

Capítulo 2

ENFOQUE DE SISTEMAS

2.1 Objetivo

Identificar soluciones de ayer que hoy constituyen problemas en el sector, evaluando su variación en el tiempo. Seleccionar aquel que tiene mayor trascendencia y elaborar su análisis aplicando el Pensamiento Sistémico y las técnicas de modelado. Elaborar la caja negra, lista de atributos, síntesis de funciones, caja blanca y matriz morfológica, aplicando el pensamiento sistémico y sus herramientas.

2.2 Introducción

La tarea principal de todo profesional es la solución de los problemas que la sociedad demanda. Estos problemas lo percibimos como anomalías en el funcionamiento de los sistemas, por lo tanto son resultado de la interacción de dos o más elementos del sistema. Para resolver un problema, es necesario identificarlo y definirlo, luego lanzar una posible solución sobre la base de un marco teórico y finalmente resolverlo; pensando en sistemas en todo el proceso.

Por ejemplo, los problemas globales que dañan la biosfera y la vida humana no pueden ser comprendidos de manera aislada o reducida. Son problemas complejos donde el todo depende de las partes y éstas están interconectadas. La reducción de los recursos naturales y el deterioro ambiental que están relacionados con el crecimiento demográfico, la voracidad de las empresas transnacionales y la agudización de la pobreza.

La solución a estos problemas, según Capra (1971), puede ser muy sencilla, “pero requieren de un cambio radical en nuestra percepción, en nuestro pensamiento, en nuestros valores”. Es decir un cambio de paradigmas tan radical como fue el paso de la teoría geocéntrica a la heliocéntrica.

La sociedad se ha dedicado a extraer los recursos naturales para satisfacer sus necesidades, sin importar las necesidades de las generaciones futuras. Se producen desperdicios por dondequiera sin tener en cuenta el desequilibrio ambiental que ocasiona. Se generan emisiones nocivas que agudizan el calentamiento global. Estas acciones parecen normales, porque no creemos que influyan en la sostenibilidad del planeta. Nuestra percepción está dominada por modelos mentales adquiridos desde hace muchos años centrados en el

hombre, y es difícil creer que nuestras “pequeñas” acciones diarias puedan influir en la biosfera.

Los sistemas no existen en la realidad, somos nosotros quienes percibimos la realidad como sistema, mediante nuestro pensamiento sistémico. Según Herrscher (2003, p 41) “La condición de sistema no es una cualidad intrínseca de la cosa, sino una actitud o apreciación de cada uno.”

La ingeniería de sistemas nos brinda las herramientas necesarias para definir los sistemas y desarrollarlos. En todo sistema humano podemos identificar tres componentes: sistema de gestión, sistema productivo y sistema de soporte (figura 2.1).

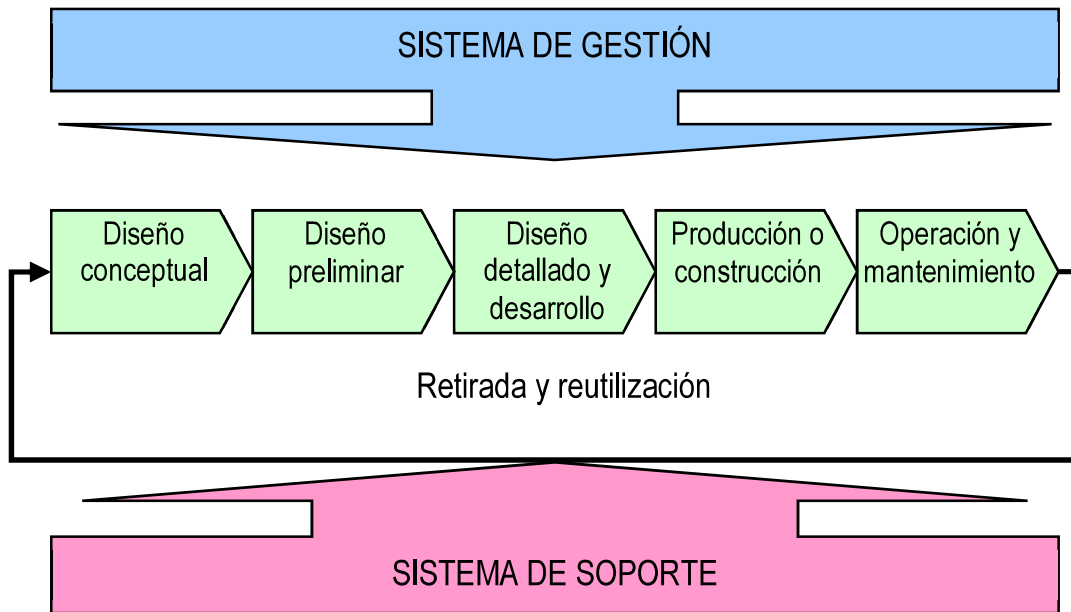


Figura 2.1: Componentes de un sistema

Cualquier sistema, sean estos sociales o tecnológicos, requieren diseñarse y producirse para generar productos o servicios a las personas y organizaciones. Una vez completada su vida útil, estos se retiran, pero debe preverse su reutilización para generar el menor desperdicio posible.

Estos sistemas, requieren de un sistema de gestión y organización que defina sus objetivos e instrumentos de control. Todos los sistemas tienen un ciclo de vida, el cual debe maximizarse, para elevar la productividad de los recursos utilizados en ella.

Un sistema, por naturaleza es dinámico, está en cambio permanente. Para controlar ese cambio y mantener la armonía entre la sociedad y la naturaleza debemos diseñarlo, luego construirlo y cuando

esté funcionando, darle mantenimiento con el fin de reducir o eliminar sus desperdicios.

El proceso de construcción y funcionamiento de los sistemas requieren de personas, máquinas, equipos y otros recursos. Los sistemas deben elevar permanentemente la productividad de los recursos que se utilizan mediante la creatividad y trabajo competente de las personas.

Los problemas de un sistema son complejos y requieren de la participación multidisciplinaria o del dominio de muchas disciplinas. Al identificar un problema, para que su solución sea consistente, debemos percibirlo como un sistema, y pensar en sistemas durante el proceso de solución.

