

# ITSM

## ANTOLOGÍA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



**INSTITUTO TECNOLÓGICO  
SUPERIOR DE EL MANTE**

**CONTENIDO**

Aportación de la asignatura al perfil del egresado .....	4
Objetivo general del curso .....	4
<b>UNIDAD 1 TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS, SU EVOLUCIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
1.1 La revolución que nos rodea .....	6
1.2 Problemas para la ciencia .....	7
1.3 Tipos de problemas: operacionales y de magnitud .....	9
1.4 Orígenes, fuentes y enfoque de la teoría general de sistemas .....	15
1.5 La proposición de los sistemas la ingeniería de sistemas y el enfoque de sistema	19
<b>UNIDAD 2 EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN LOS SISTEMAS .....</b>	<b>30</b>
2.1 Definición de Sistema.....	31
2.2 Tipos de sistemas por su origen.....	32
2.3 Características Generales de los sistemas .....	35
2.4 Ideas particulares de los sistemas .....	39
2.5 Taxonomías de sistemas.....	40
2.5.1 Taxonomía de Building .....	40
2.5.2 Taxonomía de checkland .....	43
2.6 Diferencia de la mejoría de sistemas.....	47
2.7 Diseño de sistemas con un enfoque de sistemas .....	54
2.8 Aplicaciones del enfoque de sistemas en organizaciones .....	57
2.9 Limites del sistema y el medio ambiente. ....	67
2.10 Modelo general de un sistema y su medio .....	68
<b>UNIDAD 3 PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS .....</b>	<b>73</b>
3.1 Propiedades de los sistemas .....	74
3.1.1 Homeostasis.....	75
3.1.2 Equifinalidad.....	76
3.1.3 Ley de la variedad requerida .....	77
3.1.4 Entropía y Sinergia .....	77
3.2 Características de los sistemas .....	80
3.2.1 Sistemas duros .....	81
3.2.2 Sistemas suaves.....	82

<b>UNIDAD 4 EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN LOS SISTEMAS</b> .....	83
4.1 El proceso administrativo.....	84
4.2 Objeto de estudio del modelo conceptual.....	86
4.3 Estructuración de modelos de sistemas.....	92
4.4 Formulación del problema.....	95
4.6 Toma de decisiones .....	103
4.7 La búsqueda de alternativas .....	111
4.8 Estilos cognoscitivos y sistemas de investigación verdad .....	113
4.9. Diseño de un sistema X de mantenimiento de ingresos. (Una ilustración). .....	116
<b>UNIDAD 5 METODOLOGÍA DE SISTEMAS DUROS</b> .....	118
5.1 Paradigma de análisis de los sistemas duros y blandos .....	119
5.2 Metodología de hall y jenking .....	124
5.3 Aplicaciones.....	130
<b>UNIDAD 6 METODOLOGÍA DE SISTEMAS BLANDOS</b> .....	132
6.1 Metodología de Checkland.....	133
6.2 Los sistemas de actividad humana y el concepto de control.....	135

## Aportación de la asignatura al perfil del egresado

- Diseñar e implantar, administrar y mejorar sistemas integrados de abastecimiento, producción y distribución de bienes y servicios de forma sustentable, considerando las normas nacionales e internacionales.
- Diseñar, administrar y mejorar sistemas de materiales.
- Diseñar, administrar y controlar sistemas integrados de manufactura y de mantenimiento.
- Integrar y administrar sistemas de higiene y seguridad industrial y protección al medio ambiente, con conciencia e identidad social.
- Utilizar tecnologías y sistemas de información de manera eficiente.

## Objetivo general del curso

Conocerá y aplicará la Teoría general de sistemas como una herramienta integradora para las distintas disciplinas en el análisis de un problema y la toma de decisiones.

# UNIDAD

## 1

# TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS, SU EVOLUCIÓN Y OBJETIVOS

## 1.1 La revolución que nos rodea

Resulta evidente que en el transcurso histórico de la humanidad, los conocimientos técnicos se han acrecentado gradualmente y, al ser utilizados por la ingeniería, han permitido incrementar los satisfactores de la sociedad en conjunto.

Cabe destacar en función del avance científico y tecnológico, la creación de los medios necesarios para el mejor aprovechamiento de estos logros; en esquema estructural, la creación de nuevas disciplinas y nuevas especialidades promueve la idea de particularizar ciertas ramas del conocimiento.

Sin embargo la evolución del pensamiento humano concita un orden en el que la interacción de los elementos se hace cada vez más compleja y difícil de resolver. Y es precisamente en este punto donde la ingeniería de sistemas incide en el progreso de los países, al aplicar una visión amplia que abarca el espectro total de la problemática y no solo una parte aislada.

La propuesta de la ingeniería de sistemas consiste en una actitud del pensamiento, una filosofía práctica, una metodología de cambio para, por medio de ellas, establecer el orden en la confusión.

En esta evolución, la ingeniería de sistemas es una disciplina que se preocupa por el diseño, al enfatizar un proceso creativo que cuestiona las suposiciones sobre las cuales se han estructurado los antiguos esquemas; además, propone enfoques totalmente nuevos a fin de conseguir soluciones óptimas.

La ingeniería de sistemas establece para la evolución de un sistema (persona, institución o país), el requerimiento de tener el rumbo muy bien definido, personas comprometidas con esta visión del futuro y los sistemas que permitan a dichas personas alcanzar lo deseado.

## 1.2 Problemas para la ciencia

Un creciente número de situaciones complejas, de las más variadas características, están emergiendo en el ámbito cada vez más extenso e interconectado que ocupa el hombre en el planeta.

Estas situaciones ya no pueden manejarse mediante el estudio de las características ocasionales e incoordinadas, limitadamente específicas, que ocupan la atención de múltiples disciplinas especializadas, muy útiles, sin duda, pero cada vez más aisladas unas de otras.

