

TEORIA GENERAL DE SISTEMAS

Al estudiar la teoría de sistemas se debe comenzar por las premisas o los supuestos subyacentes en la teoría general de los sistemas. Boulding (1964) intentó una síntesis de los supuestos subyacentes en la teoría general de los sistemas y señala cinco premisas básicas.

1. Existe una lógica en los sistemas, el orden, la regularidad y la carencia de azar son preferibles a la carencia de orden o a la irregularidad (caos) y a la existencia de un estado aleatorio.
2. El carácter ordenado del mundo empírico hace que el mundo sea bueno, interesante y atrayente para el teórico de los sistemas.
3. Hay orden en el ordenamiento del mundo exterior o empírico (orden en segundo grado): una ley de leyes.
4. Para establecer el orden, la cuantificación y la matematización son auxiliares altamente valiosos.
5. La búsqueda de la ley y el orden implica necesariamente la búsqueda de los referentes empíricos de este orden y de esta ley.

El teórico general de sistemas no es tan sólo un investigador del orden en el orden y de las leyes de leyes; busca las materializaciones concretas y particularistas del orden abstracto y de la ley formal que descubre.

La búsqueda de referentes empíricos para abstraer un orden y leyes formales puede partir de uno u otro de los dos puntos iniciales, el origen teórico y el empírico. El teórico de sistemas puede comenzar con alguna relación matemática elegante y luego indagar a su alrededor el mundo empírico para ver si puede encontrar algo que encaje en esa relación, o puede comenzar con algún orden empírico cuidadosa y pacientemente elaborado en el mundo de la experiencia y luego registrar el mundo abstracto de la matemática hasta encontrar alguna relación que lo ayude a simplificar ese orden o a relacionarlo con otras leyes con los cuales está familiarizado.

En consecuencia, la teoría general de los sistemas, al igual que todas las ciencias verdaderas, se basa en una búsqueda sistemática de la ley y el orden en el universo; pero a diferencia de las otras ciencias, tiende a ampliar su búsqueda, convirtiéndola en una búsqueda de un orden de órdenes, de una ley de leyes. Este es el motivo por el cual se le ha denominado la teoría general de sistemas.

Características

- Interrelación e interdependencia de objetos, atributos, acontecimientos y otros aspectos similares. Toda teoría de los sistemas debe tener en cuenta los elementos del sistema, la interrelación existente entre los mismos y la interdependencia de los componentes del sistema. Los elementos no relacionados e independientes no pueden constituir nunca un sistema.
- Totalidad. El enfoque de los sistemas no es un enfoque analítico, en el cual el todo se descompone en sus partes constituyentes para luego estudiar en forma aislada cada uno de los elementos descompuestos: se trata más bien de un tipo gestáltico de enfoque, que trata de encarar el todo con todas sus partes interrelacionadas e interdependientes en interacción.
- Búsqueda de objetivos. Todos los sistemas incluyen componentes que interactúan, y la interacción hace que se alcance alguna meta, un estado final o una posición de equilibrio.
- Insumos y productos. Todos los sistemas dependen de algunos insumos para generar las actividades que finalmente originaran el logro de una meta. Todos los sistemas originan algunos productos que otros sistemas necesitan.
- Transformación. Todos los sistemas son transformadores de entradas en salidas. Entre las entradas se pueden incluir informaciones, actividades, una fuente de energía, conferencias, lecturas, materias primas, etc. Lo que recibe el sistema es modificado por éste de tal modo que la forma de la salida difiere de la forma de entrada.
- Entropía. La entropía está relacionada con la tendencia natural de los objetos a caer en un estado de desorden. Todos los sistemas no vivos tienden hacia el desorden; si los deja aislados, perderán con el tiempo todo movimiento y degenerarán, convirtiéndose en una masa inerte.
- Regulación. Si los sistemas son conjuntos de componentes interrelacionados e interdependientes en interacción, los componentes interactuantes deben ser regulados (manejados) de alguna manera para que los objetivos (las metas) del sistema finalmente se realicen.
- Jerarquía. Generalmente todos los sistemas son complejos, integrados por subsistemas más pequeños. El término "jerarquía" implica la introducción de sistemas en otros sistemas.
- Diferenciación. En los sistemas complejos las unidades especializadas desempeñan funciones especializadas. Esta diferenciación de las funciones por componentes es una característica de todos los sistemas y permite al sistema focal adaptarse a su ambiente.

- Equifinalidad. Esta característica de los sistemas abiertos afirma que los resultados finales se pueden lograr con diferentes condiciones iniciales y de maneras diferentes. Contrasta con la relación de causa y efecto del sistema cerrado, que indica que sólo existe un camino óptimo para lograr un objetivo dado. Para las organizaciones complejas implica la existencia de una diversidad de entradas que se pueden utilizar y la posibilidad de transformar las mismas de diversas maneras.

