiente video:

http://www.youtube.com/watch?v=Zuedq6nZ_r4

Ejemplos gráficos de la complejidad, a continuación.



¹¹. Diccionario Filosófico P. 82

Pensamiento sistémico

Básicamente el pensamiento sistémico es el contradictorio del pensamiento mecanicista (reduccionista), aparece hace más de 50 años, a partir del estudio de la Biología que hizo Ludwig Von Bertalanffy; quien cuestionó la aplicación del método científico a los problemas de esta ciencia, debido a que éste se basaba en una visión mecanicista y causal, fragmentada en disciplinas, que lo hacía débil como esquema para poder explicar los grandes problemas en los sistemas vivos.

Este cuestionamiento lo llevó a replantear una fórmula global del paradigma intelectual, para entender mejor el mundo que nos rodea. Así surge el nuevo **“paradigma de sistemas”**.

Por estas circunstancias tiene características propias como las siguientes:

- El pensamiento sistémico es la actitud del ser humano, que se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su análisis, comprensión y accionar (práctica sistémica), a diferencia del planteamiento del método científico, que sólo percibe partes aisladas de su medio, y de manera inconexa.
- Para conocer un sistema es necesario conocer su medio, en contraste con el paradigma científico, en el que sólo es necesario conocer sus partes aisladas una de la otra y de su medio.

- El pensamiento sistémico es integrador o sintético, tanto en el análisis de las situaciones como en las conclusiones que nacen para proponer soluciones, en las cuales se tienen que considerar diversos elementos y relaciones que conforman la estructura o arquitectura de lo que se define como "sistema", así como también de todo aquello que conforma el entorno del sistema definido. (Visión de sistemas abiertos).

- La consecuencia de esta nueva perspectiva sistémica, es que hace posible ver a la organización ya no como algo que tiene un fin predeterminado (por alguien), como lo plantea el esquema tradicional, sino que dicha organización puede tener diversos fines en función de la forma cómo los involucrados en su destino (usuarios) la ven o la diseñan, en su variedad interpretativa en relación a su medio o contexto.

Así, el Pensamiento sistémico contemporáneo plantea una visión inter y transdisciplinaria (más allá de las disciplinas) que ayuda a analizar y entender a una empresa y a su medio de manera integral e identificar y comprender con mayor claridad y profundidad sus problemas organizacionales, con sus múltiples causas, relaciones y consecuencias.

Al ver a la organización como un ente integrado, que se conforma por partes que se interrelacionan entre sí a través de estructuras y procesos, que se desenvuelven en un entorno determinado, se está en capacidad de poder detectar su problemática de manera integral y con la amplitud requerida. Es decir, a nivel humano, de recursos y procesos, para poder alcanzar un crecimiento y desarrollo sostenibles y viables en el espacio, el tiempo y el medio cultural.



Lecturas Sugeridas

- Consulta al texto original de Ludwing Von Bertalanffy titulado “Teoría General de Sistemas: fundamentos, desarrollos, aplicaciones”. Páginas 83, 94, 98.

Referencias Bibliograficas

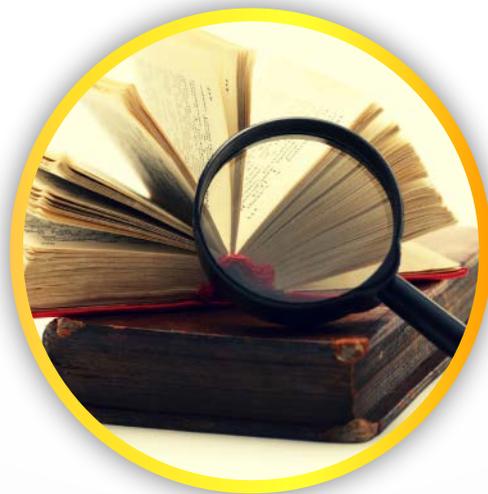
- Bertalanffy, V. (1970). *Teoría General de Sistemas*, 2a. Edición. Buenos Aires: Ateneo.
- Bertalanffy, Ludwig Von (2000). *Teoría general de los sistemas*. Editorial Fondo Cultural Económica, 2º ed reimpresión, Bogotá, Colombia.
- Johansen, O. (2005). *Introducción a la teoría general de sistemas*. México: Limusa.
- Martínez, L., & Martínez, H. (2001, Sexta reimpresión). *Diccionario de Filosofía*. Bogotá, D.C.: Panamericana Editorial.
- Ortíz, L. (2010). *Diccionario de Lógica*. México: Instituto Politécnico Nacional.

Actividades

Haga un mapa conceptual en donde identifique los componentes principales de la unidad. Posteriormente socializar con todos los estudiantes del curso y generar un único mapa conceptual con los aportes de cada uno.

UNIDAD IV

Herramientas Conceptuales –
Conceptos relacionados con las
Características de Comportamiento o
Conducta de un Sistema



Sumario

- 4.1. Adaptabilidad
- 4.2. Homeóstasis u Homeostasis
- 4.3. Homeoquinesis
- 4.4. Morfostasis y Morfogénesis
- 4.5. Equifinalidad
- 4.6. Información
- 4.7. Sinergia
- 4.8. Retroalimentación
 - 4.8.1. Negativa
 - 4.8.2. Positiva
- 4.9. Recursividad
- 4.10. Caja Negra
- 4.11. Cibernética
- 4.12. Teleología
- 4.13. *Holismo, Holístico*
- 4.14. *Isomorfismo*
- 4.15. *Homomorfismo*

4.1. Adaptabilidad

Según el glosario de tgspractico.galeon.com Adaptabilidad “es la 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. Esto se logra a través de un mecanismo de adaptación que permita responder a los cambios internos y externos a través del tiempo.

Para que un sistema pueda ser adaptable debe tener un fluido intercambio con el medio en el que se desarrolla.”

En la práctica la adaptabilidad es la voluntad, la creatividad y el esfuerzo que los individuos deben tener para superar los problemas que se le presenten en la vida diaria. Pero aprender a adaptarse a los cambios, poseer creatividad para resolver problemas y tener voluntad para enfrentar las dificultades, son algunas de las características que los integrantes de una organización, necesitan para que ella afronte con éxito cualquier situación adversa que se le presente.

Muy cercano a la noción de **adaptabilidad** se encuentran cuatro (4) conceptos; ellos son:

- Homeóstasis
- Homeoquinesis
- Morfostasis
- Morfogénesis

Figura 6. Adaptabilidad



4.2. Homeóstasis u Homeostasis

Homeóstasis es un vocablo que proviene del griego **homeo** que significa “similar” y **estasis** en griego στάσις, “posición”, “estabilidad”. En estas condiciones se puede definir como la característica de un sistema (sea cerrado o abierto) mediante la cual, se regula el ambiente interno para mantener una condición estable y constante.

De igual modo, la homeóstasis se considera a la tendencia de un sistema para permanecer en un estado de equilibrio o a tratar de buscarlo cuando se ve afectado por la acción de variables críticas. Ante esta situación, La homeóstasis se obtiene a través de mecanismos de retroalimentación que le permiten al sistema corregir y equilibrar los procesos internos a partir de los datos obtenidos sobre su funcionamiento y sobre los cambios en el ambiente.

En el ambiente de la Biología el diccionario la define como “Conjunto de fenómenos de autorregulación que intentan mantener equilibradas las composiciones y las propiedades del organismo: la homeostasis se ocupa de las variaciones de temperatura en los organismos vivos.” <http://www.wordreference.com/definicion/homeostasis>.

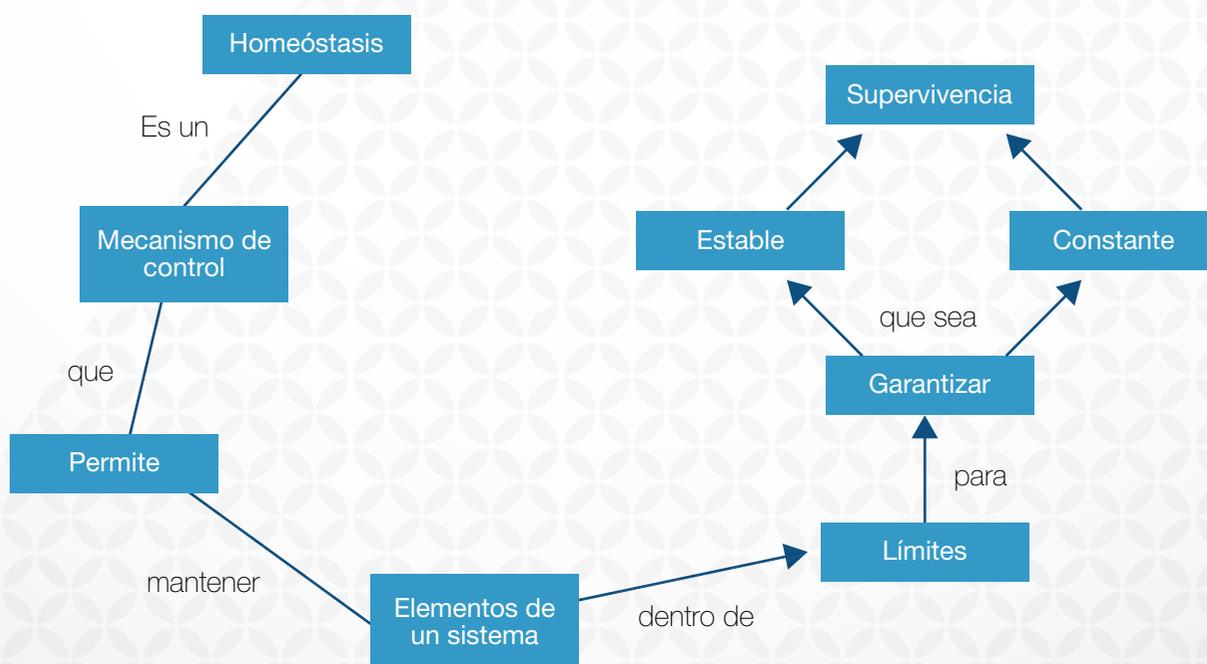
Igualmente en este mismo ambiente (biología), homeóstasis se puede definir como la tendencia de una célula o un organismo para mantener el estado de equilibrio interno, incluso en respuesta a cualquier perturbación ambiental o estímulo que tiende a afectar la normalidad. Por ejemplo, las funciones de la homeóstasis en el organismo humano son las de asegurar la supervivencia del organismo y de la especie. Los sistemas internos de nuestro organismo buscan un equilibrio para mantener su funcionamiento y lograr su supervivencia.

Ahora, visto desde la teoría general de sistemas, se considera a la homeóstasis como el mecanismo de control que permite mantener los elementos constitutivos de un sistema dentro de los límites para garantizar su supervivencia. Hace referencia por lo tanto, al mantenimiento y control del sistema.

Una empresa no es un sistema totalmente homeostático, debido a que no se adapta automáticamente a cualquier influencia externa o interna.

A continuación se presenta un mapa explicativo sobre el concepto.