Aún los modelos interdisciplinarios o multidisciplinarios se están tornando insuficientes en este sentido. Es ya imprescindible recurrir a un enfoque organizador general, que podemos denominar transdisciplinarios.

Felizmente, este enfoque y el lenguaje correspondiente han empezado a emerger en los últimos 60 años bajo los nombres de “cibernética” y “ciencia de sistemas” (o “sistémica”).

No se trata de nuevas disciplinas (como se suele creer y decir), sino de una nueva metodología de abordaje, de entendimiento y de manejo del tipo de situaciones multifacéticas que se presentan ahora más y más frecuentemente, aunque en realidad no eran del todo inexistentes en el pasado.

### **Algunas definiciones:**

Para aclarar cabalmente las diferencias conceptuales señaladas, conviene definir mejor los conceptos señalados

### ➤ **Interdisciplinariedad**

Este término corresponde a las relaciones más o menos integrativas que aparecen entre dos disciplinas. Tales conexiones son manifiestas en las denominaciones de las mismas, como por ejemplo: bio-química; astro-física; geo-física; etno-botánica; genética de las poblaciones;... y hasta la discutida socio-biología, a pesar de su gran interés. Paradójicamente, también las interdisciplinas suelen transformarse en nuevas disciplinas hiperespecializadas.

### ➤ **Multidisciplinariedad**

El término refleja la siempre creciente necesidad de colaboración entre numerosos especialistas disciplinarios para el manejo de situaciones que ponen en juego tanto tecnologías como intereses diversos... y frecuentemente divergentes. En todos los casos se trata de compatibilizar y armonizar aspectos potencialmente conflictivos o poco compatibles entre sí. Un ejemplo característico es la construcción de una represa con una central hidroeléctrica apuntando a la industrialización de una zona pobre, pero de gran importancia ecológica. El problema típico que suele aparecer es la incompreensión (el "diálogo de sordos") entre especialistas, cada cual usando su propio idioma profesional y al mismo tiempo convencido de la decisiva y suprema importancia de su disciplina en el caso considerado. Las conclusiones suelen ser confusas y ambiguas y los decisores finales adoptan las que les parece convenir más en función de sus propios conocimientos, metas e intereses (no necesariamente bien entendidos)

## 1.3 Tipos de problemas: operacionales y de magnitud

### Problemas operacionales

La “investigación operacional” (conocida también como “teoría de la toma de decisiones”, o “programación matemática”. El objetivo y finalidad de la “Investigación operacional” es la de encontrar la solución óptima para un determinado problema (militar, económico, de infraestructura, logístico, etc.). Está constituida por un acercamiento científico a la solución de problemas complejos, tiene características intrínsecamente multidisciplinarias y utiliza un conjunto diversificado de instrumentos, prevalentemente matemáticos, para la Modelización, la optimización y el control de sistemas estructurales. En el caso particular de problemas de carácter económico, la función objetivo puede ser el máximo rendimiento o el menor costo. La investigación operacional tiene un rol importante en los problemas de toma de decisiones porque permite tomar las mejores decisiones para alcanzar un determinado objetivo respetando los vínculos externos, no controlables por quien debe tomar la decisión.

### EJEMPLOS DE PROBLEMAS OPERACIONALES

#### Problemas de Optimización

Una fabrica produce  $n$  productos “ $i$ ”, cada uno de los cuales genera un beneficio  $p_i$  y requiere una cierta cantidad de recursos  $r_{i,j}$ . La fábrica dispone de una cantidad limitada de ciertos recursos  $r_j$ . Algunos productos no pueden ser fabricados en cantidades menores a  $m_i$  y no superiores a  $M_i$ . Se requiere saber cuáles productos fabricar y en qué cantidad, para obtener el máximo beneficio, respetando todos los vínculos.

## Problemas de Planificación

Imaginemos que debemos entregar mercadería a 7 destinatarios utilizando 48 transportistas, sabiendo que cada destinatario está disponible solamente en una determinada franja horaria, y que un transportista no puede transportar más de 2 lotes. El problema es el de determinar el recorrido de los transportistas, con la finalidad de minimizar el kilometraje recorrido para entregar toda la mercadería a tiempo.

## Fases del problema operacional

La elaboración del problema esta subdividida en fases obligatorias, las principales son:

- examen de la situación real y recolección de la información;
- formulación del problema, identificación de las variables controlables y las externas (no controlables) y la elección de la función objetivo, a ser maximizada o minimizada;
- construcción del modelo matemático, destinado a dar una buena representación del problema; debe ser fácil de usar; representar el problema, dando toda la información para poder tomar una decisión lo más idónea posible;
- resolución del modelo (mediante diferentes modalidades);
- análisis y verificación de las soluciones obtenidas: se controla si la función objetivo ofrece las ventajas esperadas; se verifica la representatibilidad del modelo; y, se efectúan análisis de sensibilidad de la solución obtenida.

## **Definición del problema operacional**

Una vez que se haya escogido el problema es importante que se defina en términos operacionales como una brecha entre el desempeño real y el que establecen las normas y pautas. El enunciado del problema debe indicar de qué se trata y cómo se manifiesta. Debe aclarar dónde comienza y dónde termina y cómo se sabrá cuando esté solucionado. La elaboración del enunciado de un problema es un paso crucial en el proceso de garantía de calidad. Los problemas deben relacionarse con las normas de cumplimiento y, siempre que sea posible, deben relacionarse en forma explícita con la calidad de atención al cliente - usuario. Tienen que referirse a procesos o actividades específicos de manera que esté bien concentrado y pueda medirse el progreso.