2.3 Enfoque reduccionista

Habitualmente los científicos han estudiado los problemas mediante un enfoque reduccionista, que consiste en dividir el objeto de estudio en sus componentes más simples y observar el comportamiento de las partes para inferir el comportamiento del todo.

Este enfoque tiene sus raíces en la filosofía de los atomistas griegos, quienes veían la materia constituida por átomos, que son puramente pasivos y se hallan intrínsecamente muertos.

Según el atomismo, el Universo - entendido como el conjunto de fenómenos sensibles – es el resultado de la composición accidental de las propiedades de los átomos de que está formada la materia.

La división del objeto de estudio permitió que los científicos trataran la materia como algo muerto y totalmente separado de ellos y vieran el mundo material como una multitud de objetos diferentes reunidos para formar una máquina. Tal visión mecanicista del mundo fue la que sirvió a Newton como base para la construcción de su mecánica, y de ella hizo el fundamento de la física clásica.

La tesis básica del atomismo es que entre los componentes atómicos de un todo no hay relaciones de interdependencia; sólo de conjunción, unión o disyunción. Cualquier expresión de interrelación entre estas partes del todo, será de carácter metafísico y por lo tanto inadmisible e ilógico.

El método científico, basado en el reduccionismo, la repetitividad y la refutación, fracasa ante fenómenos muy complejos por varios motivos: El número de variables participantes es mayor del que el científico puede controlar, por lo que no es posible realizar verdaderos experimentos. La posibilidad de que factores desconocidos influyan en

las observaciones es mucho mayor. Como consecuencia, los modelos cuantitativos son muy frágiles.

Entonces, éste método de análisis de los datos de la realidad no es recomendable utilizar en contextos complejos. El reduccionismo consiste en fragmentar la realidad estudiada en tantas partes como sea posible, analizar luego cada elemento para finalmente, recomponiéndolos mediante simples operaciones de unión, disyunción, implicación, etc., llegar a la comprensión del todo. No hay que proponerse la búsqueda de asociaciones o interrelaciones entre las partes porque – según este enfoque – ello conduciría a elaboraciones “metafísicas”, fantasiosas o imaginarias. Hay que limitarse a encontrar, enumerar, y ver cómo se distribuyen las partes del objeto de estudio.

Gran parte del progreso que se ha obtenido en cada uno de los campos de las ciencias se debe a el enfoque reduccionista, pero, existen fenómenos cuyos problemas solo pueden explicarse y resolverse teniendo en cuenta todo sus componentes, la interacción entre éstos, su complejidad y su entorno.

Las soluciones o arreglos rápidos han generado consecuencias negativas no intencionadas empeorando el problema original. Si tengo un problema, lo que hago es ubicar el síntoma del problema, elimino el síntoma, aparece otro síntoma, también lo elimino. Algún tiempo después tengo una consecuencia no intencionada que empeora el problema.

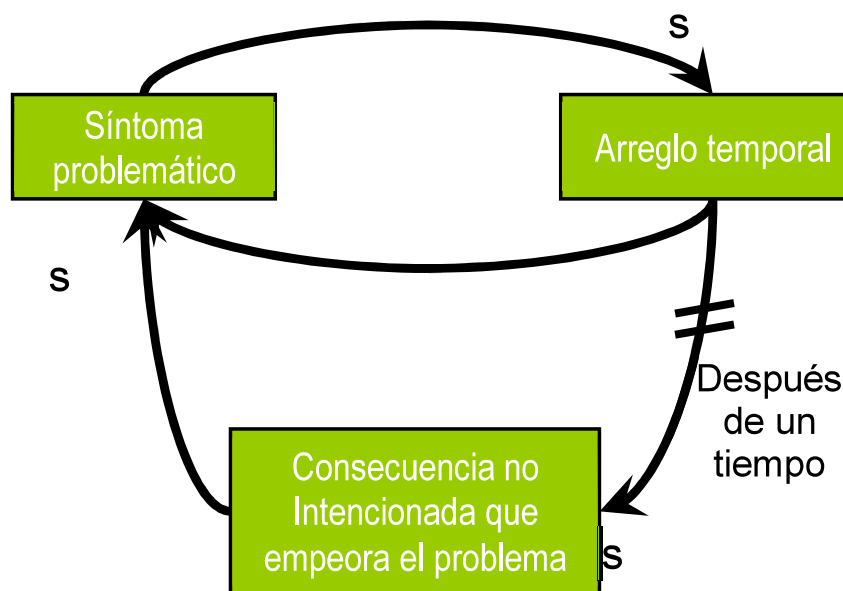


Figura 2.2: Consecuencia de arreglos rápidos

Un ejemplo que grafica este paradigma es la máquina de pollos a la brasa. Alfredo inició el negocio de los pollos a la brasa, para lo cual se compró una máquina para producirlos. Luego de un tiempo el motor de $\frac{1}{4}$ de HP se quemó, acude al electricista para resolverlo y éste le recomienda un motor de $\frac{1}{2}$ HP para que no se queme en el futuro. Luego de un tiempo se rompe el eje que ingresa al reductor de velocidad, acude al mecánico y este le propone aumentar el diámetro para que no se falle en el futuro. Un tiempo después nuevamente se quema el motor, y el electricista le recomienda un motor de un HP que por su puesto ocasionaría la rotura del eje. Cuando tenía un motor de 2 HP y el triple de diámetro en el eje, visita a un competidor y puede observar que su máquina funciona muy bien con un motor y eje igual a la que Alfredo tenía originalmente. La consecuencia era que su máquina consumía mucha energía y le estaba ocasionando gastos de recambio permanentemente.