Figura 7. La Homeóstasis



BREVES

La homeóstasis es la propiedad de un sistema que define su nivel de respuesta y de adaptación al contexto.

La homeóstasis es el nivel de adaptación permanencia del sistema o su tendencia a la supervivencia dinámica.

Los sistemas altamente homeostáticos sufren transformaciones funcionales en igual medida que el contexto sufre transformaciones, ambos actúan como condicionantes del nivel de evolución.

La homeóstasis es un ajuste de regulaciones que actúan para mantener los estados estables del sistema.

4.3. Homeoquinesis

Así como se explicó que la homeóstasis es el estado de equilibrio dinámico de un sistema, la homeoquinesis es un estado de desequilibrio, especialmente vistos en sistemas con movimientos constantes como el cuerpo humano, puesto que los sistemas vivos se deterioran y mueren.

Los sistemas citados para lograr un equilibrio realizan un proceso mediante el cual se importa energía y se procesa información, para disminuir la tendencia que los lleva al desorden; haciendo esfuerzos del sistema para lograr un estado de equilibrio y mantenerse en la meseta homeoquinética.

Figura 8. Meseta Homeoquinética



4.4. Morfostasis y Morfogénesis

Un sistema se comporta adaptativamente en presencia de una perturbación del medio, mediante los tipos de equilibrio morfostático y morfogenético; caracterizados porque ellos tienen que ver con la preservación o modificación de la estructura del sistema.

Para saber más

<http://bdatos.usantotomas.edu.co:2051/lib/bibliotecaustasp/search.action?p00=morfogenesis&fromSearch=fromSearch&search=Buscar+en+ebrary>

<http://bdatos.usantotomas.edu.co:2051/lib/bibliotecaustasp/docDetail.action?docID=10146227&p00=morfostasis>

4.5. Equifinalidad

Una de las características de los sistemas abiertos es que tienen el principio de equifinalidad. Este principio se refiere a que un sistema puede lograr, por diversos caminos o rutas; el mismo resultado final (meta), partiendo de diferentes condiciones iniciales.

Si nos apoyamos en (Bertalanffy, 2006. p.171), refiriéndose a que equifinalidad es un aspecto muy típico del orden dinámico en los procesos orgánicos, expresa que “Los procesos que acontecen en estructuras como de máquina siguen un camino fijo. Así, el estado final cambiará si se alteran las condiciones iniciales o el curso de los procesos. En contraste, puede alcanzarse el mismo estado final, la misma –meta-, partiendo de diferentes condiciones iniciales y siguiendo distintos itinerarios en los procesos orgánicos”.

Resumiendo, la equifinalidad nos dice que existe más de un método para conseguir un objetivo. O también que la equifinalidad significa que idénticos resultados pueden tener orígenes distintos.

Ejemplos: Si tenemos dos sistemas así,

$$\text{Sistema A: } 3 \times 4 + 8 = 20$$

$$\text{Sistema B: } 2 \times 7 + 6 = 20$$

En el anterior ejemplo se observa que el sistema “A” y el sistema “B” tienen inicios diferentes (3) y (2), y que, cada uno, tiene elementos diferentes al otro. Sin embargo, el resultado final es el mismo (20).

Otros ejemplos de sistemas pueden ser:

$$\text{Sistema Y: } 8 \times 7 + 5 = 61$$

$$\text{Sistema Z: } 8 + 7 \times 5 = 75$$

En este ejemplo se puede observar que el sistema “Y” y el sistema “Z” tienen igual origen y están compuestos por iguales elementos y además, en el mismo orden. Sin embargo, el resultado final es diferente: (61) y (75).

En este caso el resultado no depende ni del origen ni de los

elementos de los sistemas (números y símbolos), sino de lo que hacemos con los números y las operaciones (sumar y multiplicar).

Otro ejemplo el cual aplica muy bien el concepto de equifinalidad, es cuando en una organización tiene como objetivo el lanzamiento de un bien o servicio; entonces, los medios masivos de publicidad (por televisión, Internet, Radio, propaganda escrita) llegan a un mismo resultado: que la mayoría de personas conozcan el bien o servicio ofrecido.

El siguiente mapa conceptual presenta un esquema de lo expuesto anteriormente:

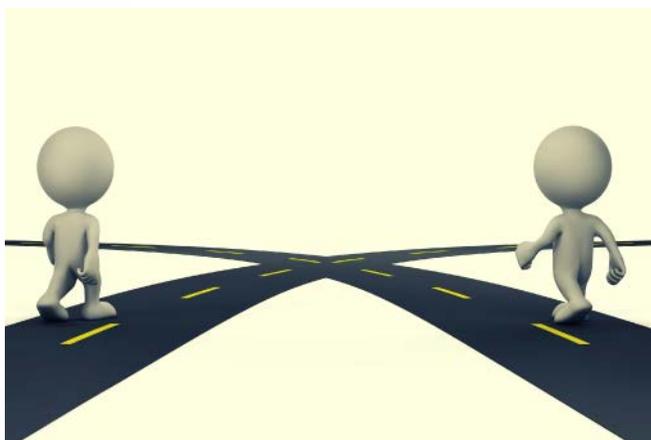
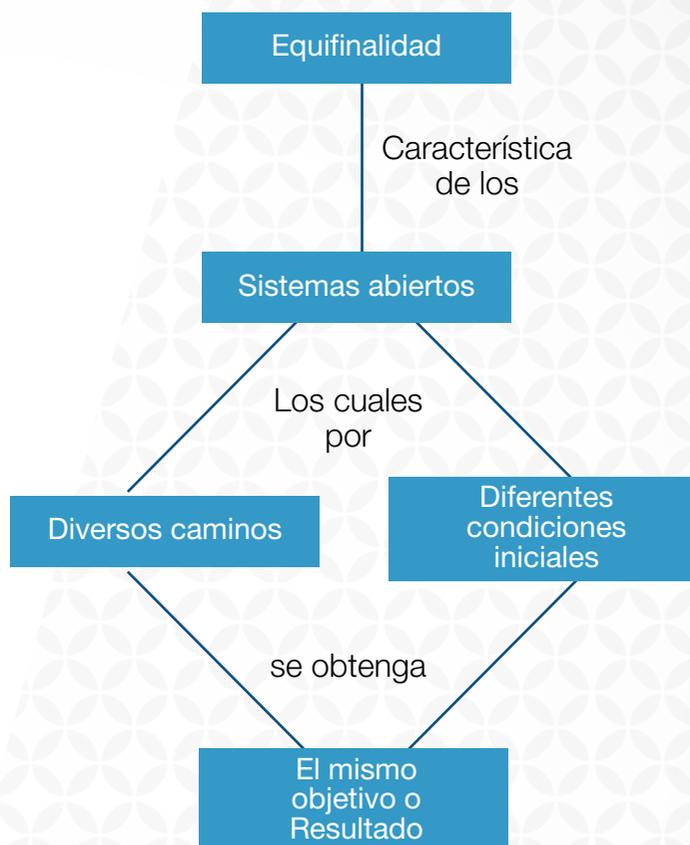


Figura 9. Equifinalidad



4.6. Información

En sentido general, la información es un conjunto organizado de datos procesados, que constituyen un mensaje que cambia el estado de conocimiento del sujeto o sistema que recibe dicho mensaje.

Para Gilles Deleuze, la información es un sistema de control, en tanto que es la propagación de consignas que deberíamos creer o hacer que creemos. En tal sentido la información es un conjunto organizado de datos capaz de cambiar el estado de conocimiento en el sentido de las consignas transmitidas.

Los datos sensoriales una vez percibidos y procesados constituyen una información que cambia el estado de conocimiento, eso permite a los individuos o sistemas que poseen dicho estado nuevo de conocimiento tomar decisiones pertinentes acordes a dicho conocimiento.

Desde el punto de vista de la ciencia de la computación, la información es un conocimiento explícito extraído por seres vivos o sistemas expertos, como resultado de interacción con el entorno o percepciones sensibles del mismo entorno. En principio la información, a diferencia de los datos o las percepciones sensibles, tienen estructura útil que modificará las sucesivas interacciones del ente que posee dicha información con su entorno.

Tomado de:

http://es.wikipedia.org/wiki/Informaci%C3%B3n#Teor.C3.ADa_de_la_informaci.C3.B3n

BREVES

“La información es la más importante corriente negentrópica de que disponen los sistemas complejos”.
Johansen, 2005. p.104 -105.

“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”

Información: Acción y resultado de informar o informarse. E.g.: Me dio una información muy detallada.

“La información es el aumento del conocimiento sobre un objeto, un hecho, un comportamiento, etc., proporcionado por los datos”.

Se supone que: A MAYOR Información MENOR es la Entropía.

Para saber más

http://es.wikipedia.org/wiki/Informaci%C3%B3n#Teor.C3.ADa_de_la_informaci.C3.B3n

4.7. Sinergia

Esta palabra proviene del griego synergia, cooperación y responde al postulado aristotélico que dice que “el todo no es igual a la suma de sus partes”. Se puede definir como la integración de varios elementos que da como resultado unos beneficios superiores a los que generarían la suma de cada uno de ellos por separado (individualmente). O lo que es lo mismo decir que, cuando dos o más elementos se unen sinérgicamente se genera un resultado que maximiza las cualidades de cada uno de los elementos que lo componen.

Lo anterior permite afirmar que, cuando existe un alto nivel de sinergia para realizar una actividad, la relación propuesta de $3 + 3 = 7$ o más sería cierta.