## **Análisis y estudio del problema para identificar las causas de fondo.**

Reconociendo la importancia de comprender el problema y sus causas de fondo, se recomienda la utilización de los instrumentos analíticos tales como el modelo del sistema, el flujo grama, el diagrama de causa y efecto, que pueden utilizarse para analizar un proceso o problema. Una vez que se identifican varias de las posibles causas, debe hacerse un esfuerzo por determinar cuáles ocasionan la mayoría de los problemas. A menudo dos o tres de las causas de un problema pueden crear hasta el 80% de problemas de calidad. Al analizar estas causas críticas, puede lograrse un importante impacto con un mínimo esfuerzo.

## Elaboración de soluciones y medidas de mejora de calidad.

Una vez realizada una evaluación completa del problema y sus causas, el equipo debe estar listo para adoptar medidas a fin de analizar el problema y mejorar la calidad. Esto comprende la elaboración y evaluación de posibles soluciones. La elaboración de las soluciones debe seguir siendo un esfuerzo de equipo, a menos que el procedimiento en cuestión sea la responsabilidad exclusiva de una persona. En general en este paso se desarrolla un proceso estándar, se verifica el proceso, se simplifica el proceso, se mejora el diseño del producto / servicio / proceso, se mejoran los insumos, se confecciona la lista de posibles soluciones. Además de ellos, se rediseñan los procesos donde sea necesario, se elabora un plan de ejecución de los procesos rediseñados para poder cambiar y mejorar los servicios, se elabora una lista de posibles soluciones para maximizar el impacto de la solución de los problemas, se evalúan las soluciones y la toma de decisiones. Se debe explorar la posible oposición a cambio y hacer los planes del caso para minimizar la resistencia a la mejora de calidad.

## PROBLEMAS DE MAGNITUD

Una magnitud es el resultado de una medición; las magnitudes matemáticas tienen definiciones abstractas, mientras que las magnitudes físicas se miden con instrumentos apropiados. Una Magnitud también es un conjunto de entes que pueden ser comparados, sumados, y divididos por un número natural. Cada elemento perteneciente a una magnitud, se dice cantidades de la misma. *(Por ejemplo: segmentos métricos, ángulos métricos y triángulos son magnitudes).*

Una Cantidad es todo aquello que puede ser medido o contado, que es susceptible al aumentar o disminuir, y posee una sustancia y forma. La medida en una magnitud es un acto que los individuos en una edad temprana no pueden realizar de una forma fácil y espontánea y, por ello, es casi imposible la práctica de la medición hasta bien avanzada la enseñanza elemental. Esta dificultad se debe a que la realización del acto de medir requiere una gran experiencia en la práctica de estimaciones, clasificaciones y seriaciones, una

vez establecido el atributo o la magnitud con respecto a la cual se va medir. Por todo esto, parece necesario que se tomen contacto con ellas desde edades tempranas con situaciones que les lleven al descubrimiento de las magnitudes físicas, consideradas y percibidas como atributos o propiedades de colecciones de objetos que han sido comparados directamente a través de los sentidos o indirectamente con la ayuda de medios auxiliares o aparatos adecuados.

Es usual admitir que el individuo debe superar los siguientes estadios para el conocimiento y manejo de una magnitud dada:

- Consideración y percepción de una magnitud.
- Conservación de una magnitud.
- Ordenación respecto a una magnitud dada.
- Relación entre la magnitud y el número.

En matemáticas se habla de la proporcionalidad directa, cuando dos magnitudes se comportan de la misma manera y la proporcionalidad inversa es cuando al multiplicar una magnitud por un número la otra magnitud queda dividida por ese mismo número.

La técnica de la regla de tres (simple) sirve para resolver problemas en los que hay que plantear una proporción y calcular uno de cuatro términos numéricos que resulta desconocido. Por el contrario, una regla de tres compuesta, es cuando nos encontramos ante un problema en el que intervienen más de dos magnitudes distintas.

Resumiendo tenemos que entre los problemas de magnitudes que podemos encontrar están:

- Problemas de regla de tres simple
- Problemas de regla de tres compuesta
- Problemas de tanto por ciento
- Problemas de horarios
- Problemas de magnitudes
  
- Problemas vectoriales
  
- Problemas de conversión de unidades y entre unidades

La medición, como proceso, es un conjunto de actos experimentales dirigidos a determinar una magnitud física de modo cuantitativo, empleando los medios técnicos apropiados y en el que existe al menos un acto de observación. La palabra magnitud está relacionada con el tamaño de las cosas y refleja todo aquello susceptible de aumentar o disminuir. Desde el punto de vista filosófico, es la caracterización cuantitativa de las propiedades de los objetos y fenómenos de la realidad objetiva, así como de las relaciones entre ellos.

La cantidad que expresa el valor de una magnitud, es su medida y se determina a través del proceso de medición, al valor numérico se le agrega la unidad correspondiente. Las leyes de la naturaleza se expresan, generalmente, en forma matemática, como relaciones entre magnitudes. Estas relaciones son en esencia exactas, por ello se denominan ciencias exactas a las que expresan sus leyes a través de fórmulas, que no son más que ecuaciones exactas.

Una medición se expresa por medio de una cantidad numérica y la unidad de medida correspondiente a la magnitud dada. A cada magnitud le corresponden una o varias unidades. El desarrollo histórico de las ciencias manifiesta la tendencia a unificar los sistemas de unidades y a lograr la simplificación de sus conversiones. En la actualidad es, casi universalmente, aceptado el Sistema Internacional de Unidades, que a partir de siete magnitudes, denominadas

fundamentales, deriva el conjunto conocido de unidades, que expresan los valores de todas las magnitudes empleadas para caracterizar las propiedades de los objetos y fenómenos de la naturaleza. Esta derivación se hace a partir de relaciones que se establecen de modo arbitrario o que responden a leyes físicas.