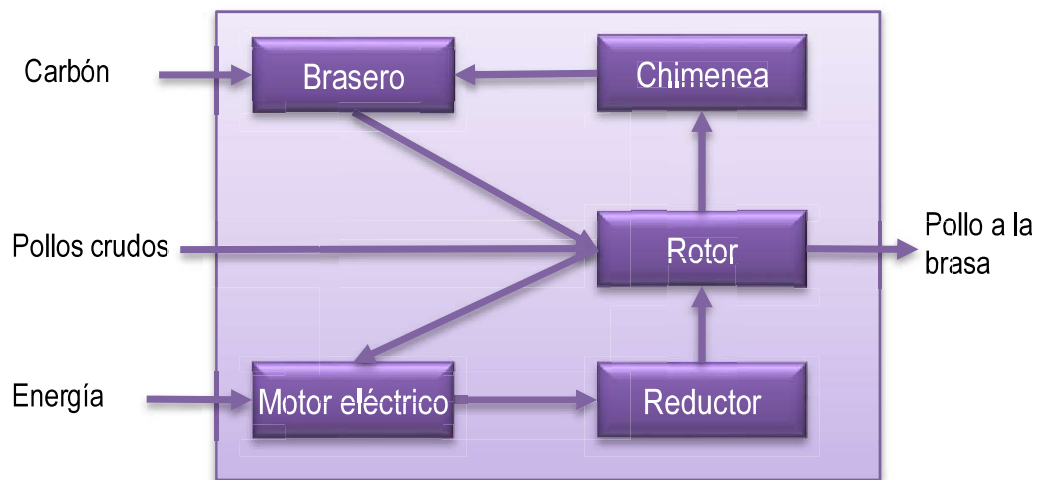


Figura 2.3: Máquina de pollos a la brasa

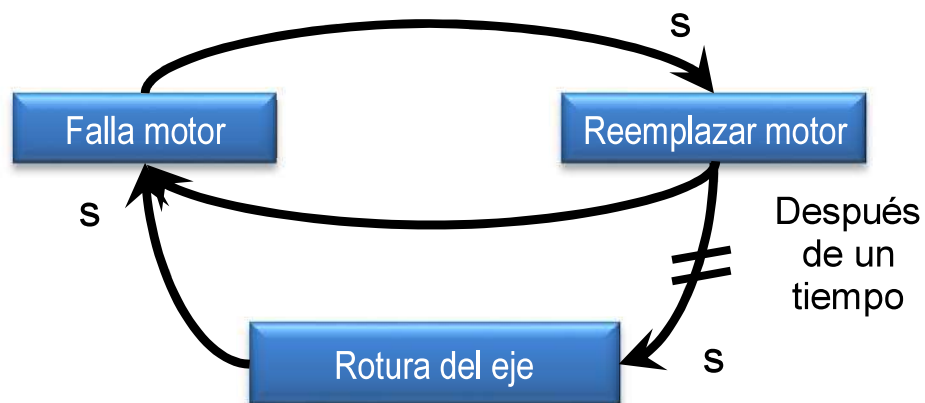


Figura 2.4: Consecuencia de arreglos rápidos de la máquina de pollos a la brasa

En el ejemplo, se produce arreglo rápido como la sustitución del motor eléctrico por otro de más potencia, lo que origina una consecuencia no intencionada de rotura del eje, luego se produce otro arreglo rápido de cambiar el eje por otro de más diámetro, lo que ocasiona la falla del motor.

A través del tiempo, los arreglos rápidos elevan la intensidad del problema, como vimos en el ejemplo. Cada arreglo rápido genera una mejora en el corto plazo, pero incrementa cada vez la intensidad del problema como se observa en la figura 2.5.

Los problemas actuales se hacen cada vez más complejos, exigen considerar un mayor número de componentes para resolverlos. Pero esto no es suficiente, resolver los problemas requiere de un cambio de paradigmas. Requiere pensar en sistemas y en forma no lineal.

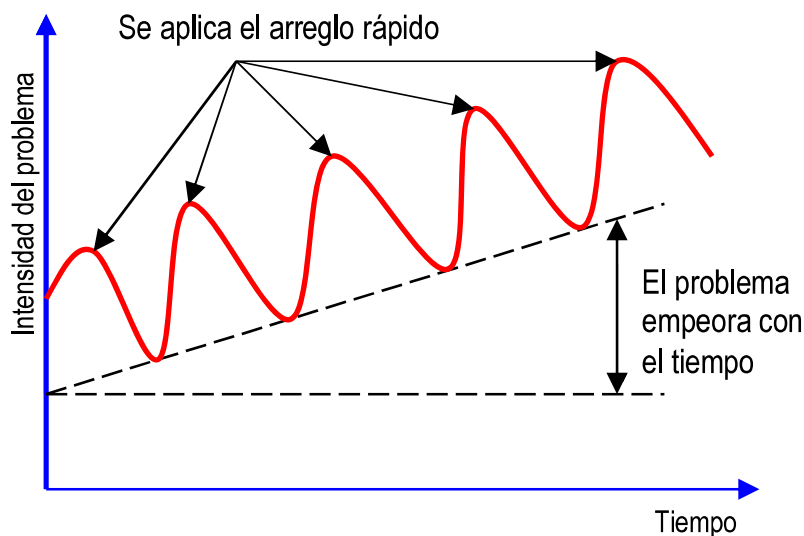


Figura 2.5: Problema a través del tiempo

La solución a estos problemas puede ser muy sencilla, “pero requieren de un cambio radical en nuestra percepción, en nuestro pensamiento, en nuestros valores” Capra (1971)

Los problemas globales que dañan la biosfera y la vida humana no pueden ser comprendidos de manera aislada o reducida. Son problemas complejos donde el todo depende de las partes y éstas están interconectadas. Para resolverlos necesitamos de un nuevo paradigma, con nuevos pensamientos y valores que guíen nuestro comportamiento (Tabla 2.1).

Tabla 2.1: Viejo y nuevo paradigma en la ecología

Paradigma	Ecología	Pensamiento	Valores
Viejo paradigma	Ecología superficial	Asertivo Racional Analítico Reduccionista Lineal	Antropocéntricos Asertivo Expansión Competición Dominación Cantidad
Nuevo paradigma	Ecología profunda	Sistémico Integrativo Intuitivo Sintético Holístico No lineal	Ecocéntricos Integrativos Conservación Cooperación Asociación calidad

Luego, el enfoque reduccionista tiene una gran influencia en la ecología, generando una ecología superficial guiada por un pensamiento lineal, analítico, racional y asertivo que considera al hombre como el centro del desarrollo. Este pensamiento debe modificarse, implementando una ecología profunda aplicando el pensamiento sistémico, integrativo, intuitivo, sintético, holístico y creativo.