Dadas estas características se puede imaginar con facilidad una empresa, un hospital, una universidad, como un sistema, y aplicar los principios mencionados a esa entidad. Por ejemplo, las organizaciones, como es evidente, tienen muchos componentes que interactúan: producción, comercialización, contabilidad, investigación y desarrollo, todos los cuales dependen unos de otros. Al tratar de comprender la organización se le debe encarar en su complejidad total, en lugar de considerarla simplemente a través de un componente o un área funcional. El estudio de un sistema de producción no produciría un análisis satisfactorio si se dejara de lado el sistema de comercialización.

Aplicación Práctica de la TGS

A partir de la Teoría General de Sistemas, han aparecido varias tendencias que buscan su aplicación práctica a través de las ciencias aplicadas. Entre otras se pueden señalar:

- La Cibernética: Basada en el principio de la retroalimentación o causalidad circular y la homeóstasis; explica los mecanismos de comunicación y control en las máquinas y los seres vivos que ayudan a comprender los comportamientos generados por estos sistemas que se caracterizan por sus propósitos, motivados por la búsqueda de algún objetivo, con capacidades de auto – organización y de auto – control. La cibernética proporciona mecanismos para la persecución de metas y el comportamiento auto controlado.
- La Teoría General de Sistemas y la Cibernética esencialmente estudian el mismo problema y están íntimamente ligadas, pero la distinción que podemos hacer notar es que la primera está enfocada más en la estructura y los modelos de los sistemas, mientras que la segunda está enfocada al control de las acciones de los sistemas, a como se comunican con otros sistemas o con sus propios elementos.
- La Teoría de la Información: Esta introduce el concepto de información como magnitud medible mediante una expresión isomorfa de la entropía negativa en física, y desarrolla los principios de su transmisión. Los matemáticos que han desarrollado esta teoría han concluido que la fórmula de la información es exactamente igual a la fórmula de la entropía, pero con signo contrario:

$$\text{INFORMACIÓN} = - \text{ENTROPÍA} \text{ o } \text{INFORMACIÓN} = \text{NEGUENTROPIA}$$

Mientras más complejos son los sistemas en cuanto a su número de estado y de relaciones, mayor es la energía que dichos sistemas desistan tanto a la obtención

de la información como a su procesamiento, decisión, almacenaje y/o comunicación.

- La Teoría de los Juegos: Analiza, con un poderoso armazón matemático, la competencia racional entre dos o más antagonistas en pos de ganancia máxima y pérdida mínima. Por medio de esta técnica se puede estudiar el comportamiento de partes en conflicto, sean ellas individuos, logotipos o naciones. Evidentemente, aún los supuestos sobre los cuales descansa esta teoría son bastante restrictivos (suponen conducta racional entre los competidores), sin embargo, su avance, es decir, la eliminación, o al menos, la extensión no solo en este campo, sino en campos afines, como lo son la conducta o la dinámica de grupo y, en general, la o las teorías que tratan de explicar y resolver o predecir los conflictos.
- La Teoría de la Decisión: Analiza, parecidamente elecciones racionales, dentro de organizaciones humanas, basadas en el examen de una situación dada y sus consecuencias. En general, en este campo se han seguido dos líneas diferentes de análisis; una es la teoría de Decisión propiamente dicha, que busca analizar en forma parecida a la teoría de los Juegos, la selección racional de alternativas dentro de las organizaciones sociales; la otra línea de análisis, es el estudio de la conducta que sigue el sistema social en su totalidad y en cada una de sus partes, al afrontar el proceso de decisiones. Esto ha conducido a una teoría conductista de la empresa a diferencia de la teoría económica, muy en boga entre los economistas que han desarrollado la teoría de la competencia perfecta y/o imperfecta.
- La Topología o Matemática Racional: Incluye campos no métricos tales como las teorías de las redes y de las gráficas. La Topología ha sido reconocida como un área particular de las matemáticas en los últimos 50 años, y su principal crecimiento se ha originado dentro de los últimos 30 años. Es una de las nuevas ramas de las matemáticas que ha demostrado mas poder y ha producido fuertes repercusiones en la mayoría de las antiguas ramas de esta ciencia y ha tenido también efecto importante en las otras ciencias, incluso en las ciencias sociales. Partió como una respuesta a la necesidad del análisis clásico del cálculo y de las ecuaciones diferenciales. Su aplicación al estudio de las interacciones entre las partes de los sistemas (sociales o de otro tipo) es evidente, por ejemplo la teoría de los gráficos como un método para comprender la conducta administrativa. Esta es una gran ayuda para ilustrar las conexiones entre las partes de un sistema.
- El Análisis Factorial: Es el aislamiento por análisis matemático de factores en fenómenos multivariantes, en psicología y otros campos. En esta ciencia, este planteamiento trata de determinar las principales dimensiones de los grupos (por ejemplo, en el estudio de la dinámica de grupo), mediante la identificación de sus elementos claves. Esto significa que se puede medir en un gran grupo de cantidad de atributos y determinar un número bastante más limitado de

dimensiones independientes, por medio de las cuales pueda ser más económico y funcionalmente definido medir cualquier grupo particular de una población grupal mayor.