## 1.4 Orígenes, fuentes y enfoque de la teoría general de sistemas.

La Teoría General de Sistemas puede remontarse probablemente, a los orígenes de la ciencia y la filosofía. Aristóteles afirmó que "el todo es más que la suma de sus partes", esta es la definición del problema básico de un sistema, el cual todavía en días es válido. En los siglos XVI y XVII durante la revolución científica Galileo declaró que para lograr la solución de cualquier problema se debería dividir el mismo en la mayor cantidad de elementos posibles y que la suma de las soluciones de cada pequeño problema supondría la solución del problema total.

Algunas de las ideas predicadas por la TGS pueden atribuirse al filósofo alemán, George Whilhem Friedrich Hegel (1770-1831).

- El todo es más que la suma de las partes
- El todo determina la naturaleza de las partes
- Las partes no pueden comprenderse si se consideran en forma aislada del todo
- Las partes están dinámicamente interrelacionadas o son interdependientes

A finales del siglo XIX, algunos biólogos llamados *vitalistas*, reconocieron que era imposible estudiar los procesos vivientes bajo el enfoque analítico mecánico. El mecanismo no es hoy en día una teoría popular, pero cuando la biología estaba en sus inicios, el vitalismo trataba de explicar muchas de las características de los procesos vivientes que el científico físico no podía explicar.

Durante la década de 1930 se escucharon muchas voces que demandaban una “nueva lógica” que abarca los sistemas tanto vivientes como los no vivientes. Las ideas elementales como de von Bertalanffy se publicaron en esa época y se presentaron en varias conferencias. Fueron publicadas en Alemania en la década de 1940 y posteriormente traducidas al inglés.

Estos escritos formalizaron el pensamiento de esa época, el cual aclaraba que los sistemas vivientes no debían considerarse cerrados, ya que de hecho eran sistemas vivientes y que al realizar un cambio “de los niveles físicos al biológico, social y cultural de la organización, encontramos que ciertas etapas de complejidad de las interrelaciones de los componentes pueden desarrollarse en un nivel emergente de organización con nuevas características.

Obviamente, la teoría general de sistemas no solo se originó a partir de un grupo de pensadores. En su comienzo estuvieron presentes varias corrientes. En la década de 1930 se desarrollaron conceptos ligados a sistemas abiertos, concurrentemente en la termodinámica y en la biología. Ludwig Von Bertalanffy introdujo la equifinalidad en 1940. Brillouin describió el contraste entre la naturaleza inanimada y la viviente en 1949. Se hicieron evidentes ejemplos de sistemas neurológicos y la filosofía, en las publicaciones de Whitacker, Krech y Bentley, respectivamente en la década de 1950.

**La teoría general de sistemas es el resultado de otras contribuciones fundamentales, como son las siguientes:**

1. John Von Neumann (1948) quien desarrolló una teoría general de autómatas y delineó los fundamentos de la inteligencia artificial.

2. el trabajo de C.E. Shannon, *teoría de la información* (1948), en el cual se desarrolló el concepto de cantidad de información alrededor de *la teoría de las comunicaciones*.

3. Cibernética, de Norbert Wiener (1948), en el cual se relacionaban entre sí los conceptos de entropía, desorden, cantidad de información alrededor de la teoría de las comunicaciones.

4. Ross W. Sabih (1956), ya citado anteriormente, quien desarrollo posteriormente los conceptos de cibernética, autorregulación y auto dirección, alrededor de las ideas que habían sido concebidas originalmente por Wiener y Shannon.

Las ideas que surgieron con el desarrollo de la cibernética y la teoría de la información poseen dos efectos divergentes: primero mostraron como se podían aproximar los sistemas abiertos a los sistemas cerrados, mediante la introducción de mecanismos de retroalimentación: y segundo, mostraron la imposibilidad de duplicar las características de control automático en los sistemas vivientes.

Los seguidores del primer efecto, centraron sus esfuerzos en la construcción de modelos y teoría de organizaciones en las cuales son importantes los conceptos basados en puntos de vista analítico y mecánico. Centaron sus esfuerzos en la construcción de modelos y teoría de organizaciones en las cuales son importantes los conceptos basados en puntos de vista analítico y mecánico. Esas teorías tienen algún atractivo debido a su rigor. Sin embargo, no explica las propiedades conductuales de subsistemas. El segundo efecto fue fructífero al producir el desarrollo de una teoría conductual de organizaciones, que combinan los conceptos de la teoría económica con las nociones conductuales de la psicología, sociología y antropología. Estas últimas teorías explican mejor la conducta que las antiguas, pero, a la fecha, carecen del rigor acostumbrado por las teorías mecánicas.

Con cuatro referencias adicionales cerramos esta sección dedicada a los comienzos de la teoría general de sistemas; las contribuciones de Koehler (1928), Redfield (1942), Singer, y Sommerhoff (1950). Koehler representa “los primeros intentos para expresar la manera en la cual las propiedades de los sistemas regulan la conducta de los componentes y, de ahí, la conducta de los sistemas”. El tratado de unificación de Redfield “pone de manifiesto la continuidad y la gran variedad y complejidad de los eventos de transición que unen los niveles biológicos y socioculturales. Esto anticipa claramente el movimiento general de sistemas que, cuando se escribió, fue “justo en movimiento reunión “. G. Sommerhoff, y E. A. Singer, antes que él, también

consideraron a los teóricos de sistemas que vivieron antes que la teoría general de sistemas madurara como una disciplina independiente. A. E. Singer, filósofo moderno americano, ha tenido una marcada influencia en los pensadores de la actualidad, como C.W. Churchman, F. Sagasti, I.I. Mitroff, y otros; sus ideas elementales continúan aun, muchos años después de su muerte. Sabih acredita a Sommerhoff el descubrimiento de “como representar exactamente lo que se quiere decir mediante coordinación e integración y buena organización.