2.4 Enfoque sistémico

El enfoque de sistemas afronta el problema en su complejidad a través de una forma de pensamiento basada en la totalidad, en el estudio de la relación entre las partes y de las propiedades emergentes resultantes.

Para Hegel la forma de evidenciar el comportamiento propio del pensamiento es cuando la misma se hace dialéctica, se parte del todo comenzando a estructurar la realidad con una afirmación (la tesis), que debe ser contradicha (antítesis), para posteriormente realizar la conciliación entre los opuestos a lo cual denomina síntesis (sin-del griego-composición).

Estos serían los tres momentos fundamentales, enlazados entre si con tal grado de compromiso, que la síntesis de un proceso será la tesis del siguiente, lo cual impide la dispersión al infinito para alcanzar la síntesis superadora. Define a tesis como una "afirmación cualquiera" y sostiene que todos los conceptos llevan dentro de sí un conflicto, es

este el que le dará "movimiento" al cual denomina antítesis. Como negación de la afirmación será la encargada de dinamizar la realidad.

Por fin y principio aparece la síntesis, a la que considera como un movimiento de conciliación cuya función será la superación del conflicto que se puede ver como la negación de una negación anterior, pero de la cual conservará lo positivo de los dos momentos anteriores. Es en ese punto donde radica el germen de la perpetua creación.

La aparición del enfoque de sistemas tiene su origen en la incapacidad del método científico para tratar problemas complejos. No se puede llegar a la síntesis sin integrar la dinámica de la interacción de los elementos de un sistema. Así, el enfoque de sistemas aparece para abordar el problema de la complejidad a través de una forma de pensamiento basada en la totalidad y sus propiedades que complementa el reduccionismo del método científico.

Fueron los biólogos quienes identificaron la necesidad de pensar en términos de totalidades. El estudio de los seres vivos requería considerarlos como una jerarquía organizada en niveles, cada uno más complejo que el anterior. En cada uno de estos niveles aparecen propiedades emergentes que no se pueden explicar a partir de los componentes del nivel inferior, sino porque se derivan de la interacción de los componentes.

Luego, este método de pensar en totalidades y la emergencia de caracteres de la interacción de componentes de esa totalidad es recomendable utilizar en contextos complejos e innovadores. El enfoque sistémico consiste en estudiar la realidad en su totalidad, la interacción de sus componentes y las propiedades emergentes resultantes sin perder de vista su complejidad.

La realidad es un sistema formado por sub sistemas.

Los elementos de un sistema son también denominados sub sistemas, estos están relacionados, como producto de esta relación se generan caracteres emergentes. Cuando se modifica los elementos o las relaciones entre los elementos de un sistema, la identidad del mismo cambia.

Según el filósofo Fuller, un objeto tiene sinergia cuando el escrutinio de sus partes en forma aislada, no puede explicar el comportamiento del todo.

Veamos el siguiente ejemplo:



Figura 2.6: Racimo de uvas

En las figura 2.6 y 2.7 tenemos un conjunto de 12 uvas; al describir ambas figuras, la descripción debería ser igual. Pero, si pedimos a alguien que describa la figura 2.4, nos dirá que es un racimo de 12 uvas, pero, esa misma persona, al describir la figura 2.7, nos dirá que es un conjunto de uvas dispuestas en forma de cruz.

La figura 2.7 tiene características diferentes, ya que las uvas poseen una organización y una configuración que implica ubicación y relación entre las partes, lo que indica que en este caso no se da que el todo sea igual a la suma de sus partes. Además de ser un conjunto de 12 uvas, también es una cruz.

Si le quitamos una uva a la figura 2.7, la descripción cualitativa de la misma no varía. Seguiría siendo un racimo de 11 uvas.



Figura 2.7: Uvas en forma de cruz

Pero, si le quitamos una uva a la figura 2.5, la descripción cualitativa de la misma varía. La figura ya no es una cruz, como podemos ver en la figura 2.6.



Figura 2.8: Si le quitamos una uva ya no forma una cruz

A partir de esta comparación podríamos concluir que existen objetos que poseen sinergia y otros no. En general a las totalidades no provistas de sinergia se le denominan: conglomerados.

La diferencia entre un conglomerado y un sistema radica en la existencia o no de relaciones o interacciones entre las partes.

Pero si evaluamos con mayor profundidad la figura 2.6, encontraremos que tiene una organización y configuración, una dependencia entre sus elementos que le otorgan forma característica al racimo.

Se puede concluir que el conglomerado no existe en la realidad, es sólo una construcción teórica. Sin embargo su concepto para ciertos efectos es una herramienta de análisis importante. Luego para fines de investigación el conglomerado es un conjunto de objetos, de los cuales se abstraen ciertas características, es decir que se eliminan aquellos factores ajenos al estudio y luego se observa el comportamiento de las variables que interesan.

Un objeto es todo aquello que ocupa un lugar en el espacio o en el tiempo. Los objetos que ocupan un lugar en el espacio son tangibles, materiales, por ejemplo: una pelota, una máquina, una persona, una planta. Los objetos que ocupan un lugar en el tiempo son objetos intangibles como el pensamiento, los procesos, el software, entre otros.

Si el objeto de estudio tiene como una de sus características, la sinergia, de inmediato buscamos estudiarlo aplicando el enfoque sistémico, ya que el enfoque reduccionista no tendrá capacidad para explicar el fenómeno complejo a través del análisis de sus partes.

Los objetos presentan una característica de sinergia cuando la suma de sus partes es menos o diferente del todo, o bien cuando el examen de alguna de ellas no explica la conducta del todo, luego para analizar y estudiar todas sus partes y, si se logran establecer las relaciones existentes entre ellas, se puede predecir la conducta de este objeto cuando se le aplica una fuerza particular que no será normalmente, la resultante suma de efectos de cada una de sus partes.

Si se dice que la suma de las partes no es igual al todo y se le aplica la técnica del muestreo ¿no se está pensando en que analizando algunas partes se puede comprender al todo? De hecho la técnica estadística del muestreo ya ha dado resultados excelentes porque cuando se utiliza ésta técnica se supone (implícita o explícitamente) que los elementos componentes de la población o el conjunto bajo estudio son independientes entre sí.