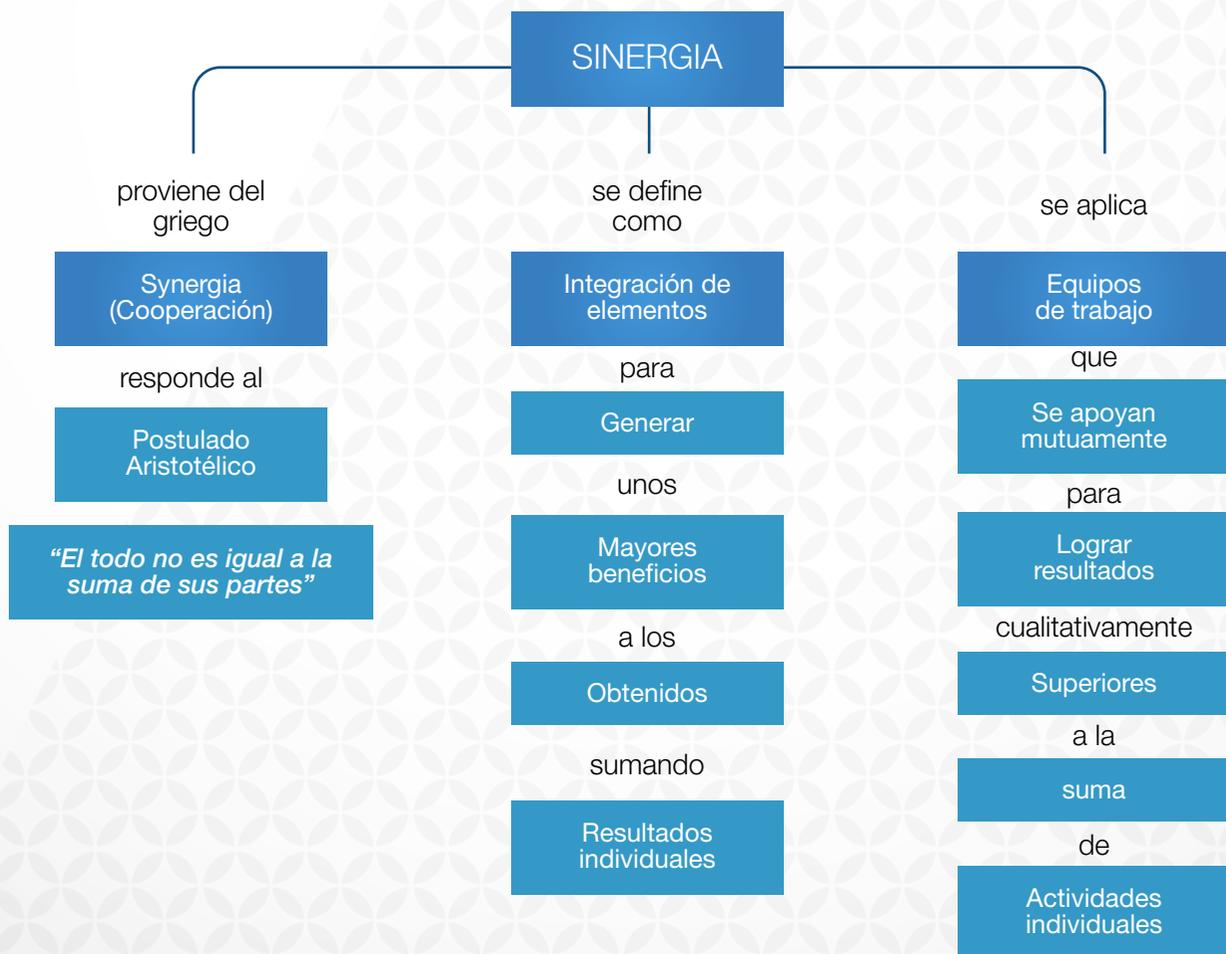
Un ejemplo de sinergia se aprecia en la gestión de una organización, así: El gerente debe utilizar adecuadamente la capacidad de gestión del equipo directivo; aprovechando conocimientos, experiencia y potencialidades de cada uno de los integrantes del equipo.

Otro ejemplo muy clásico es visto en las competencias de Remo, en donde los miembros del equipo reman acompasadamente para lograr la meta en el menor tiempo posible. Si lo hacen con diferente ritmo el resultado no será el deseado.



Gráfico 3. Imagen representativa de Sinergia

Figura 10. Sinergia



BREVES

La sinergia es una propiedad común a todos los sistemas.

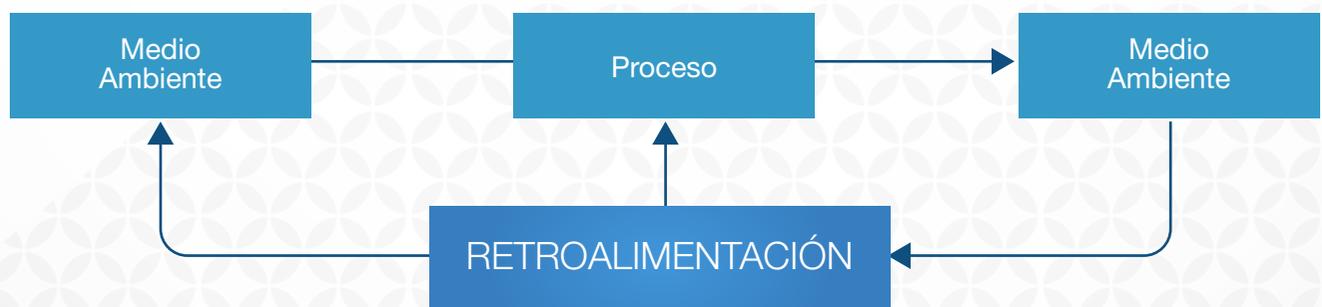
El todo es muy superior que la suma de sus partes.

4.8. Retroalimentación

Son diversas las fuentes para obtener la definición de retroalimentación, una de las más utilizadas es la presentada por <http://es.wikipedia.org/wiki/Retroalimentaci%C3%B3n>, que textualmente la define como: " En la teoría de sistemas, en cibernética y en la teoría de control, entre otras disciplinas, la retroalimentación, cuyo término correcto es realimentación(en inglés feedback), es un mecanismo de control de los sistemas dinámicos por el cual una cierta proporción de la señal de salida se redirige a la entrada, y así regula su comportamiento."

También se considera la retroalimentación como un proceso cuya señal se mueve dentro de un sistema (entrada-proceso-salida-retroalimentación-entrada), formando un ciclo, como lo muestra la figura 11. El ciclo se le denomina –ciclo de retroalimentación.

Figura 11. Ciclo de Retroalimentación



De la misma manera, se considera la retroalimentación como el proceso que al aplicar una acción, con el propósito de alcanzar un objetivo, se retroalimentan de las acciones previas de tal forma que las acciones sucesivas tienen presente el resultado de las acciones anteriores.

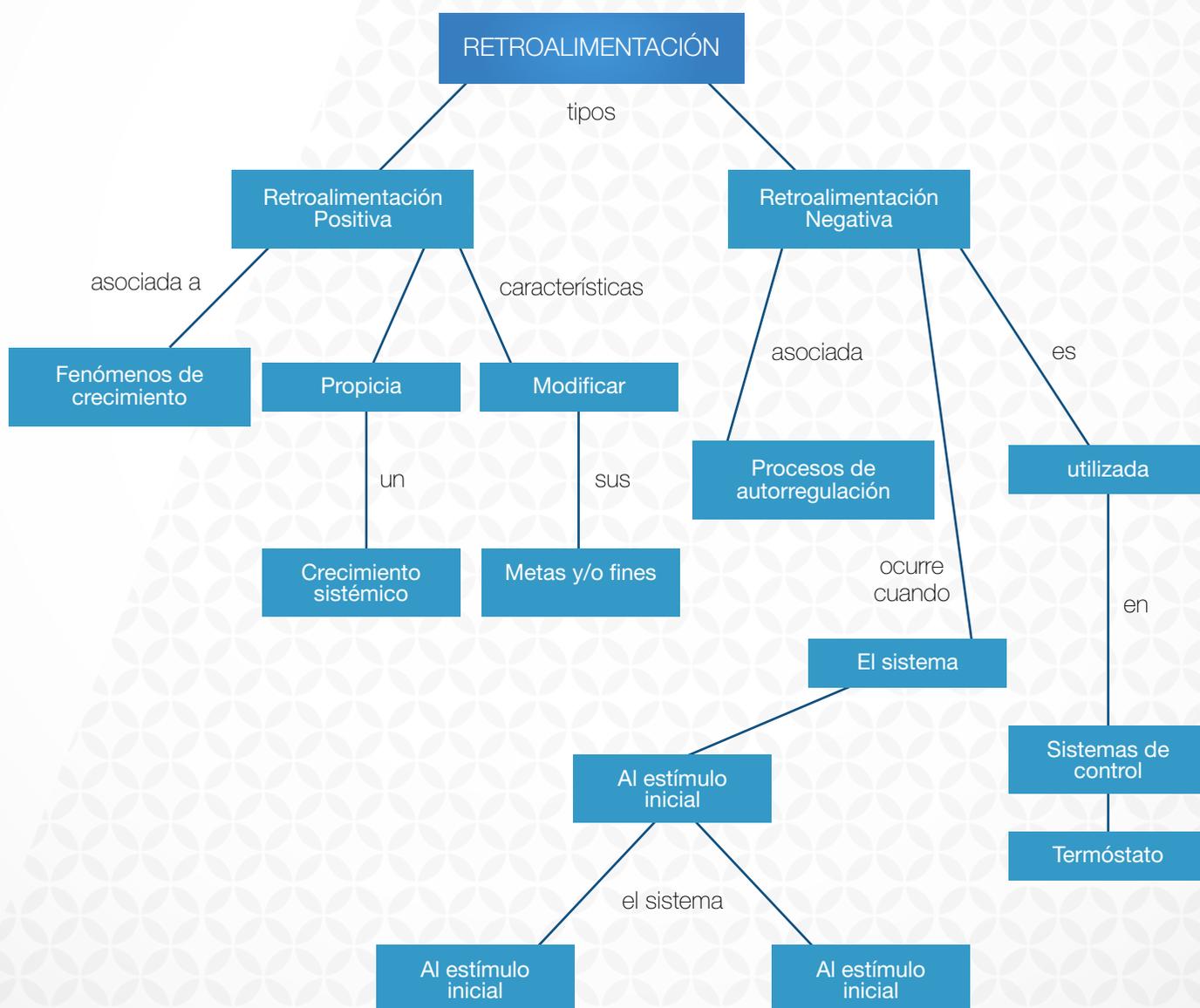
BREVES

La retroalimentación consiste en llevar parte de la señal de salida a la entrada del sistema.

Tipos de retroalimentación

La retroalimentación puede ser negativa o positiva. La retroalimentación negativa se caracteriza porque predomina el CONTROL y es retroalimentación positiva, cuando predomina el aumento de las DESVIACIONES.

Figura 12. Mapa conceptual Retroalimentación



4.8.1. Retroalimentación negativa

Ocurre cuando el sistema se opone al estímulo inicial, de manera que aquello que ha variado retome su valor o posición determinada, conservando así la homeostasis (equilibrio dinámico del sistema). Se dice retroalimentación negativa porque la respuesta del sistema de control es opuesta al estímulo y se caracteriza porque busca mantener los objetivos propuestos.

Ejemplo clásico del uso de la retroalimentación negativa para controlar sistemas, es el uso del termóstato para controlar la temperatura de un dispositivo. Si la temperatura excede el límite, el sistema de calefacción se apaga, pero permanece en funcionamiento mientras no alcance el límite superior programado en el termóstato.

4.8.2. Retroalimentación positiva

La retroalimentación positiva es aquella que ocurre cuando al aplicar una perturbación a un sistema, desencadena una serie de variaciones que se propaga en otros componentes del sistema aumentando su inestabilidad. La retroalimentación positiva está asociada a los fenómenos de crecimiento y diferenciación, en donde se mantiene un sistema y se modifican sus metas y/o fines.

Ejemplo de retroalimentación positiva se aprecia en la planeación de producción que hace una organización y que afecta las metas o fines propuestos, así:

Una empresa hace un plan de trabajo, para producir 100 computadores por semana. Al finalizar la semana se retroalimenta que realmente se produjeron 110 computadores. Con base en esta información se modifica la meta u objetivo de producción y se reprograma a 110 computadores semanales. Esta meta semanal se mantiene hasta que se recibe otra retroinformación indicando que la producción subió a 120 computadores. Por tanto, de nuevo se modifica la meta de producción a 120 computadores semanales. Lo anterior denota que la programación de computadores se apoya con la retroalimentación haciendo que las entradas del sistema se orientan a aumentar siempre la producción.