La organización (ya sea de un gato o un piloto automático o una refinería de petróleo), se juzga “buena “si, y solo si esta actual para mantener un conjunto asignado de variables, las variables “esenciales “. Con límites asignados.

El enfoque sistémico trata de comprender el funcionamiento de la sociedad desde una perspectiva holística e integradora, en donde lo importante son las relaciones entre los componentes. Se llama **holismo** al punto de vista que se interesa más por el todo que por las partes. El enfoque sistémico no concibe la posibilidad de explicar un elemento si no es precisamente en su relación con el todo. Metodológicamente, por tanto el enfoque sistémico es lo opuesto al individualismo metodológico, aunque esto no implique necesariamente que estén en contradicción

## 1.5 La proposición de los sistemas la ingeniería de sistemas y el enfoque de sistemas

La Ingeniería de Sistemas definida como un conjunto de actividades orientadas a la creación de una variedad de productos y los flujos de información asociados a las operaciones.

Su objetivo es observar **TODO** el proyecto de ingeniería, conocer el negocio, conocer las necesidades, conocer las alternativas, conocer la tecnología y proponer soluciones viables para gestionar el todo eficiente y efectivamente. Al enfoque de sistemas puede llamársele correctamente teoría general de sistemas aplicada (TGS aplicada). Por tanto, es importante lograr una comprensión básica del surgimiento de la ciencia de los sistemas generales.

Describiremos en primer lugar los muchos aspectos del enfoque de sistemas y cómo se relacionan con la teoría general de sistemas (TGS). Esta última proporciona los fundamentos teóricos al primero, que trata con las aplicaciones.

Delinearemos las principales propiedades de los sistemas y de los dominios de sistemas. Además, se hace una comparación entre los supuestos subyacentes a los enfoques analítico-mecánicos y a los de la teoría general de sistemas.

Esta comparación demuestra la incapacidad de los enfoques analítico mecánicos para tratar el dominio de los campos biológico, conductual, social y similares. La TGS ha surgido para corregir estos defectos y proporcionar el marco de trabajo conceptual y científico para esos campos.

## Los diferentes aspectos del enfoque de sistemas

El enfoque de sistemas puede describirse como:

- 1.- Una metodología de diseño.
- 2.- Un marco de trabajo conceptual común
- 3.- Una nueva clase de método científico.
- 4.- Una teoría de organizaciones.
- 5.- Dirección por sistemas.
- 6.- Un método relacionado a la ingeniería de sistemas, investigación de operaciones, eficiencia de costos, etc.
- 7.- Teoría general de sistemas aplicada.

### 1.- Enfoque de Sistemas: Una Metodología de Diseño

Los administradores, oficiales públicos, estadistas y hombres y mujeres que ven un puesto de responsabilidad en los negocios, industria, educación y gobierno, encuentran cada vez más difícil decidir sobre los cursos de acción para que sus problemas alcancen una mejor solución. Dichas personas se ven atormentadas por bandos que los urgen para que absorban todos los aspectos del problema y al mismo tiempo incorporen sus opiniones en el diseño final del sistema en cuestión. No importa cual pequeño sea el impacto que una decisión tiene en uno o varios sistemas, en donde por sistema entendemos no solo la organización de un departamento, sino también la función y todos los individuos y componentes de este. Existen sistemas dentro los sistemas. Un sistema de potencial humano pertenece a un sistema de trabajo, el cual a su vez puede incorporarse a un sistema operativo, etc. Debido a que uno de los movimientos sistemas puede afectar y hacer que este mismo se perciba en los demás, los autores de decisiones deben considerar el impacto de sus acciones con premeditación.

## 2.- El Enfoque De Sistemas: Un Marco De Trabajo Conceptual Común.

Los sistemas se han originado en campos divergentes, aunque tienen varias características en común.

### *Propiedades y estructuras*

Uno de los objetivos del enfoque de sistemas, y de la teoría general de sistemas de la cual se deriva (véase abajo), es buscar similitudes de estructura y de propiedades, así como fenómenos comunes que ocurren en sistemas de diferentes disciplinas. Al hacerlo así, se busca “aumentar el nivel de generalidad de las leyes” que se aplican a campos estrechos de experimentación. Las generalizaciones (“isomorfismos”, en la jerga de la teoría general de sistemas), de la clase que se piensan van más allá de simples analogías. El enfoque de sistemas busca generalizaciones que se refieran a la forma en que se dan organizados los sistemas, a los medios por los cuales los sistemas reciben, almacenan, procesan y recuperan información, y a la forma en que funcionan; es decir, la forma en que se comportan, responden y se adaptan ante diferentes entradas del medio. El nivel de generalidad se puede dar mediante el uso de una notación y terminología comunes, como el pensamiento sistemático se aplica a campos aparentemente no relacionados. Como un ejemplo, las matemáticas han servido para llenar el vacío entre las ciencias. La abstracción de su lenguaje simbólico se presenta a sí mismo para su aflicción general.

Emery lamenta cualquier esfuerzo prematuro para lograr un “marco de trabajo conceptual común”, a fin de permitir que prevalezca la mayor diversidad de pensamientos durante los años de formación de una nueva disciplina. Ackoff, por el contrario, trata de proporcionar “un sistema de conceptos de sistemas”. No creemos que la variedad y la diversidad se vean bloqueadas, aun si se hacen intentos para dar alguna integración a lo que conocemos a la fecha.

### ***Métodos de solución y modelos***

El nivel de generalidad puede tener lugar en aquellas áreas donde los mismos modelos describen lo que superficialmente parece ser un fenómeno sin relación. Como un ejemplo, el concepto de las cadenas de Markov, una herramienta estadística que expresa las probabilidades de un proceso secuencial, puede utilizarse para describir entre otras cosas: a) las diferentes etapas de reparación y desintegración de máquinas sujetas a mantenimiento; b) los diferentes delitos que cometen quienes transgreden la ley cuando están sujetos a reincidir, y c) el cambio de marca de las amas de casa cuando hacen sus compras en el supermercado.