Por ejemplo, si tenemos un conjunto de elementos tales como una célula, un hombre, una organización (empresa); notamos, después de un análisis, que:

- El hombre es un conjunto de células.
- La organización es un conjunto de hombres.

Luego podemos establecer una relación de recursividad célula-hombre-organización. Aún más, el hombre no es una suma de células ni la organización es una suma de hombres; por lo tanto tenemos aquí elementos recursivos y sinérgicos.

Podemos enumerar las ventajas del Pensamiento Sistémico para comprender la realidad y resolver sus problemas:

- Sirve para ejercer mayor influencia en su propia vida mediante el descubrimiento de patrones que se repiten en los acontecimientos.
- Proporciona métodos eficaces para resolver problemas y estrategias para modificar el pensamiento que los origina.
- Acaba o reduce considerablemente la actitud de “esfuerzo permanente”.
- En muchas ocasiones, resolver un problema es como empujar una puerta atascada cuando esta se abre jalando de ella.

- El pensamiento sistémico consiste en averiguar cómo están instaladas las bisagras y para qué lado se abre la puerta.
- Es la base de un razonamiento claro y una buena comunicación, una forma de profundizar y ampliar nuestro punto de vista.
- Permite superar la tendencia a culpar a los demás y a uno mismo de lo que ocurre.
- Es la estructura del sistema lo que determina el resultado.
- El comprenderlo permitirá ejercer influencia.
- Es un instrumento fundamental para dirigir, con eficacia, a uno mismo y a los demás.
- Sirve para comprender la complejidad de un proceso y descubrir la forma de mejorarlo.

Existen nuevos desarrollos que buscan la aplicación práctica del enfoque sistémico para la construcción de disciplinas o resolver problemas de la realidad. A continuación describimos aquellas que se aplican a la ingeniería:

Cibernética: Esta ciencia se basa en la retroalimentación, explica los mecanismos de comunicación y control en las máquinas o 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.

Teoría de la Decisión: En este campo se siguen dos líneas diferentes de análisis. Una es la Teoría de la Decisión misma, que busca analizar la selección racional de alternativas dentro de las organizaciones o sistemas 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.

Topología o Matemática Relacional: Es una rama de las matemáticas que estudia las propiedades de las figuras con independencia de su tamaño o forma. Se interesa por conceptos como proximidad, número de agujeros, el tipo de textura que presenta un objeto, comparar objetos y clasificar, entre otros múltiples atributos donde destacan conectividad, compacidad, metricidad, etc.

Ingeniería de Sistemas: Realiza un trabajo transdisciplinario y se refiere a la planeación, diseño, evaluación y construcción científica de sistemas hombre-máquina. El interés teórico de este campo se

encuentra en el hecho de que aquellas entidades cuyos componentes son diferentes se les puedan aplicar el análisis de sistemas.

Investigación de Operaciones: Es el control científico de los complejos problemas que surgen de la dirección y la administración de los grandes sistemas compuestos por los hombres, máquinas, materiales y dinero en la industria, el comercio, el gobierno y la defensa. Su enfoque es desarrollar un modelo con el cual predecir y comparar los resultados de las diferentes decisiones, estrategias o controles alternativos, para ayudar a la administración a determinar su política y sus acciones de una manera científica.

2.5 Definición de sistemas

Para Bertalanffi (1989), sistema es un complejo de elementos interactuantes. Mientras que O'Connor (1998) define al sistema como algo que fundamenta su existencia y sus funciones como un todo mediante la interacción de sus partes.

Para Hart (1985), "todo sistema tiene una estructura relacionada con el arreglo de los componentes que lo forman y tiene una función relacionada con cómo 'actúa' el sistema."

Un sistema es un conjunto de elementos que se interrelacionan para funcionar como un todo y contribuir a un determinado objetivo. La forma de la interrelación define su *organización* y la transformación que realiza entre la entrada y salida define su *función*.

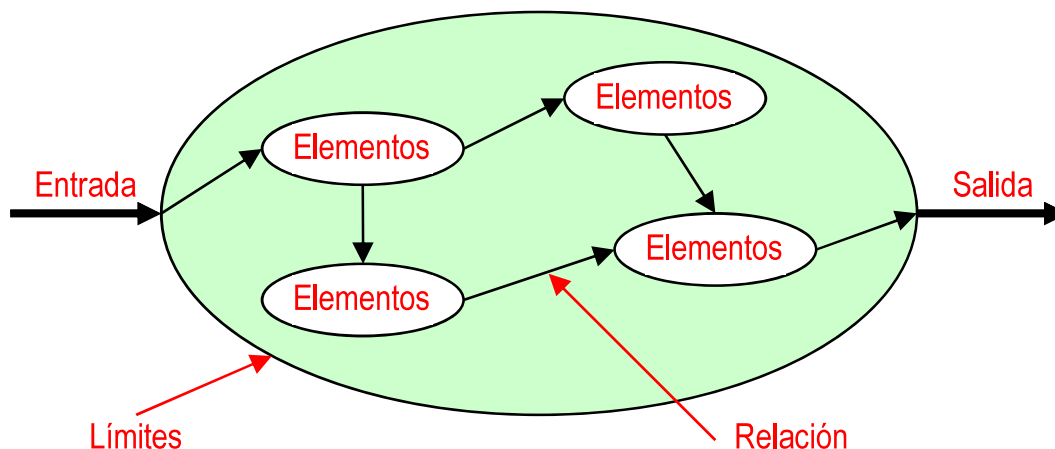


Figura 2.9: Componentes de un sistema

Un sistema está formado por dos características (organización y función) y por cinco componentes (entradas, salidas, elementos, relaciones y límites).

La **organización** del sistema depende de cómo se relacionan los elementos, es decir, de cuantos elementos está formado el sistema, qué tipos de elementos son y si la relación entre los elementos es directa o inversa. La cantidad y tipo de elementos del sistema determinan su fortaleza o debilidad, pero la forma de interrelacionarse es más importante y genera puntos de apalancamiento para generar nuevas características. La personalidad del decano podría influir en el gobierno de la facultad y su forma de relación con los profesores, estudiantes y trabajadores creará un ambiente que facilite o dificulte la gestión.

La organización puede ser lineal, circular o paralela.