BREVES

- En la retroalimentación positiva, parte de la señal de salida se suma (incrementa) a la señal de entrada.
- Cuando se mantiene un sistema y se modifican sus metas/fines nos encontramos ante un caso de retroalimentación positiva.

Para saber más

<http://bdatos.usantotomas.edu.co:2051/lib/bibliotecausta-sp/docDetail.action?docID=10316787&p00=retroalimentaci%C3%B3n>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Retroalimentaci%C3%B3n>

4.9. Recursividad

La recursividad se refiere a sistemas con capacidad de adaptarse y sobrevivir. Estos sistemas son subsistemas de otro sistema superior.

El concepto de recursividad se aplica a sistemas dentro de sistemas mayores.

En el campo de la Informática la recursividad es una técnica de programación muy potente que puede ser utilizada en lugar de la interacción. Permite diseñar algoritmos recursivos que dan soluciones concretas y simples, generalmente bien estructuradas y modulares, a problemas de gran complejidad.

Un ejemplo de recursividad en el campo empresarial, se observa cuando hay un Holding¹² de empresas donde cada una de las empresas tiene una sola Gerencia de Finanzas.

Figura 13. Recursividad



¹². Holding (voz i.) m. Forma de organización de empresa según la cual una compañía financiera se hace con la mayoría de las acciones de otras empresas a las que controla: un holding posee un solo órgano directivo.
• pl. holdings.

4.10. Caja Negra

En la Teoría General de Sistemas el concepto de Caja Negra, es aquel sistema que es estudiado teniendo en cuenta las Entradas que recibe y las Salidas o respuestas que dan como resultado, sin conocer el Proceso o funcionamiento interno que se realiza.

Esto significa que no nos preocupamos por el proceso interno del sistema, mediante los cuales se producen las salidas.

Figura 14. Caja Negra



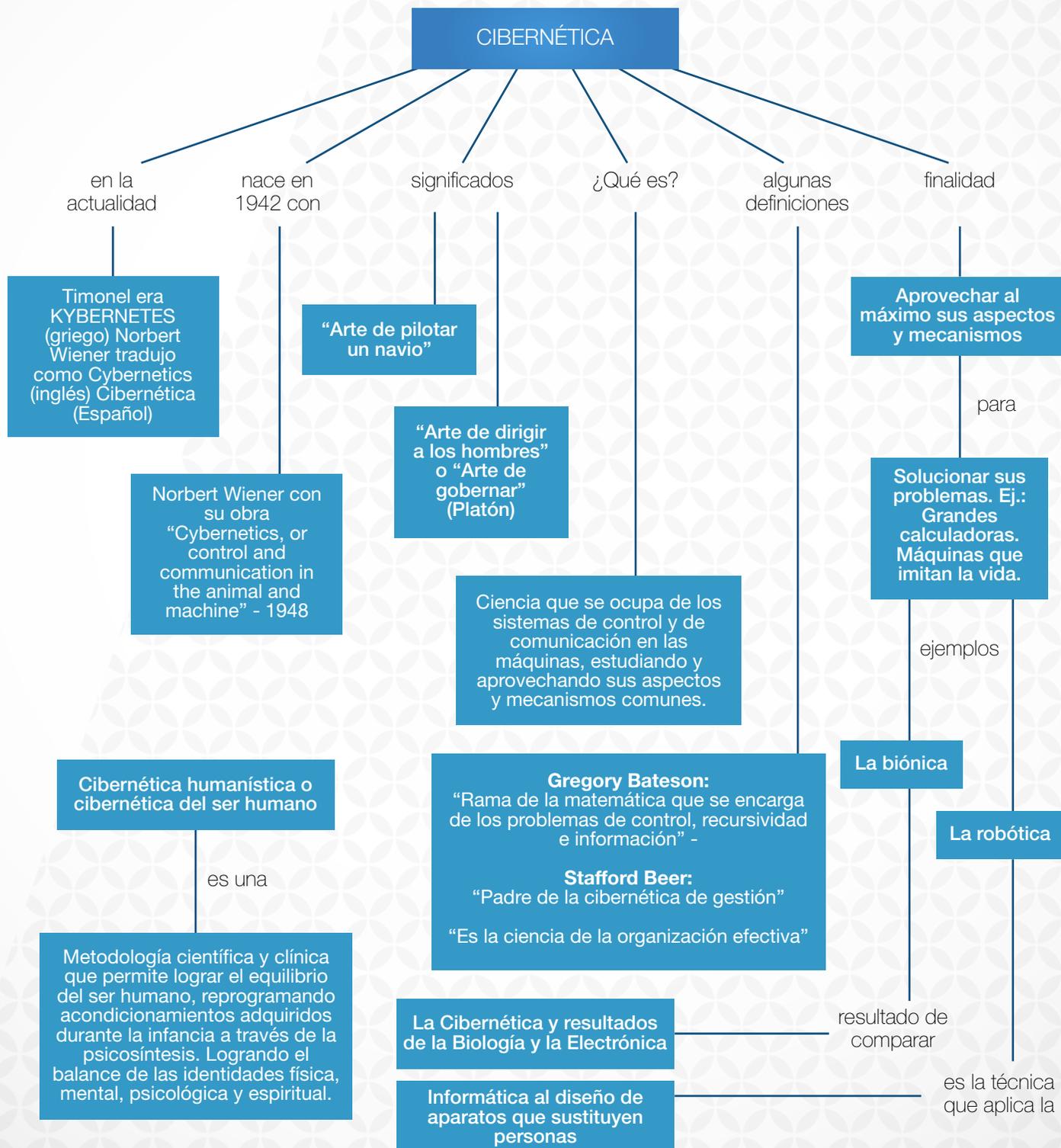
4.11. Cibernética

La palabra **Cibernética** proviene del griego κυβερνήτης (kybernetes) y significa "arte de pilotar un navío". La palabra **Cibernética** fue acuñada por Norbert Wiener en 1947.

La cibernética es la ciencia que se ocupa de los sistemas de control y de comunicación en las personas y en las máquinas, estudiando y aprovechando todos sus aspectos y mecanismos comunes.

Bertalanffy destaca que "la cibernética es una teoría de los sistemas control basados en la comunicación (transferencia de información) entre el sistema y el medio y dentro del sistema, y del control (retroalimentación) de la función de los sistemas con respecto al ambiente".

Figura 15. Cibernética



Video

Para complementar y profundizar este importante concepto (Cibernética), se adjunta el siguiente video: (58 minutos aproximadamente).

<https://www.youtube.com/watch?v=fjrm-4xQW5I>

Para saber más

<http://www.librosgratis.me/fundamentos-matematicos-de-la-cibernetica.html>

4.12. Teleología

El vocablo **Teleología** proviene de los dos términos griegos **télos**: fin, meta o propósito - **lógos**: razón o explicación.

En el ámbito de la informática la Teleología se puede definir como el conjunto de actividades que cumplen los analistas de sistemas, diseñadores y usuarios para desarrollar e implementar un sistema de información. (Actividades definidas como: Investigación preliminar, Determinación de requerimientos, Diseño del sistema, Desarrollo del software, Prueba del sistema e Implementación y control.)

Figura 16. Teleología

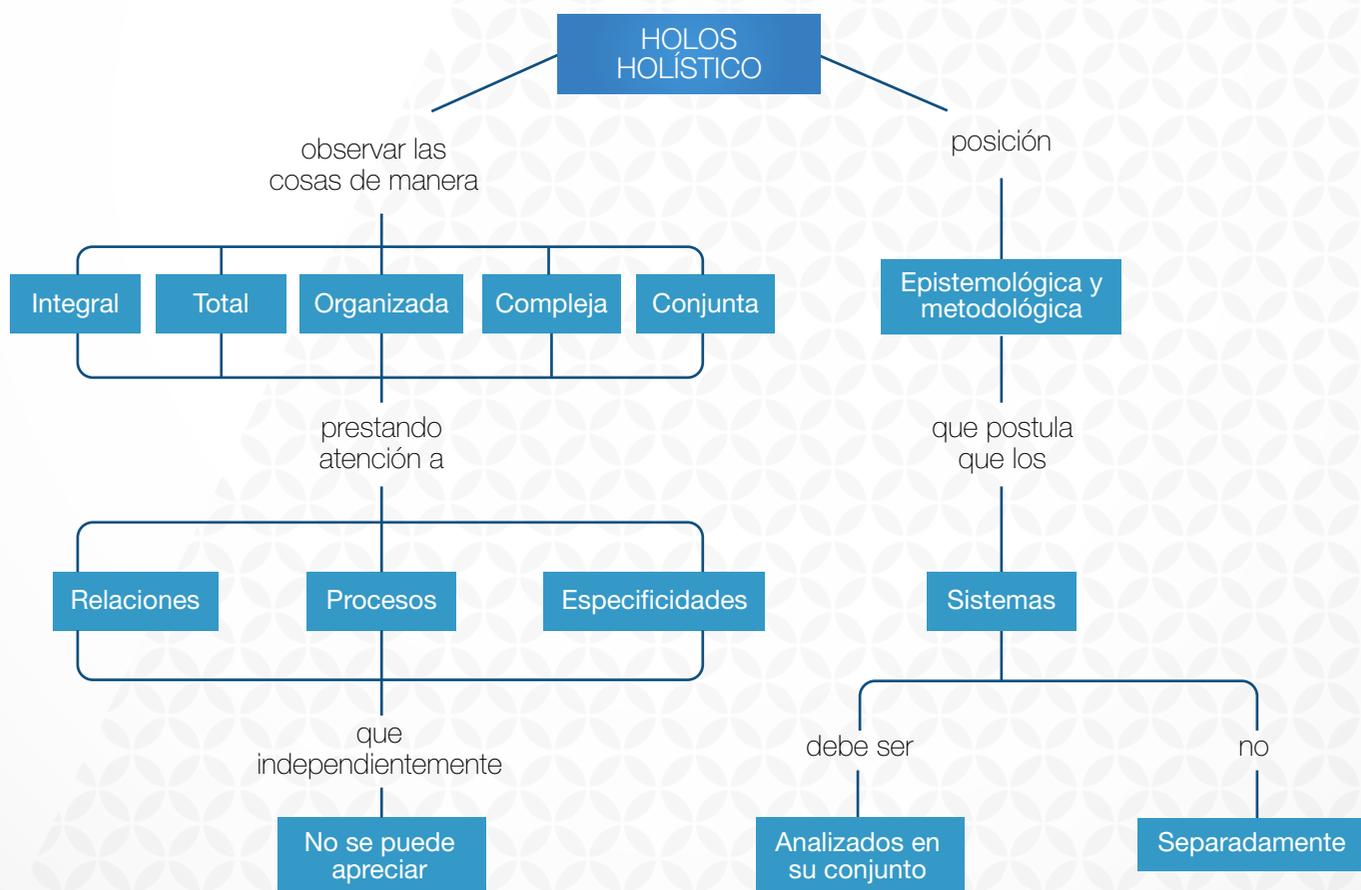


• ** Teleología puede ser traducido como la razón de algo en función de su fin. **

4.13. Holismo, Holístico

Siguiendo a <http://es.wikipedia.org/wiki/Holismo>, para conocer la definición del concepto holismo (del griego $\lambda\omicron\varsigma$ [*hólos*]: "todo", "entero", "total", indica también "íntegro" y "organizado"). Con el concepto **Holos**, significamos totalidad, relaciones, contexto, complejidad de lo que se está estudiando o investigando. Por consiguiente holismos: "es una posición metodológica y epistemológica que postula que los sistemas (ya sean físicos, biológicos, sociales, económicos, mentales, lingüísticos, etc.) y sus propiedades, deben ser analizados en su conjunto y no a través de las partes que los componen, consideradas éstas separadamente".