Se dice que los métodos generales, al contrario de los específicos, tienen “poca fuerza”, lo que se requiere es preservar la “fuerza” del método, en tanto que se extiende su alcance. El enfoque de sistemas busca encontrar la relación de métodos de solución, a fin de extender su dominio de aplicación y facilitar la comprensión de nuevos fenómenos. Siempre que sea posible, debemos combatir la especialización y el compartimento. Quisiéramos extender y generalizar el conocimiento que ya poseemos a disciplinas y problemas adicionales.

### ***Dilemas y paradojas***

Como los demás enfoques científicos, el enfoque de sistemas no trata problemas metodológicos - dificultades que no puede resolver a su propia satisfacción. Tan pronto como se adopta el enfoque de sistemas, aparecen los siguientes problemas de dualismo o dualidad.

**Simplicidad contra complejidad.**

No podemos hacer frente a problemas complejos, de aquí que intentemos aportar versiones más simples. Al simplificar nuestras soluciones, estas pierden realismo. Por tanto, estamos divididos entre la incapacidad de resolver problemas complejos y la falta de aplicabilidad de soluciones obtenidas de modelos simples.

**Optimización y sub-optimización.**

Solamente podemos optimizar sistemas cerrados, como lo son los modelos en los cuales se conocen todos los supuestos y condiciones limitantes. Las situaciones de la vida real son sistemas abiertos, porciones que pueden a lo mejor, estar parcialmente optimizadas. Además, optimizar los subsistemas no garantiza que el sistema total óptimo se logre, en tanto que la optimización del sistema total (si se llega a lograr) no garantiza que puedan optimizarse al mismo tiempo todos los subsistemas.

**Idealismo contra realismo.**

Nunca podemos alcanzar lo óptimo, la solución claramente ideal. Si va a tener lugar la implantación, debemos aceptar versiones más realistas de lo óptimo.

**Incremental-ismo contra innovación.**

Suponiendo que somos incapaces de partir drásticamente de patrones de solución establecidos, buscamos soluciones cercanas a las actualmente aceptadas (incremental-ismo) y creemos mejorar los sistemas existentes mediante el análisis de la operación de los subsistemas componentes (mejoramiento de sistemas). Estos enfoques nunca tienen éxito en la solución total de los problemas, lo cual requiere la adopción de nuevos diseños a nivel del sistema total.

**Política y ciencia, intervención y neutralidad.**

Debemos decidir si las ciencias deben permanecer libres de valores, en la teoría y sin compromisos, o si la ciencia debe orientarse a un objetivo, buscar influir en los resultados e interesarse en la ética de las consecuencias que impone en los receptores.

**Acuerdo y consenso.**

La planeación requiere que todos los participantes contribuyan a las soluciones de los sistemas y su implantación. Para obtener tales resultados se necesita un censo que es difícil de lograr cuando se premia la individualidad e independencia.

Todos estos dilemas se presentan súbitamente tan pronto como buscamos aplicar el enfoque de sistemas a nuestros problemas y soluciones de sistemas. Por tanto, consideramos que, a menos que se resuelvan, realmente no estamos adoptando una solución de sistema total.

La dualidad no es un estado de cosas peculiar a las ciencias sociales. En las ciencias físicas, a fin de explicar todos los fenómenos, admitimos una teoría electromagnética a la vez una teoría cuántica de la luz. En la mecánica, aceptamos ciertas relaciones entre la fuerza, masa y aceleración a velocidades más lentas que la velocidad de la luz, pero relacionamos la masa con la energía con la velocidad de la luz. Ambas teorías son lógicas. Por un lado, existen razones para creer que el dualismo es un estado de cosas peculiar a las ciencias sociales y que el mundo fluctúa entre los extremos de un espectro, como el hombre entre lo bueno y lo malo. Por otro lado, la dualidad sólo puede ser una transición hacia un estado único que vendrá cuando comprendamos mejor el mundo. Al final, debe prevalecer una solución de sistema única.

### **3.- El enfoque de sistemas: una nueva clase de método científico**

A lo largo del curso, será cada vez más evidente que los métodos del paradigma de la ciencia, por los cuales las ciencias físicas han logrado un gran proceso, no son aplicables en “el otro lado del tablero”, a todos los demás sistemas de las ciencias de la vida, ciencias conductuales y ciencias sociales. El mundo está hecho de entidades físicas y de sistemas vivientes.

Hay un conocimiento creciente de que, en tanto estas dos clases de sistemas comparten muchas propiedades, su atributo respectivo son tan diferentes que aplicar los mismos métodos a ambos, conduce a grandes conceptos falsos y errores. El método científico que nos ha sido de gran utilidad para explicar el mundo físico debe complementarse con nuevos métodos que pueden explicar el fenómeno de los sistemas vivientes.

El enfoque de sistemas y la teoría general de sistemas de la cual se deriva, están animando el desarrollo de una nueva clase de método científico abarcado en el paradigma de sistemas, que puede enfrentarse con procesos como la vida, la muerte, nacimiento, evolución, adaptación, aprendizaje, motivación e interacción.

El enfoque de sistemas busca abarcar este nuevo método de pensamiento que es aplicable a los dominios de lo biológico y conductual. Además, requerirá un pensamiento racional nuevo que será complemento del paradigma del método científico tradicional, pero que agregara nuevos enfoques a la medición, explicación, validación y experimentación, y también incluirá nuevas formas de enfrentarse con las llamadas variables flexibles, como son los valores, juicio, creencias y sentimientos.