- La Ingeniería de Sistemas: Comprende la concepción, el planteamiento la evaluación y la construcción científica de sistemas hombre – máquina. El interés teórico de este campo se encuentra en el hecho de que aquellas entidades cuyos componentes son heterogéneos (hombres, máquinas, materiales, dinero, edificios y otros objetos, flujos de materias primas, flujo de producción, etc.) pueden ser analizados como sistemas o se les puede aplicar el análisis de sistemas.
- La Investigación de Operaciones: Se refiere al control científico de los sistemas existentes de hombres, máquinas. Materiales, dinero, etc. La investigación de operaciones se define como el ataque de la ciencia moderna a los complejos problemas que surgen de la dirección y la administración de los grandes Sistemas compuestos por hombres, máquinas, materiales y dinero en la industria, el comercio, el gobierno y la defensa. Su enfoque distintivo es el desarrollo de un modelo científico del sistema incorporando factores tales como el azar y el riesgo, con los cuales predecir y comparar los resultados de las diferentes decisiones, estrategias o controles alternativos. El propósito es ayudar a la administración a determinar su política y sus acciones de una manera científica.
- Ingeniería Humana: Es la Adaptación científica de sistemas y especialmente máquinas, con objeto de mantener máxima eficiencia con un mínimo costos en dinero y otros gastos. Se ocupa de las capacidades, limitaciones fisiológicas y variabilidad de los seres humanos.

La TGS y la Ingeniería de Sistemas

Ingeniería de sistemas

Es un modo de enfoque interdisciplinario que permite estudiar y comprender la realidad, con el propósito de implementar u optimizar sistemas complejos. Puede verse como la aplicación tecnológica de la teoría de sistemas a los esfuerzos de la ingeniería, adoptando en todo este trabajo el paradigma sistémico. La ingeniería de sistemas integra otras disciplinas y grupos de especialidad en un esfuerzo de equipo, formando un proceso de desarrollo estructurado. Las funciones principales de la Ingeniería de Sistemas son los siguientes planeación, diseño, evaluación y construcción científica de sistema hombre – máquina.

Una de las principales diferencias de la ingeniería de sistemas respecto a otras disciplinas de ingeniería tradicionales, consiste en que la ingeniería de sistemas no construye productos tangibles. Mientras que los ingenieros civiles podrían diseñar edificios o puentes, los ingenieros electrónicos podrían diseñar circuitos, los ingenieros de sistemas tratan con sistemas abstractos con ayuda de las metodologías de la ciencia de sistemas,

y confían además en otras disciplinas para diseñar y entregar los productos tangibles que son la realización de esos sistemas.

ENFOQUE REDUCCIONISTA

Este enfoque estudia un fenómeno complejo a través del análisis de sus elementos o partes componentes. En este enfoque se trata de explicar que las ciencias o sistemas para su mejor entendimiento divididos a un grado tan elemental, separados de tal modo que facilitaran su estudio a un nivel tan especializado.

Como ejemplo podemos citar la biología, divididos por ejemplo en citobiología, microbiología o la virología, que son ciencias más especializadas de la biología.

Este enfoque busca desmenuzar tanto como se pueda, lo que se esté estudiando. El enfoque reduccionista busca estudiar un fenómeno complejo, reduciéndolo al estudio de sus unidades constitutivas de modo que podamos explicar el fenómeno complejo a través del estudio individual de uno de sus constituyentes.

El enfoque antagónico a este es de la generalización o totalitario, que busca entender al sistema o fenómeno complejo como un todo único.

En muchos casos este enfoque es rechazado porque al extraer, al menos de manera parcial, un objeto o situación particular del contexto que lo comprende y con el que interactúa puede que no se logre comprender la situación en su totalidad.

Este enfoque ha permitido el crecimiento de muchas ciencias y que ha permitido el estudio de un fenómeno complejo a través del análisis de sus elementos o partes componentes.

Pero existen fenómenos que solo pueden ser explicados tomando en cuenta el todo que los comprende y del que forman parte a través de su interacción.

El enfoque de sistemas pretende integrar las partes hasta alcanzar una totalidad lógica o de una independencia o autonomía relativa con respecto a la totalidad mayor de la cual también forma parte. No solo es necesario definir la totalidad sino también sus partes constituyentes y las interacciones de estas.