Figura 17. Holos, Holístico



Para saber más

http://www.sabersinfin.com/index.php?option=com_content&task=view&id=5

4.14. Isomorfismo

El término **Isomorfismo** significa etimológicamente '**igual forma**', y se aplica a las semejanzas y las relaciones formales entre diversos tipos de sistemas. Igualmente **Isomórfico** (con una forma similar) se refiere a la construcción de modelos de sistemas similares al modelo original.

El concepto matemático de isomorfismo pretende captar la idea de tener la misma estructura. Dos estructuras matemáticas entre las que existe una relación de isomorfismo se llaman isomorfas.

Por ejemplo, la prótesis de una pierna es isomórfica respecto a la pierna real. La prótesis como modelo puede servir como elemento de estudio para obtener conclusio-

nes conducentes a mejorar el modelo (prótesis) y para entender mejor el funcionamiento de la pierna original.

A nivel de aprendizaje se considera que “Pensar” y “Aprender” son dos sistemas ISOMÓRFICOS, porque están íntimamente relacionados e incluso se pueden realizar simultáneamente. Cuando se piensa, se aprende y cuando se aprende se piensa.

La característica Isomórfica, significa construir modelos similares al modelo original, con el fin de aumentar o mejorar el desempeño de un sistema.

Los isomorfismos de una estructura consigo misma se denominan automorfismos.

Figura 18. Isomorfismo



4.15. Homomorfismo

Significa que dos sistemas tienen una parte de su estructura igual.

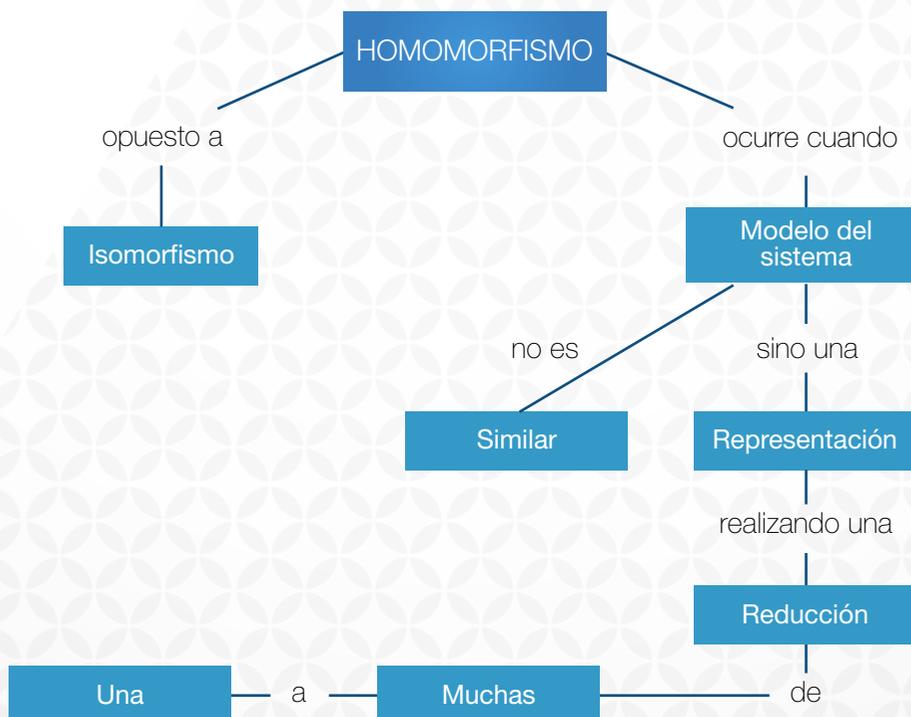
Este concepto de homomorfismo se aplica en contraposición a Isomorfismo, cuando el modelo del sistema ya no es similar, sino una representación donde se ha efectuado una reducción de muchas a una.

Es una simplificación del objeto real donde se obtiene un modelo cuyos resultados ya no coinciden con la realidad, excepto en términos probabilísticos, siendo este uno de los principales objetivos del modelo homomórfico:

obtener resultados probables. La aplicación de este tipo de modelo se orienta a sistemas muy complejos y probabilísticos como la construcción de un modelo de la economía de un país o la simulación del funcionamiento de una empresa en su integración con el medio, ejemplos que podrían ser también considerados como cajas negras.

El significado de “Homomorfismo” según Wikipedia lo presenta como: “En matemáticas, un homomorfismo (o simplemente morfismo) desde un objeto matemático a otro de la misma categoría, es una función que es compatible con toda la estructura relevante”.

Figura 19. Homomorfismo



Lecturas Sugeridas

- Consulta al texto original de Ludwing Von Bertalanffy titulado “Teoría General de Sistemas: fundamentos, desarrollos, aplicaciones”. Páginas 41, 57, 123.

Referencias Bibliograficas

- Bertalanffy, V. (1970). *Teoría General de Sistemas, 2a. Edición*. Buenos Aires: Ateneo.
- Bertalanffy, Ludwig Von (2000). *Teoría general de los sistemas*. Editorial Fondo Cultural Económica, 2º ed reimpresión, Bogotá, Colombia.
- Johansen, O. (2005). *Introducción a la teoría general de sistemas*. México: Limusa.
- Martínez, L., & Martínez, H. (2001, Sexta reimpresión). *Diccionario de Filosofía*. Bogotá, D.C.: Panamericana Editorial.
- Ortíz, L. (2010). *Diccionario de Lógica*. México: Instituto Politécnico Nacional.

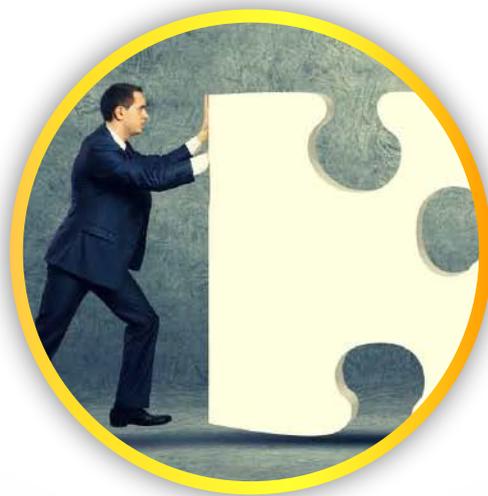
Actividades

Realice un esquema con los principales conceptos vistos en la Unidad, identificando la característica de cada una de ellos.

Socializar y generar un solo esquema general.

UNIDAD V

La Teoría General de Sistemas en las Organizaciones



Sumario

- 5.1. Principio de organicidad
- 5.2 La entropía como elemento desorganizador
- 5.3 La negentropía como elemento organizador

La organización como sistema

Una organización es 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.

5.1. Principio de organicidad

La organización como un sistema abierto

Herbert Spencer afirmaba a principios del siglo XX: “Un organismo social se asemeja a un organismo individual en los siguientes rasgos esenciales:

- En el crecimiento.
- En el hecho de volverse más complejo a medida que crece.
- En el hecho de que haciéndose más complejo, sus partes exigen una creciente interdependencia.
- Porque su vida tiene inmensa extensión comparada con la vida de sus unidades componentes.

- Porque en ambos casos existe creciente integración acompañada por creciente heterogeneidad”.

Según la teoría estructuralista, Taylor, Fayol y Weber usaron el modelo racional, enfocando las organizaciones como un sistema cerrado. Los sistemas son cerrados cuando están aislados de variables externas y cuando son determinísticos en lugar de probabilísticos. Un sistema determinístico es aquel en que un cambio específico en una de sus variables producirá un resultado particular con certeza. Así, los sistemas determinísticos requieren que todas sus variables sean conocidas y controlables o previsibles. Según Fayol la eficiencia organizacional siempre prevalecerá si las variables organizacionales son controladas dentro de ciertos límites conocidos.

Características de las organizaciones como sistemas abiertos

Las organizaciones poseen todas las características de los sistemas abiertos. Algunas características básicas de las organizaciones son:

1

Comportamiento probabilístico y no-determinístico de las organizaciones: la organización se afecta por el ambiente y dicho ambiente es potencialmente sin fronteras e incluye variables desconocidas e incontroladas. Las consecuencias de los sistemas sociales son probabilísticas y no-determinísticas. El comportamiento humano nunca es totalmente previsible, ya que las personas son complejas, respondiendo a diferentes variables. Por esto, la administración no puede esperar que consumidores, proveedores, agencias reguladoras y otros, tengan un comportamiento previsible.

2

Las organizaciones como partes de una sociedad mayor y constituida de partes menores: las organizaciones son vistas como sistemas dentro de sistemas. Dichos sistemas son complejos de elementos colocados en interacción, produciendo un todo que no puede ser comprendido tomando las partes independientemente. Talcott Parsons indicó sobre la visión global, la integración, destacando que desde el punto de vista de organización, era un parte de un sistema mayor, tomando como punto de partida el tratamiento de la organización como un sistema social, siguiendo el siguiente enfoque:

- La organización se debe enfocar como un sistema que se caracteriza por todas las propiedades esenciales a cualquier sistema social.
- La organización debe ser abordada como un sistema funcionalmente diferenciado de un sistema social mayor.
- La organización debe ser analizada como un tipo especial de sistema social, organizada en torno de la primacía de interés por la consecución de determinado tipo de meta sistemática.
- Las características de la organización deben ser definidas por la especie de situación en que necesita operar, consistente en la relación entre ella y los otros subsistemas, componentes del sistema mayor del cual parte. Tal como si fuera un sociedad.

3

Interdependencia de las partes: un cambio en una de las partes del sistema, afectará a las demás. Las interacciones internas y externas del sistema reflejan diferentes escalones de control y de autonomía.

4

Homeostasis o estado firme: la organización puede alcanzar el estado firme, solo cuando se presenta dos requisitos, la unidireccionalidad y el progreso. La unidireccionalidad significa que a pesar de que hayan cambios en la empresa, los mismos resultados o condiciones establecidos son alcanzados. El progreso referido al fin deseado, es un grado de progreso que está dentro de los límites definidos como tolerables. El progreso puede ser mejorado cuando se alcanza la condición propuesta con menor esfuerzo, mayor precisión para un esfuerzo relativamente menor y bajo condiciones de gran variabilidad. La unidireccionalidad y el progreso solo pueden ser alcanzados con liderazgo y compromiso.