#### **4.- El enfoque de sistemas: una teoría de organizaciones**

El enfoque de sistemas tiene que ver, en gran parte, con las organizaciones de diseño - sistemas elaborados por el hombre y orientados a objetivos que han servido a la humanidad. El enfoque de sistemas otorga una nueva forma de pensamiento a organizaciones que complementan las escuelas previas de la teoría de las organizaciones, este busca unir el punto de vista conductual con el estrictamente mecánico y conjuntar la organización como un todo integrado, cuyo objetivo sea lograr la función total del sistema, además de armonizar los objetivos en conflicto de sus componentes.

Esta integración demanda nuevas formas de organización formal, como las que se refieren a los conceptos de proyecto de administración y programa de presupuesto con estructuras horizontales súper impuestas sobre las tradicionales líneas de autoridad verticales. Una teoría de sistemas organizacional tendrá que considerar la organización como un sistema cuya operación se explicara en términos de conceptos "sistémicos", como la cibernética, ondas abiertas y cerradas, autorregulación, equilibrio, desarrollo y estabilidad, reproducción y declinación.

Siempre que sea relevante, el enfoque de sistemas ya incluye alguno de estos conceptos en su repertorio. Este complementa otros enfoques sobre la organización y la teoría sobre la administración.

## 5.- El enfoque de sistemas: dirección por sistemas

Las grandes organizaciones, como por ejemplo, las corporaciones multinacionales, la militar, y la diseminación de agencias federales y estatales, enfrentan problemas cuyas ramificaciones e implicaciones requieren que estos sean tratados en una forma integral, a fin de competir con sus complejidades e interdependencias. Tales organizaciones deben tener la habilidad de “planear, organizar y administrar la tecnología eficazmente”. Deben aplicar el enfoque de sistemas y el paradigma de sistemas de solución de sus problemas, un enfoque que requiere que las funciones de sistemas descritas en este libro, se apliquen a la dirección de los problemas complejos de la organización. Al tratar cada situación, esta debe considerarse en el contexto y marco de trabajo de la organización tomada como un “sistema”, un todo complejo en el cual el director busca la eficacia total de la organización (diseño de sistema), y no una óptima local con limitadas consecuencias (mejoramiento de sistemas). La filosofía del todo y perspectiva de este libro pueden, por tanto, aplicarse a las funciones de los directores de promover y desarrollar un enfoque integrativas de las decisiones asignadas, requeridas en el medio altamente tecnológico de la gran empresa. Por tanto, el enfoque y dirección de sistemas puede verse como la misma “forma de pensamiento”, con una metodología común fundamentada en los mismos principios integrativos y sistemáticos.

## 6.- El enfoque de sistemas: métodos relacionados

Creemos que existe una distinción entre lo que algunos llamamos análisis de sistemas, y lo que aquí llamamos enfoque de sistemas. Muchos tratados de análisis de sistemas se han dedicado al estudio de problemas relacionados a los sistemas de información administrativa, sistemas de procesamiento de datos, sistemas de decisión, sistemas de negocio, y similares.

El enfoque de sistemas, como se le concibe en este texto, es bastante general y no se interesa en un tipo particular de sistema. Algunas presentaciones del análisis de sistemas solo enfatizan el aspecto metodológico de este campo. Nuestro tratado sobre el enfoque de sistemas intenta estudiar las herramientas del oficio, así como el fundamento conceptual y filosófico de la teoría. La metodología de checkland, llamado análisis aplicado de sistemas, es más parecida a nuestra teoría general de sistemas aplicada que lo que pudiera parecer que implica su nombre.

La ingeniería de sistemas y la eficiencia de costos también son nombres relacionados al enfoque de sistemas. Todos ellos se derivan de una fuente común, y la literatura de estos campos está íntimamente relacionada con el de análisis de sistemas. No se debe pasar por alto los lazos que unen el enfoque de sistemas con la investigación de operaciones y con la ciencia de la administración. Muchos artículos de esos campos pueden considerarse del dominio de la teoría general de sistemas. Estas tres jóvenes disciplinas aun se encuentran en estado de flujo. Mantienen intereses comunes y poseen raíces comunes. Es concebible que algún día una nueva disciplina que lleve uno de los nombres arriba citados, o alguno nuevo, abarcara a las demás. Hasta este momento, la teoría general de sistemas ha proporcionado el ímpetu hacia esa dirección.

## **7.- El enfoque de sistemas: teoría general de sistemas**

El enfoque de sistemas abarca los principios de la teoría general de sistemas. La teoría general de sistemas es una nueva disciplina que se inicio en 1954. La TGS intenta alcanzar el estatus de una ciencia general a la par de las matemáticas y la filosofía. La teoría general de sistemas proporciona la capacidad de investigación al enfoque de sistemas. Esta investiga los conceptos, métodos y conocimientos pertenecientes a los campos y pensamiento de sistemas. En este contexto, los términos “enfoque de sistemas” y “teoría general de sistemas aplicada” se usan como sinónimo.

# UNIDAD 2 SISTEMAS Y DISEÑO DE SISTEMAS



## 2.1 Definición de Sistema

Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia.

Un sistema puede ser físico o concreto (una computadora, un televisor, un humano) o puede ser abstracto o conceptual (un software)

Cada sistema existe dentro de otro más grande, por lo tanto un sistema puede estar formado por subsistemas y partes, y a la vez puede ser parte de un supersistema.

Los sistemas tienen límites o fronteras que los diferencian del ambiente. Ese límite puede ser físico (el gabinete de una computadora) o conceptual. Si hay algún intercambio entre el sistema y el ambiente a través de ese límite, el sistema es abierto, de lo contrario, el sistema es cerrado.

El ambiente es el medio en externo que envuelve física o conceptualmente a un sistema. El sistema tiene interacción con el ambiente, del cual recibe entradas y al cual se le devuelven salidas. El ambiente también puede ser una amenaza para el sistema.