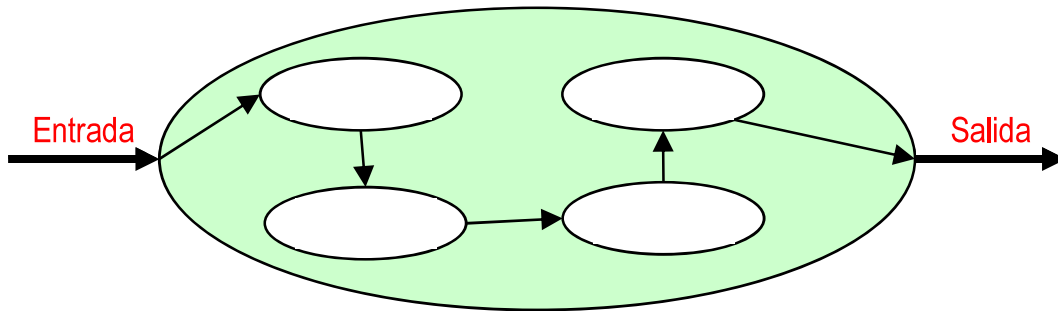


Figura 2.10: Organización lineal

La organización es lineal cuando el proceso es secuencial. Por ejemplo una línea de producción, la cadena alimenticia de un ecosistema, la enseñanza tradicional (primero teoría, después la práctica).

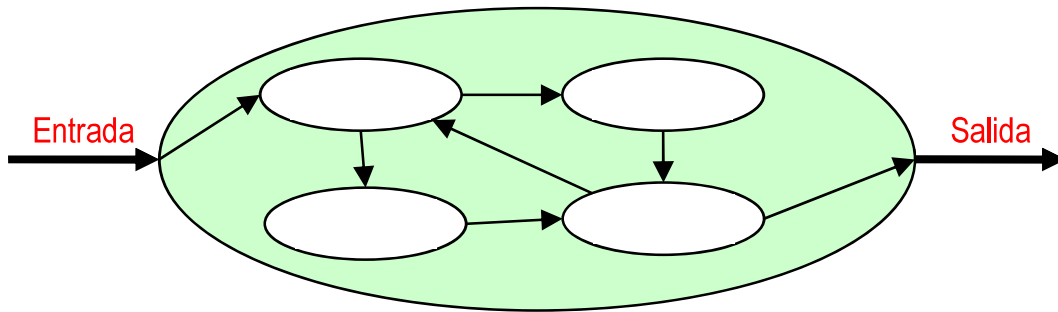


Figura 2.11: Organización circular

La organización circular es cuando existe un proceso de realimentación. Las celdas de producción, el ciclaje de nutrientes de un ecosistema, la enseñanza interactiva (realimentación permanente). Los ciclos pueden ser positivos o negativos (ver tabla 2.5).

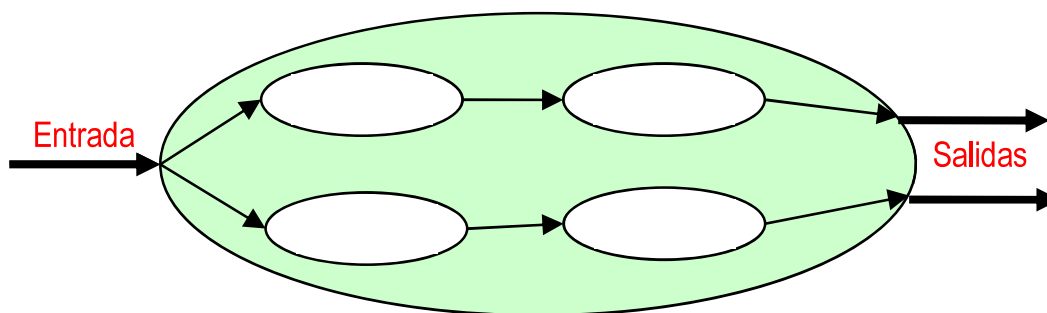


Figura 2.12: Organización paralela

La organización paralela es cuando existe competencia dentro del sistema y se generan dos procesos paralelos. Líneas de producción en paralelo, dos plantas compitiendo por los nutrientes, las cátedras paralelas en la universidad.

Algunos sistemas complejos pueden tener los dos o tres tipos en su organización.

Las relaciones son muy importante en los sistemas, a tal grado que las relaciones pueden ser simbióticas (dependencia), sinérgicas (ganar-ganar) y superfluas.

La **simbiosis** es cualquier asociación de individuos en la que sus integrantes se benefician unos de otros. Los individuos son sistemas que pueden tener un funcionamiento independiente.

La **sinergia** es un fenómeno que surge de las interacciones entre las partes o componentes de un sistema. Este concepto responde al postulado aristotélico que dice que "el todo no es igual a la suma de sus partes".

La **homeostasis** es la capacidad de un sistema de adaptarse a su contexto. La entropía es el desgaste que presenta un sistema en el transcurso del tiempo.

El estudio de los fenómenos actuales requiere del enfoque holístico y el enfoque reduccionista. El **Holismo** es un método sintético que busca estudiar el todo o globalidad y las relaciones entre sus partes; con este enfoque se ponen de manifiesto las propiedades emergentes, las que resultan del comportamiento global y de las relaciones entre los componentes. El **Reduccionismo** es un método analítico que observa por separado los componentes. Ambos enfoques son complementarios.

Para comprender y explicar el funcionamiento de un fenómeno se recurre a la construcción de modelos mediante la observación y el análisis-síntesis.

Los modelos son versiones simplificadas de la realidad, dependen de la subjetividad del observador y de la eliminación de variables irrelevantes. Un modelo no es la realidad y no es aplicable fuera del entorno para el que fue formulado. Cada persona tiene su propio modelo mental de la realidad. Los modelos matemáticos son modelos formales que nos aproximan a la realidad.