5

Fronteras o límites: es la línea que demarca lo que está dentro y fuera del sistema. Podría no ser física. Una frontera consiste en una línea cerrada alrededor de variables seleccionadas entre aquellas que tengan mayor intercambio (de energía, información) con el sistema. Las fronteras varían en cuanto al grado de permeabilidad, dicha permeabilidad definirá el grado de apertura del sistema en relación al ambiente.

6

Morfogénesis: el sistema organizacional, diferente de los otros sistemas mecánicos y aun de los sistemas biológicos, tiene la capacidad de modificar sus maneras estructurales básicas, es identificada por Buckley como su principal característica identificadora.

Tomado de:

<http://misapuntesdisenoorganizacional.blogspot.com/2009/04/las-organizaciones-como-siste-mas-las.html>

Modelos de organizaciones

Schein propone una relación de aspectos que una teoría de sistemas debería considerar en la definición de organización:

- La organización debe ser considerada como un sistema abierto.
- La organización debe ser concebida como un sistema con objetivos o funciones múltiples.
- La organización debe ser visualizada como constituida de muchos subsistemas que están en interacción dinámica unos con otros.
- Al ser los subsistemas mutuamente dependientes, un cambio en uno de ellos, afectará a los demás.
- La organización existe en un ambiente dinámico que comprende otros sistemas.
- Los múltiples eslabones entre la organización y su medio ambiente hacen difícil definir las fronteras de cualquier organización.



Modelo de Katz y Kahn

Desarrollaron un modelo de organización más amplio y complejo a través de la aplicación de la Teoría de Sistemas y la Teoría de las Organizaciones. Según su modelo, la organización presenta las siguientes características:

La organización como un sistema abierto

Para Katz y Kahn, la organización como sistema abierto presenta las siguientes características:

1. Importación (entrada): la organización recibe insumos del ambiente y necesita provisiones energéticas de otras instituciones, personas o del medio. Ninguna estructura social es autosuficiente.
2. Transformación (procesamiento): los sistemas abiertos transforman la energía disponible. La organización procesa y transforma insumos en productos acabados, mano de obra, servicios, etc.
3. Exportación (salidas): los sistemas abiertos exportan ciertos productos hacia el medio ambiente.
4. Los sistemas como ciclos que se repiten: el funcionamiento de cualquier sistema consiste en ciclos repetitivos de importación-transformación-exportación. La importación y exportación son transacciones que envuelven al sistema en ciertos sectores de su ambiente inmediato, la transformación o procesamiento es un proceso contenido dentro del propio sistema.
5. Entropía negativa: los sistemas abiertos necesitan moverse para detener el proceso entrópico y reabastecerse de energía manteniendo indefinidamente su estructura organizacional. A dicho proceso se le llama entropía negativa o negentropía.
6. Información como insumo, retroalimentación negativa y proceso de codificación: los sistemas vivos reciben como insumos, materiales conteniendo energía que se transforman por el trabajo hecho. También reciben información, proporcionando señales sobre el ambiente. La entrada de información más simple es la retroalimentación negativa (negative feedback), que permite al sistema corregir sus desvíos de la línea correcta. Las partes del sistema envían información de cómo operan a un mecanismo central y mantiene así la dirección correcta. Si dicha retroalimentación negativa es interrumpida, el estado firme del sistema desaparece. El proceso de codificación permite al sistema reaccionar selectivamente respecto a las señales de información para las cuales esté programado. Es un sistema de selección de entradas a través del cual, los materiales son rechazados o aceptados e introducidos a su estructura.
7. Estado firme y homeostasis dinámica: los sistemas abiertos se caracterizan por un estado firme, ya que existe un influjo continuo de energía del exterior y una exportación continua de los productos del sistema. La tendencia más simple del estado firme es la homeostasis, pero su principio básico es la preservación del carácter del sistema, o sea, un equilibrio casi-estacionario. Los sistemas reaccionan al cambio o lo anticipan por intermedio del crecimiento que asimila las nuevas entradas de energía en la naturaleza de sus estructuras. La homeostasis es un mecanismo regulador.
8. Diferenciación: la organización, como todo sistema abierto, tiende a la diferenciación, o sea, a la multiplicación y elaboración de funciones, lo que le trae también multiplicación de papeles y diferenciación interna.
9. Equifinalidad: los sistemas abiertos se caracterizan por el principio de equifinalidad, o sea, un sistema puede alcanzar, por una variedad de caminos, el mismo estado final, partiendo de diferentes condiciones iniciales.
10. Límites o fronteras: como sistema abierto, la organización presenta límites o fronteras, esto es, barreras entre el ambiente y el sistema. Definen el campo de acción del sistema, así como su grado de apertura.

Tomado de:

www.docentes.unal.edu.co/.../TEORIA%20DE%20SISTEMAS.doc

Para saber más:

www.docentes.unal.edu.co/.../TEORIA%20DE%20SISTEMAS.doc

Chiavenato Idalberto. "Introducción a la Teoría General de la Administración", México 2006.

Como conclusiones del documento tomado como referencia se dice que: Schein propone una relación de aspectos que una teoría de sistemas debería considerar en la definición de organización:

- La organización debe ser considerada como un sistema abierto.
- La organización debe ser concebida como un sistema con objetivos o funciones múltiples.
- La organización debe ser visualizada como constituida de muchos subsistemas que están en interacción dinámica unos con otros.
- Al ser los subsistemas y sistemas mutuamente dependientes, cualquier cambio en uno de ellos, afectará a los demás (teoría del caos).
- La organización existe en un ambiente dinámico e interactivo que comprende y vincula sistemas hacia niveles crecientes de orden o complejidad con efectos Sinérgicos.
- Los múltiples eslabones entre la organización y su ambiente hacen difícil definir las fronteras de cualquier organización, por eso hay que concebir las organizaciones como un todo con su medio inmediato, como ecosistemas organizacionales.
- Sustentabilidad es el nuevo nombre de la Calidad.

5.2. La entropía como elemento desorganizador



Son muchos los campos en donde se utiliza este concepto.

Para saber más ver (Entropía-Desambiguación) y http://www.guiasdeapoyo.net/guias/cuart_fis_e/Guia%20%20%20entropia.pdf

Pero quizás donde tiene mayor aplicación es en la termodinámica, la física o mecánica estadística y en la teoría de la información. En ésta última también se le llama "entropía de la información" y "entropía de Shannon" en honor a Claude Elwood Shannon, el padre de la teoría de la información.

La entropía se concibe como una "medida del desorden" o que "mide" la incertidumbre de una fuente de información,

sean fuentes de información como: El Sonido (la música o la voz); Una Imagen (Fotografía, Video); Datos (texto o un sistema informático); Señales biomédicas (Electrocardiogramas, Ecografías) y Señales meteorológicas (sismológicas, temperatura).

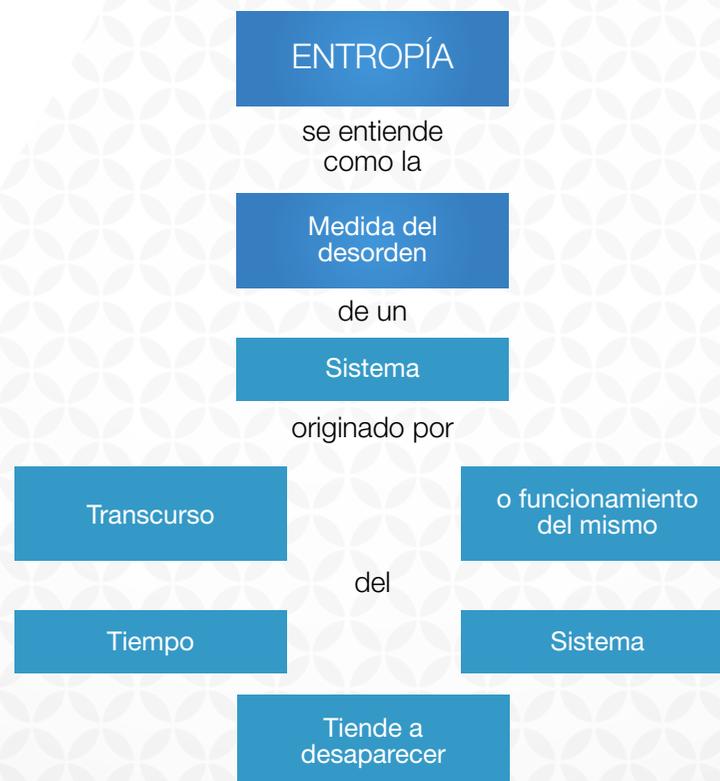
Si vemos la entropía de un sistema de puede apreciar como el desgaste que el sistema presenta por el transcurso del tiempo o por el funcionamiento del mismo. Los sistemas con alta entropía (desorden acumulado), tienden a desaparecer por el desgaste generado por su proceso sistémico. En un sistema cerrado la entropía siempre debe ser positiva. Sin embargo en los sistemas abiertos biológicos o sociales, la entropía puede ser reducida o mejor aún, transformarse en entropía negativa, es decir, un proceso de organización más completa 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. Asimismo, los sistemas vivientes se mantienen en un estado estable y pueden evitar el incremento de la entropía y desarrollarse hacia estados de orden y de organización creciente.

Ahora, si miramos la entropía en el campo de la física y como lo expone (Johansen, 2005. pp.90-96), "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)".

A continuación la representación gráfica del concepto de Entropía.

Figura 20. Entropía



Como resumen se puede decir que:

- La Entropía, es la propiedad de desorden de un sistema o la tendencia al desgaste funcional por el transcurso del tiempo y el deterioro por la reiteración de los procesos.
- La incertidumbre disminuye al obtener información, esto significa que la cantidad de información es un indicador del nivel de Organización que existe en un sistema; mientras que la entropía es una medida del nivel de desorganización. Así, la entropía se relaciona con un estado de desorden.
- La incertidumbre disminuye cuando se obtiene información cualificada, esto significa que la información es un factor determinante que nos indica el nivel de Organización que existe en un sistema, mientras que la entropía es una medida del nivel de desorganización.
- La entropía es la tendencia natural de la pérdida del orden.

Pero, directamente relacionados a la Entropía están los conceptos de **Información y Negentropía** (algunos autores la denominan **Negentropía**), temas que abordaremos a continuación.

Para saber más

<http://science.portalhispanos.com/wordpress/termodinamica/segundo-principio-de-la-termodinamica/>

5.3. La negentropía como elemento organizador

A diferencia del concepto de Entropía, la Negentropía utiliza la información como medio para mantener un sistema abierto, con mayores niveles de orden.