ENFOQUE DE SISTEMAS

El Enfoque de Sistemas, es una forma ordenada de evaluar una necesidad humana de índole compleja y consiste en observar la situación desde todos los ángulos y determinar:

- Los elementos distinguidos en el problema.

- La relación de causa y efecto que existe entre ellos.
- Las funciones específicas que cumplen en cada caso.
- Los intercambios que se requerirán entre los recursos una vez que se definan.

El enfoque de sistemas concibe la organización como un sistema unido y dirigido de partes interrelacionadas que tienen un propósito y está compuesto por partes que se interaccionan. Plantea que la actividad de un segmento de la organización afecta en diferentes grados la actividad de todos sus segmentos.

Uno de sus supuestos básicos del enfoque de sistemas es que las organizaciones no son autosuficientes, intercambian recursos con el ambiente externo definido, éste como todos los elementos extraños a la organización que son relevantes para sus operaciones. Considera que la organización institucional, es un sistema que se conforma por subsistemas donde se sigue un proceso de transformación hasta obtener un resultado, el cual debe estar en constante retroalimentación; todo ello a través de la interacción de las partes que se consideran como subsistemas, donde cada departamento o servicio coopera e interactúa con funciones y actividades específicas que conllevan al logro de un objetivo general dentro de la institución.

Destaca la esencia dinámica y las interrelaciones de las organizaciones y el quehacer administrativo, ofreciendo un marco que permita planificar las acciones y en la mayoría de los casos adelantarnos a las consecuencias inmediatas, mediatas o inesperadas cuando se presentan.

Con el enfoque de sistemas los directores de las instituciones pueden conservar con más facilidad el equilibrio entre las necesidades de los distintos servicios que conforman la organización y los requerimientos de esta en su conjunto. La comunicación no sólo es entre empleados y departamentos, sino también y con frecuencia, con representantes de otras organizaciones.

Características

- Interdisciplinario: El enfoque al problema y su solución, no está limitado a una sola disciplina, sino que todas las pertinentes intervienen en la búsqueda de una solución.
- Cualitativo y Cuantitativo a la vez: Se sirve de un enfoque adaptable, ya que el diseñador no aplica exclusivamente determinados instrumentos. La solución conseguida mediante los sistemas puede ser descrita en términos enteramente cualitativos, enteramente cuantitativos o con una combinación de ambos.
- Organizado: El Enfoque de Sistemas es un medio para resolver problemas amorfos y extensos, cuyas soluciones incluyen la aplicación de grandes cantidades de recursos en una forma ordenada. El enfoque organizado, requiere que los integrantes del equipo de sistemas lo entiendan, pese a sus diversas

especializaciones. La base de su comunicación es el lenguaje del diseño de sistemas.

- Creativo: A pesar de los procedimientos generalizados ideados para el diseño de sistemas, el enfoque debe ser creativo, concentrándose en primer lugar en las metas propuestas y después en los métodos o la manera como se lograrán las mismas.
- Teórico: Se basa en las estructuras teóricas de la ciencia, a partir de las cuales se construyen soluciones prácticas a los problemas: esta estructura, viene complementada por los datos de dicho problema.
- Empírico: La búsqueda de datos experimentales es parte esencial en el enfoque, para así identificar los datos relevantes de los irrelevantes y los verdaderos de los falsos.
- Pragmático: El Enfoque de Sistemas, genera un resultado orientado hacia la acción.

Metodología General del Enfoque de Sistemas

El Enfoque de Sistemas se desarrolla conforme al siguiente proceso:

Primero: Análisis del entorno o ambiente (utilizando la evaluación de necesidades y el análisis de discrepancias entre el deber ser y es para visualizar los vacíos o problemas).

Segundo: Establecimiento de los alcances y objetivos del sistema.

Tercero: Definición de recursos y medios para el logro de los objetivos

Cuarto: Modelación del sistema, estructuración organizacional.

Quinto: Implantación del modelo.

Sexto: Evaluación de resultados para la retroalimentación.

El Enfoque de Sistemas, está centrado en los objetivos finales; por ello, es importante definir primariamente los objetivos del sistema y examinarlos. Una vez definidos los objetivos, se obtiene el mayor número de posibles datos económicamente; los mismos, representarán las entradas, las salidas, criterios, restricciones y estructura del sistema. Posteriormente, el sistema se delinea a partir de los elementos y las relaciones principales. Se crean y examinan las alternativas y las modificaciones; se incluyen analogías tomadas de diversas disciplinas.

El análisis comienza cuando el diseñador trata de refinar el sistema al mejorar los componentes y los subsistemas. En esta etapa las restricciones y los criterios, deben ser evaluados.