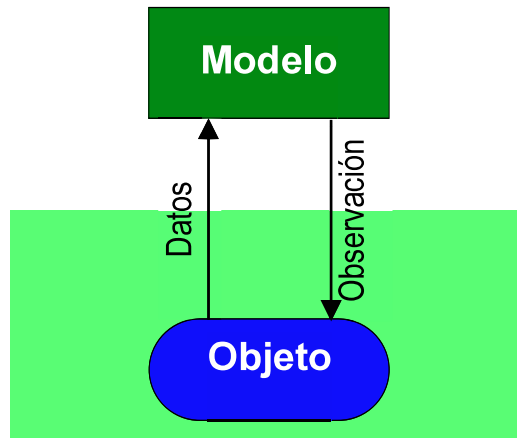


Figura 2.13: El sistema no es el objeto, es el modelo

2.6 Pensamiento sistémico

El pensamiento sistémico es la actitud del ser humano, que se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para observarlo, comprenderlo y accionarlo, a diferencia del planteamiento del método científico, que sólo percibe partes de éste y de manera desconectada.

El pensamiento sistémico aparece formalmente hace unos 45 años atrás, a partir de los cuestionamientos que desde el campo de la Biología hizo Ludwing Von Bertalanffy, quien cuestionó la aplicación del método científico en los problemas de la Biología, debido a que éste se basaba en una visión mecanicista y causal, que lo hacía débil como esquema para la explicación de los grandes problemas que se dan en los sistemas vivos.

Éste cuestionamiento lo llevó a plantear la reformulación global del pensamiento para entender mejor el mundo que nos rodea, surgiendo formalmente el paradigma de sistemas.

El pensamiento sistémico es integrador, tanto en el análisis de las situaciones como en las conclusiones que nacen a partir de allí,

proponiendo soluciones en las cuales se tienen que considerar diversos elementos y relaciones que conforman la estructura de lo que se define como "sistema", así como también de todo aquello que conforma el entorno del sistema definido. La base filosófica que sustenta esta posición es el Holismo (del griego holos = entero).

Bajo la perspectiva del enfoque de sistemas la realidad que concibe el observador que aplica esta disciplina se establece por una relación muy estrecha entre él y el objeto observado, de manera que su "realidad" es producto de un proceso de construcción entre él y el objeto observado, en un espacio-tiempo determinados, constituyéndose dicha realidad en algo que ya no es externo al observador y común para todos, como lo plantea el enfoque habitual, sino que esa realidad se convierte en algo personal y particular, distinguiéndose claramente entre lo que es el mundo real y la realidad que cada observador concibe para sí. Las filosofías que enriquecen el pensamiento sistémico contemporáneo son la fenomenología de Husserl y la hermenéutica de Gadamer, que a su vez se nutre del existencialismo de Heidegger, del historicismo de Dilthey y de la misma fenomenología de Husserl.

La consecuencia de esta perspectiva sistémica, fenomenológica y hermenéutica es que hace posible ver a la organización ya no como 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 la vean, surgiendo así la variedad interpretativa. Estas visiones estarán condicionadas por los intereses y valores que posean dichos involucrados, existiendo solamente un interés común centrado en la necesidad de la supervivencia de la misma.

Así, el Enfoque Sistémico contemporáneo aplicado al estudio de la tecnología plantea una visión inter, multi y transdisciplinaria que le ayudará a observar el funcionamiento de la tecnología dentro de su contexto; la organización, de manera integral permitiéndole identificar y comprender con mayor claridad y profundidad los problemas tecnológicos, sus múltiples causas y consecuencias.

La tecnología sirve a las personas, satisface sus necesidades, por lo tanto, su diseño, construcción y funcionamiento se realiza en interacción con las personas. La interacción hombre máquina se convierte en un sistema que requiere para su estudio de disciplinas integradas. Para detectar su problemática será necesario considerar a la tecnología dentro de un contexto socio económico que permita un desarrollo viable y sostenible.

Entonces ¿**Qué es** el Pensamiento Sistémico?

Es un modo de pensamiento que contempla el todo y sus partes, así como las conexiones entre éstas. Estudia el todo para comprender las partes y viceversa.

El pensamiento sistémico va más allá de lo que se muestra como un incidente aislado, para llegar a comprensiones más profundas de los sucesos.

Es un medio de reconocer las relaciones que existen entre los sucesos y las partes que los protagonizan, permitiéndonos mayor conciencia para comprenderlos y capacidad para poder influir o interactuar con ellos.

Las destrezas que nos ayudarán a definir el sistema son:

- Identificar la función del sistema a partir de la transformación de entradas y salidas.
- Identificar los elementos del sistema a partir de las actividades a realizar dentro del sistema, para realizar la función.
- Relacionar los elementos del sistema, identificando el tipo de organización: lineal, circular o paralela.
- Evaluar la organización del sistema contrastándolo con la función que realiza.
- Describir el sistema, siguiendo el proceso que sigue la organización para ejecutar la función.

Pasar por alto el funcionamiento sistémico de las cosas, implica resolver problemas para un plazo muy corto con faltas de precisión y con posibilidad de generar nuevos problemas a futuro.

Al no atender las cosas como parte de un conjunto global, lo hacemos como si existieran por sí solas, sin tener en cuenta que nada ha surgido sin la intervención de otras partes, y todo el sistema que las sostiene con sus procesos previos.

¿**Por qué** el pensamiento sistémico?

Nos han enseñado a pensar de manera lógica desde alguna lógica; a comprender desde el análisis, descomponiendo los sucesos en partes para luego volver a unirlos (Síntesis).

En algunos casos esto funciona, pero no cuando intentamos aplicarlo de forma indiscriminada en los sistemas. Manejar sistemas es algo más complicado, y no funcionan las lógicas lineales simples.

Las personas, los acontecimientos, no son tan fáciles de predecir o de resolver, como ecuaciones matemáticas. Se escapan a las soluciones rápidas o escuetas.

La razón por la que el pensamiento tradicional resulta insuficiente para manejar sistemas, es porque es un modelo que tiende a atender secuencias simples de causas y efectos, -limitadas en el tiempo y los factores de modo lineal- sin percibir otros modelos innovadores o en bucles más eficaces, donde se contemplan combinaciones de factores que se influyen mutuamente.

No atender que cada desenlace o proceso que se efectúa, no es algo aislado, sino que interactúa con el resto del cosmos, nos aboca a una visión reducida y en ocasiones al fracaso.

Por lo tanto, cuanto más contemplemos nuestras actuaciones desde lo global, más precisas serán. No podemos olvidar que estamos inmersos dentro de un inmenso sistema que es la Tierra y el cosmos, y que del modo que sea, lo que hagamos los afectará.