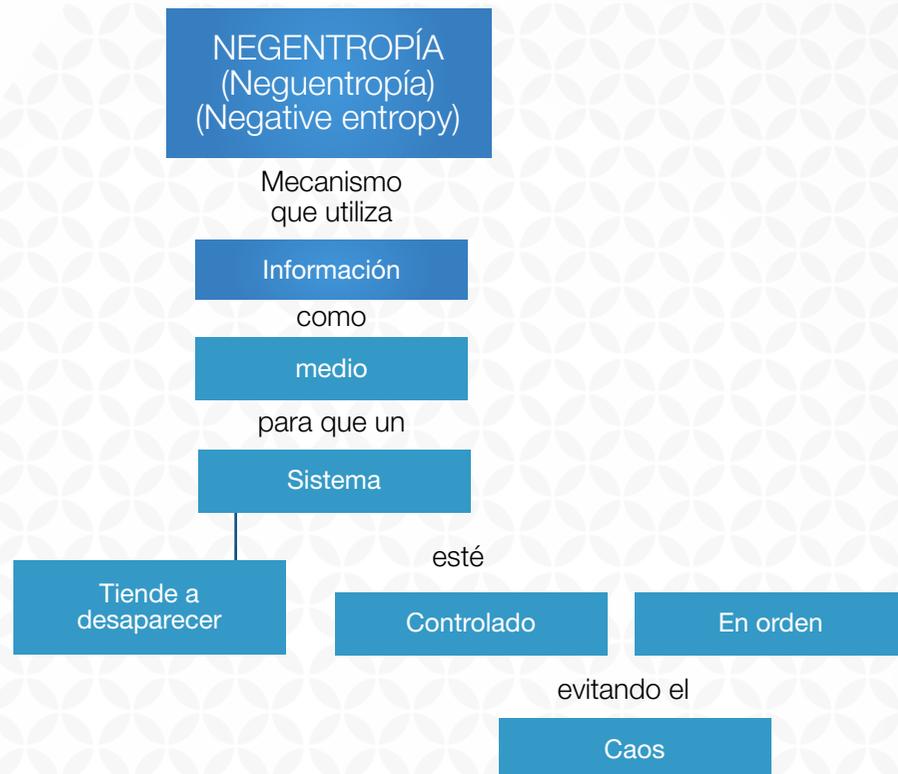
Vista como la fuerza opuesta al segundo principio de la termodinámica (Entropía), la Negentropía no utiliza toda la energía que importa del medio sino que la ahorra o acumula para destinarla a mejorar la organización del sistema o por lo menos para que sobreviva.

Como complemento a estos conceptos, se agrega en forma parcial lo escrito en la revista digital del grupo tortuga <http://grupotortuga.com/La-neguentropia-como>, en donde expresan que “Hasta donde sabemos, sólo la materia viva constituye un sistema capaz de

oponerse a esa tendencia entrópica del cosmos. Los sistemas vivos son los únicos sistemas capaces de acumular negentropía, de ir cuesta arriba del caos al orden, de la simplicidad a la complejidad, de la dispersión a la estructuración, de la desintegración a la integración, del desequilibrio al equilibrio, de la improbabilidad a la probabilidad, de la ignorancia al conocimiento, de la destrucción a la creatividad y de la locura a la razón”.

En forma gráfica la Negentropía se puede representar como la siguiente gráfica:

Figura 21. Ciclo de Retroalimentación



BREVES

La palabra **Negentropía** es una abreviatura de “negative entropy” (entropía negativa).

Negentropía: “Negación a las acciones entrópicas (con entropía), como medio de reordenamiento del sistema”.

Negentropía: “Proceso que impide la desaparición de un sistema”. En algunas ocasiones la teoría general de sistemas la denomina “homeóstasis”.

Negentropía, se refiere a la energía que el sistema importa del ambiente para mantener su organización y sobrevivir.

Negentropía, utiliza la información como medio o instrumento para mantener un mayor nivel de orden en un sistema abierto.

RELACIONES PROPUESTAS

ENTROPÍA = DESORDEN

ENTROPÍA NEGATIVA O NEGENTROPÍA = ORDEN

Para saber más

<http://grupotortuga.com/La-neguentropia-como>

Actividades

Investigue sobre la aplicación de la Teoría General de Sistemas en las organizaciones y haga un ensayo en donde exprese con sus propias palabras, las características y aplicación práctica de esta teoría.

El ensayo no debe superar las diez (10) páginas tamaño carta, en letra Arial y tamaño de fuente 11. Utilice las normas APA.



Bibliografía

- Arnold Cathalifaud, M. y Osorio, F. (1998). *Introducción a los conceptos básicos de la Teoría General de Sistemas*. Cinta de Moebio: revista electrónica de epistemología de Ciencias Sociales, (3), 1-12. Recuperado de la base de datos Redalyc.
- Bertalanffy, L. (2006). *Teoría General de los Sistemas: Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. Segunda Edición. México: Fondo de Cultura Económica.
- Blanchard, B. (1993). *Administración de Ingeniería de Sistemas*. México. Editorial Grupo Noriega.
- Bravo, J. (1996). *Desarrollo del sistema de información*. 3era edición, Lima. Editorial Evolución S.A.
- Chiavenato, I. (1998). *Introducción a la teoría general de la administración*. Cuarta edición. Bogotá. Editorial Mc Graw-Hill.
- Chiavenato, I. (2006). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. México. Editorial Mc Graw-Hill.
- Boulding, E. (1956). *General systems theory- the skeleton of science, Management Science*. S/I.
- Fernández, L. & Javier, D. (2004). *Sistemas Organizacionales, Teoría y Práctica*. México.
- Foerster, H. von (1991). *Las Semilla de la Cibernética*. Barcelona. Editorial. Gedisa.
- Gerez, V. & Grijalva, M. (1973). *El enfoque de sistemas*. México. Editorial Limusa.
- Germinal, G., Ramirez, S., Torres, C., & Torres, J. (1999). *Perspectivas en la Teoría General de Sistemas*. México: Illustrate.
- Gómez, G. (1997). *Sistemas Administrativos.(Análisis)*. México. EditorialMc. Graw Hill.
- Gros, Begoña (2001). *De la Cibernética clásica a la cibercultura: Herramientas conceptuales desde donde mirar el mundo cambiante*. www.autopoiesis/n2_art_gros.htm
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI). (1994). *Colección cultural informática*. S/ed, PERÚ, Lima.
- Johansen, O. (2005). *Introducción a la Teoría General de Sistemas*. México. Limusa Noriega editores.
- Johansen, O. (2001). *Introducción a la Teoría General de Sistemas*. Bogotá.
- Martínez, L., & Martínez, H. (2001, Sexta reimpresión). *Diccionario de Filosofía*. Bogotá, D.C.: Panamericana Editorial.

- Morín, Edgar (2001); *“Introducción al pensamiento complejo”*. Editorial Gedisa, 4º reimpression. Barcelona, marzo.
- Van Gigh, J. (2000). *Teoría General de Sistemas*. México. Editorial Trillas, 2ª edición.
- Van Gigch, J. (1989). *Teoría General de Sistemas*. Bogotá. Editorial. Trillas.

Infografía

- García Vallespín, Gladis (2005); “Teoría de Sistema”
www.uap.edu.pe/fac/02/trabajos/02119/teoría_de_sistema.htm
- Montoya, Luz Alexandra (2004); “La teoría general de sistema”
www.virtual.unal.edu.co/cursos/economicas/91115/lecciones/nuevavision4.htm
- <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/CDM/article/viewFile/26455/27748>
Consultado: 25 de mayo de 2013
- <http://artsandscience.concordia.ca/edtech/ETEC606/menuglos.html>
- <http://www.cgh.org.co/temas/descargas/elenfoquesistemico.pdf>
- <http://www.daedalus.es/inteligencia-de-negocio/sistemas-complejos/ingenieria-de-sistemas/analisis-de-sistemas/>
- <http://gerencial2009.files.wordpress.com/2009/03/jaime-bravo.pdf>
- http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/silvam01/06.html
- <http://gerencial2009.files.wordpress.com/2009/03/jaime-bravo.pdf>
- http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/silvam01/06.html
- <http://cntic.files.wordpress.com/2008/09/tutorial-de-mapas-conceptuales.pdf>
- http://www.angelfire.com/planet/computacionysociedad/teoria_gral_sistemas_bertanlanffy.pdf “La teoría general de sistemas” M en C Eduardo Bustos Farías
- <http://www.slideshare.net/ZtarFukr/teoria-general-de-sistemas-5049298> presentación con TEORIAS
- <http://www.facso.uchile.cl/publicaciones/moebio/03/frprinci.htm> Introducción a los conceptos básicos de la Teoría General de Sistemas – Facultad de Ciencias Sociales – Universidad de Chile – Cinta de MoebioRevista de Epistemología de Ciencias Sociales

- <http://disi.unal.edu.co/~lctorress/tgs/Tgs004.pdf> Teoría de Sistemas.
- tgspractico.galeon.com/textos/glosario.doc Glosario. Consultado: 20 de julio de 2013
- <http://losensayos.com/homeostasis/#.UfBoZtLryr0>
- <http://adir1234.wordpress.com/trabajos/>
- <http://www.moebio.uchile.cl/03/frprinci.htm>
- <http://soadrules.files.wordpress.com/2011/08/entropia.jpg> MC ENTROPIA
- <http://html.rincondelvago.com/0006585521.png> IMAGEN empresa como SISTEMA
- <http://etimologias.dechile.net> Ver ETIMOLOGÍAS.
- <http://grupotortuga.com/La-neguentropia-como> Conceptos de Negentropía
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Neguentrop%C3%ADa>
- <http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20ADMINISTRATIVAS%20Y%20ECON%20MICAS/CARRERA%20DE%20CONTABILIDAD%20Y%20AUDITOR%20C3%8DA/02/Informatica%20basica/Capitulo%20520003.pdf>
- http://www.aniorte-nic.net/apunt_terap_famil_2.htm
- <http://bdatos.usantotomas.edu.co:2051/lib/bibliotecaustasp/docDetail.action?docID=10146227&p00=morfostasis>
- <http://bdatos.usantotomas.edu.co:2051/lib/bibliotecaustasp/search.action?p00=morfogenesis&fromSearch=fromSearch&search=Buscar+en+ebrary> Morfogenesis
- <http://deinteresgerencial.wordpress.com/> Semántica
- <http://t2.gstatic.com/images?q=tbN:ANd9GcSuH8amN15iGWMDYjNs6iSwD1tB5upNRikgupokUCeWVEPP0FtAgyH8rHv4> RETROALIMENTACIÓN
- <http://supernaturalfca.wordpress.com/terminos-y-esquemas/> Varios
- http://www.sabersinfin.com/index.php?option=com_content&task=view&id=5 holos-holístico

Glosario

Glosario tomado de:

<http://arquitecturaydisennodesistemas.wordpress.com/2012/11/24/glosario-de-tgs/>

Consultado: 26 de marzo de 2013

A continuación, les presento un glosario extraído del artículo escrito por Arnold y Osorio y publicado en la base de datos gratuita Redalyc. Son conceptos que permitirán comprender mejor el lenguaje usado en la Teoría General de Sistemas, llamada también TGS.

La referencia bibliográfica pueden encontrarla al final de esta entrada.

- **Ambiente:** Se refiere al área de sucesos y condiciones que influyen sobre el comportamiento de un sistema, modificando para siempre su identidad como sistema.
- **Atributo:** Características y propiedades estructurales o funcionales que caracterizan las partes o componentes de un sistema.
- **Cibernética:** De acuerdo con Wiener citado por Cathalifaud y Osorio (1998), la palabra viene del griego kibernetes (acción de timonear una goleta). Se trata de un campo interdisciplinario que intenta abarcar el ámbito de los procesos de control y de comunicación tanto en máquinas como en seres vivos.
- **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.
- **Complejidad:** Indica, tanto la cantidad de elementos de un sistema (complejidad cuantitativa), como sus potenciales interacciones (conectividad) y el número de estados posibles que se producen a través de éstos (variedad, variabilidad). La complejidad de los sistemas es proporcional a 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, y ningún elemento interactúa entre sí.
- **Elemento:** Se entiende por elemento de un sistema las partes o componentes que lo constituyen, y pueden ser tanto objetos como procesos.

- **Energía (cantidad de):** 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:** La máxima probabilidad de los sistemas es su progresiva desorganización y, finalmente, su homogeneización con el ambiente. El crecimiento de la entropía está establecido por el segundo principio de la termodinámica. 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).
- **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 cual es la mantención de un estado de equilibrio fluyente.
- **Equilibrio:** Los estados de equilibrios sistémicos pueden ser alcanzados en los sistemas abiertos por diversos caminos, esto se denomina equifinalidad y multifinalidad. La mantención del equilibrio en sistemas abiertos implica necesariamente la importación de recursos provenientes del ambiente. Estos recursos pueden consistir en flujos energéticos, materiales o informativos.
- **Emergencia:** Este concepto se refiere a que la descomposición de sistemas en unidades menores avanza hasta el límite en el que surge un nuevo nivel de emergencia correspondiente a otro sistema cualitativamente diferente.
- **Epistemología de sistemas:** distancia de la Teoría General de Sistemas (TGS) con respecto al positivismo o empirismo lógico.
- **Estructura del sistema:** 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.
- **Estructura Primaria:** relaciones internas de los sistemas. (Véase también Hiperestructura)
- **Frontera:** En términos operacionales “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 citado por Cathalifaud y Osorio, 1998)
- **Función:** Una función es el output de un sistema que está dirigido a la mantención del sistema mayor en el que se encuentra inscrito.
- **Hiperestructura:** Se refiere a las relaciones externas de los sistemas. (Véase también Estructura Primaria)

- **Homeostasis:** Concepto especialmente referido a los organismos vivos en tanto sistemas adaptables. Son los procesos homeostáticos quienes 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.
- **Homeorrosis:** Concepto referido a los sistemas cibernéticos; es el proceso de mantención de formas dinámicas o trayectorias.
- **Información:** La información es la más importante corriente negentrópica de que disponen los sistemas complejos. De acuerdo con Johanssen citado por Cathalifaud y Osorio (1998) la información que entre a los sistemas se complementa con la que ya está, y no se pierde en la salida, más bien permanece y es ampliada.
- **INPUT / OUTPUT (modelo de):** Los conceptos de input y output nos aproximan instrumentalmente al problema de las fronteras y límites en sistemas abiertos. Se dice que los sistemas que operan bajo esta modalidad son procesadores de entradas y elaboradores de salidas.
- **Input (Modelo de):** Se denomina input a la importación de los recursos (energía, materia, información) que se requieren para dar inicio al ciclo de actividades del sistema.
- **Modelo:** Los modelos son constructos diseñados por un observador que persigue identificar y mensurar relaciones sistémicas complejas. El metamodelo sistémico más conocido es el esquema input-output.
- **Morfogénesis:** En términos cibernéticos, los procesos causales mutuos (circularidad) que aumentan la desviación son denominados morfogenéticos. Estos procesos activan y potencian la posibilidad de adaptación de los sistemas a ambientes en cambio.
- **Morfostasis:** Son los procesos de intercambio con el ambiente que tienden a preservar o mantener una forma, una organización o un estado dado de un sistema. Procesos de este tipo son característicos de los sistemas vivos. Desde el punto de vista de la cibernética, la morfostasis nos remite a los procesos causales mutuos que reducen o controlan las desviaciones.
- **Multifinalidad:** Es el proceso inverso a la equifinalidad. Se refiere a las “condiciones iniciales similares pueden llevar a estados finales diferentes”. (Buckley citado por Cathalifau y Osorio, 1998)
- **Neguentropía:** La neguentropía representa a la energía que el sistema importa del ambiente para mantener su organización y sobrevivir. (Johanssen citado por Cathalifaud y Osorio, 1998)
- **Observación (de segundo orden):** Se refiere a la nueva cibernética que incorpora como fundamen-

to el problema de la observación de sistemas de observadores: se pasa de la observación de sistemas a la observación de sistemas de observadores.

- **Organización sistémica:** Se refiere al patrón de relaciones que definen los estados posibles (variabilidad) para un sistema determinado.
- **Output (Modelo de):** Se denomina así a las corrientes de salidas de un sistema. Se clasifican en tres, de acuerdo a su destino: servicios, funciones y retroinputs.
- **Recursividad:** Proceso que hace referencia a la introducción de los resultados de las operaciones de un sistema en él mismo. (Véase Retroalimentación)
- **Relación:** Red estructurada bajo el esquema input/output. Hay de dos tipos: recíprocas (circularidad) o unidireccionales. “Las relaciones entre los elementos de un sistema y su ambiente son de vital importancia para la comprensión del comportamiento de sistemas vivos”. (Cathalifaud y Osorio, 1998)
- **Retroalimentación:** Son los procesos mediante los cuales un sistema abierto recoge información sobre los efectos de sus decisiones internas en el medio, dicha información influirá en la posterior toma de decisiones. La retroalimentación puede ser negativa (cuando prima el control) o positiva (cuando prima la amplificación de las desviaciones). Con la retroalimentación, los sistemas regulan sus comportamientos según sus efectos reales y no a programas de outputs fijos, aunque en los sistemas complejos se combinan ambos tipos de corrientes (circularidad, homeostasis).
- **Retroalimentación negativa:** Término 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:** Cadena cerrada de relaciones causales, que se relaciona con los fenómenos de crecimiento y diferenciación, donde se mantiene un sistema pero se modifican sus metas/fines. Esta cadena puede observarse en los sistemas complejos (humanos, sociales y culturales), los cuales se caracterizan por sus capacidades para elaborar o modificar sus formas con el objeto de conservarse viables.
- **Retroinput:** Salidas del sistema que van dirigidas al mismo sistema, para retroalimentarlos. Por ejemplo, en los sistemas humanos y sociales éstos recaen en los procesos de autorreflexión.
- **Servicio:** Son los outputs de un sistema que servirán de inputs a otros sistemas o subsistemas equivalentes.

- **Sinergia:** Fenómeno surgido por las interacciones entre las partes o componentes de un sistema, o sea, la propiedad común a todo lo que se considera un sistema.
- **Sistemas:** conjuntos de elementos que guardan estrechas relaciones entre sí, que mantienen al sistema directo o indirectamente unido de modo más o menos estable y cuyo comportamiento global persigue, normalmente, algún tipo de objetivo.
- **Sistemas (dinámica de):** Comprende una metodología para la construcción de modelos de sistemas sociales, tales como: sistemas socioeconómicos, sociológicos, psicológicos y ecológicos. Forrester citado por Cathalifaud y Osorio (1998) cita 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.
- **Sistemas Abiertos:** Sistemas que establecen intercambios permanentes con su ambiente, los cuales determinan su equilibrio, capacidad reproductiva o continuidad, es decir, su viabilidad. La capacidad de intercambio es una característica propia de todos los sistemas vivos.
- **Sistemas Cerrados:** Un sistema es cerrado cuando ningún elemento de afuera entra y ninguno sale fuera del sistema. También se aplica a sistemas que se comportan de una manera fija, rítmica o sin variaciones, por ejemplo, los circuitos cerrados.
- **Sistemas Cibernéticos:** Sistemas que poseen 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.
- **Sistemas Triviales:** Son sistemas con comportamientos altamente predecibles. No cambian su comportamiento con la experiencia; siempre responden con un mismo output cuando reciben el input correspondiente.
- **Subsistema:** Son los conjuntos de elementos y relaciones que responden a estructuras y funciones especializadas dentro de un sistema mayor. En general, un subsistema tiene iguales 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).
- **Teoría General de Sistemas (TGS):** De acuerdo con Bertalanffy citado por Cathalifaud y Osorio (1998), es un mecanismo de integración entre las ciencias naturales y sociales y, a la vez, un instrumento básico para la formación y preparación de científicos. La TGS puede subdividirse (y complementarse), quedando dos grandes grupos de estrategias para la investigación en sistemas generales:

a) Las perspectivas de sistemas en donde las distinciones conceptuales se concentran en una relación entre el todo (sistema) y sus partes (elementos) y b) las perspectivas de sistemas en donde las distinciones conceptuales se concentran en los procesos de frontera (sistema/ambiente).

- **Teleología:** 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 ($n!$).
- **Variedad:** Es el número de elementos discretos en un sistema ($v =$ cantidad de elementos).
- **Viabilidad:** Indica una medida de la capacidad de sobrevivencia y adaptación de un sistema a un medio en cambio.

Adicionalmente y por considerarlo de interés, a continuación dos direcciones que dan acceso al glosario de los principales términos de la teoría General de Sistemas.

<http://glosarium.com/list/14/index.xhtml>

<http://www.alegsa.com.ar>

Índice de figuras

	Pag.
• Figura 1 Mapa mental de la Teoría General de Sistemas	08
• Figura 2 Esquema unidades sumario TGS	11
• Figura 3 Mapa Conceptual finalidad de la TGS	15
• Figura 4 Principales Autores y sus teorías	19
• Figura 5 Ejemplo de ESTRUCTURA, ciclo While y ciclo FOR	44
• Figura 6 Adaptabilidad	50
• Figura 7 La Homeóstasis	51
• Figura 8 Meseta Homeoquinética	52
• Figura 9 Equifinalidad	54
• Figura 10 Sinergia	56
• Figura 11 Ciclo de Retroalimentación	57
• Figura 12 Mapa conceptual Retroalimentación	58
• Figura 13 Recursividad	60
• Figura 14 Caja Negra	61
• Figura 15 Cibernética	52

• Figura 16 Teleología	63
• Figura 17 Holos, Holístico	64
• Figura 18 Isomorfismo	65
• Figura 19 Homorfismo	66
• Figura 20 Entropía	75
• Figura 21 Negentropía – Neguentropía	77

Índice de gráficos

	Pag.
• Gráfico 1 Niveles de Jerarquía de los sistemas	28
• Gráfico 2 Modelo genérico de sistema abierto	37
• Gráfico 3 Imagen representativa de Sinergia	56

Índice de cuadros

	Pag.
• Cuadro 1 Descripción de los Niveles de Jerarquía	28

Videos

	Pag.
• La teoría General de Sistemas	14
• Videos acerca del cambio de paradigma	24
• Cibernética	45



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

VICERECTORÍA UNIVERSITARIA ABIERTA Y A DISTANCIA

VUAD