No hay éxito en lo que hagamos, si no hay éxito para el sistema al que pertenecemos

¿Cómo es el pensamiento sistémico?

El pensamiento sistémico es una capacidad intelectual que nos permite identificar la recursividad, la realimentación y los caracteres emergentes en el funcionamiento de las cosas.

O'Connor y McDermott (1998, p. 270) definen el pensamiento sistémico como la capacidad del ser humano para reconocer y aplicar los principios sistémicos de la realimentación, las propiedades emergentes y el pensamiento circular.

La **recursividad** es un término que se aplica a sistemas dentro de sistemas mayores y a ciertas características particulares, más bien funciones o conductas propias de cada sistema, que son semejantes a la de los sistemas mayores. Principio de Recursividad argumenta que cualquier actividad que es aplicable al sistema lo es para el suprasistema y el subsistema.

La **realimentación** es una reacción del sistema que devuelve información o estímulo al sistema y que influye en el paso siguiente. Hay dos tipos de realimentación: de refuerzo y de compensación. La realimentación de refuerzo produce más cambios en la misma dirección; refuerzan el efecto del cambio original. La realimentación de compensación produce cambios en sentido contrario; amortigua el efecto de cambio original.

Los **caracteres emergentes** de los sistemas son diferentes a los caracteres de las partes que la componen y pueden observarse solo cuando el sistema está en funcionamiento.

¿Para qué sirve y en qué se aplica el pensamiento sistémico?

Se aplican para alcanzar más precisión en nuestras actuaciones con la persona, la familia, los hijos, la pareja, las finanzas, la economía, las organizaciones, las empresas -con sus cadenas de producción o gestión- e incluso a las naciones, al medio ambiente, los ecosistemas.

Sirve para ejercer una influencia más certera y precisa en nuestra vida. Permite descubrir patrones que se repiten en los acontecimientos. La persona puede controlar mejor su salud, su trabajo, su situación económica, sus relaciones...Es útil para realizar previsiones y prepararse hacia el futuro. Proporciona métodos eficaces y mejores estrategias para afrontar los problemas.

No hay tal triunfo si no se da en todos los niveles del sistema. Todo está conectado y todo interactúa. La aparición de la viagra, a miles de kilómetros del hábitat de los rinocerontes, ha permitido la recuperación de su población. No porque los rinocerontes padecieran de impotencia, sino porque ahora ya no los matan para usar sus cuernos como afrodisíaco.

No sirve únicamente para resolver los problemas, también para modificar el pensamiento que los origina. Sirve para evitar o reducir considerablemente el esfuerzo bruto o permanente ante los problemas. No se trata de empujar para mover las cosas sino más bien averiguar y eliminar lo que impide que se muevan. Cuando has eliminado lo que impide el movimiento todo fluye suave y fácilmente.

El pensamiento sistémico es una buena base para ampliar el razonamiento claro, la buena comunicación y nuestro punto de vista. Lo obvio a veces no es tan obvio, ni los criterios mayoritarios son siempre los acertados. Desde diversas perspectivas se accede a una percepción más amplia y precisa, que nos permite saber con más exactitud qué, cómo y por qué ocurre algo y cómo podemos planificar nuestras actuaciones a largo plazo.

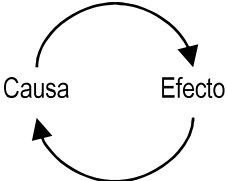
El pensamiento sistémico permite disponer, con más amplitud, del potencial de los individuos. Por ejemplo, hay una tendencia a culpar a los individuos, cuando algo no va bien. La culpa está mal enfocada porque son las propiedades del sistema las que establecen las bases para los resultados y no el esfuerzo de las personas.

Para ejercer alguna influencia en un sistema, hay que conocer su estructura. El pensamiento sistémico es un instrumento fundamental para guiarse uno mismo y dirigir a otros con eficacia.

En la sociedad y las organizaciones, sirve para comprender la complejidad de los procesos de funcionamiento, procesos de gestión, procesos de soporte, y descubrir la forma para mejorarlos. Para Senge (1998) el Pensamiento Sistémico, es una disciplina para ver totalidades, un marco para ver interrelaciones en vez de cosas aisladas. Es la habilidad de encontrar patrones de cambio y de entender cómo las partes afectan al todo.

2.7 Herramientas del pensamiento sistémico

Tabla 2.2: Herramientas del pensamiento sistémico

N	Herramienta	Contenido
1	Entender las leyes fundamentales	<ul style="list-style-type: none"> • Los problemas de hoy se derivan de las soluciones de ayer • Hacer más presión no mejorará los resultados • Hay que enfocarse en las causas, no en los síntomas • La “salida fácil” no lleva a ningún lado • La cura puede ser peor que la enfermedad • Lo más rápido es lo más lento • Existe demora entre la causa y el efecto • Los pequeños cambios pueden producir grandes resultados • Se pueden alcanzar dos metas, aparentemente contradictorias • Dividir un elefante por la mitad no genera dos elefantes pequeños • No hay que culpar a los demás
2	Círculos de causalidad 	<p>El pensamiento sistémico está constituido de relaciones entre causa y efecto que construyen la realidad. No hay influencias en una sola dirección.</p> <p>Entender la estructura y los factores que se influncian uno al otro, permite ver cómo un cambio en una parte del sistema produce cambios en otras partes.</p>
3	Refuerzo y equilibrio de la retroalimentación y las demoras	<p>Observar los sistemas e identificar las estructuras permite obtener los resultados deseados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La retroalimentación reforzadora, motor del crecimiento. • Resolver el problema de fondo, no el síntoma
4	El principio de la palanca	<p>Hallar el punto donde pequeños actos y modificaciones en la estructura pueden conducir a mejoras grandes y duraderas. las mejores soluciones con frecuencia provienen de esfuerzos pequeños pero enfocados</p>
5	El arte de ver los árboles sin dejar de ver el bosque	<p>El pensamiento sistémico no significa ignorar la complejidad, sino organizarla en una exposición coherente que evidencie las causas de los problemas y el modo de remediarlos de forma duradera y apalancada.</p>