Un grupo de elementos no constituye un sistema si no hay una relación e interacción, que de la idea de un "todo" con un propósito.

## 2.2 Tipos de sistemas por su origen

### Sistemas vivientes y no vivientes

Los sistemas pueden clasificarse dependiendo de si son vivientes o no vivientes. Los sistemas vivientes están dotados de funciones biológicas como son el nacimiento, la muerte y la reproducción. En ocasiones, términos como "nacimiento" y "muerte", se usan para describir procesos que parecen vivientes de sistemas no vivientes, aunque sin vida, en el sentido biológico como se encuentra necesariamente implicado en células de plantas y animales.

### Sistemas abstractos y concretos

De acuerdo con Ackoff, "un sistema abstracto es aquel en que todos sus elementos son conceptos. Un sistema concreto es aquel en el que por lo menos dos de sus elementos son objetos". Quisiéramos agregar la calificación de que, en un sistema concreto, los elementos pueden ser objetos o sujetos, o ambos. Lo cual no le quita generalidad a las definiciones de Ackoff. Todos los sistemas abstractos son sistemas no vivientes, en tanto que los concretos pueden ser vivientes o no vivientes.

La física trata la estructura de la materia. Sus leyes gobiernan las propiedades de partículas y cuerpos que generalmente pueden tocarse y verse. Sin dejar de tener presente el enfrentamiento con lo muy pequeño, donde el físico atómico solo puede observar partículas en forma indirecta, trazando sus trayectorias en la pantalla de una cámara de burbujas en un campo electromagnético. Situación en la cual, se cuestiona lo concreto y nos acercamos a lo abstracto.

Las ciencias físicas no pueden distinguirse de las demás ciencias alegando que estas tratan exclusivamente los sistemas concretos. Lo concreto se extiende a sistemas y dominios de las ciencias físicas así como a aquellas que pertenecen a las ciencias de la vida conductual y social. Por tanto, lo concreto no es una propiedad exclusiva de los dominios físicos.

El estudio científico incluye abstracciones de sistemas concretos. Los sistemas abstractos se usan para tipificar sistemas a través del espectro total de las ciencias. Por ejemplo, formulamos modelos matemáticos en la física, así como en la antropología, economía, etc. El uso de modelos matemáticos en la teoría general de sistemas y su apelación a la generalidad, explican su posición en la taxonomía de las ciencias, la cual abarca el espectro total.

### **Sistemas abiertos y cerrados**

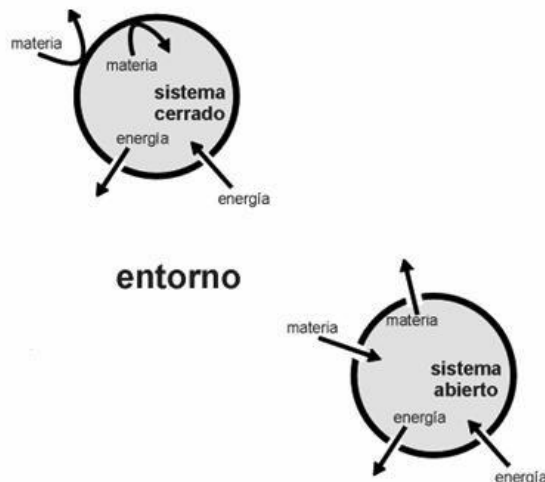
Los conceptos de sistemas abierto y cerrado introducen una diferenciación muy importante entre ellos. Un sistema cerrado es un sistema que no tiene medio, es decir, no hay sistemas externos que lo violen, o a través del cual ningún sistema externo será considerado.

Un sistema abierto es aquel que posee medio; es decir, posee otros sistemas con los cuales se relaciona, intercambia y comunica. Como se notara posteriormente, la distinción entre sistemas abierto y cerrado, es fundamental para la comprensión de los principios básicos de la teoría general de sistemas. Cualquier consideración de sistemas abiertos como sistemas cerrados, en los que pasa inadvertido el medio, trae consigo graves riesgos que deben comprenderse totalmente.



**Imagen 2.1 Humano**

Todos los sistemas vivos son sistemas abiertos. Los sistemas no vivos son sistemas cerrados, aunque la adición de una característica de retroalimentación les proporciona ciertas propiedades limitadas de sistemas vivos, que están relacionadas con su estado de equilibrio.



**Imagen 2.2 Entorno**

Los sistemas cerrados se mueven a un estado estático de equilibrio que es únicamente dependiente de las condiciones iniciales del sistema. Si cambian las condiciones iniciales, cambiará el estado estable final. De acuerdo con la segunda ley de la termodinámica, el sistema se moverá en dirección a la entropía máxima, término que posteriormente se explicará.

En el caso de los sistemas abiertos, puede lograrse el mismo estado final a partir de diferentes condiciones iniciales, debido a la interacción con el medio. A esta propiedad se le da el nombre de equifinalidad. Los sistemas no vivientes con una retroalimentación apropiada tenderán hacia estados de equilibrio, que no dependen únicamente de las condiciones iniciales, sino más bien de las limitaciones impuestas al sistema. El movimiento hacia este estado final le da al sistema no viviente alguna semejanza a la conducta de búsqueda de objetivos, la cual está reservada estrictamente a los sistemas vivientes. Por tanto, en virtud del mecanismo de retroalimentación, los sistemas no vivientes "parecen mostrar equifinalidad" y "adquirir algunas de las propiedades de los sistemas vivientes en virtud de estar abiertos".

## 2.3 Características Generales de los sistemas

**Los sistemas se caracterizan por los siguientes conceptos:**

### ***Elementos***

Los elementos son los componentes de cada sistema. Los elementos de sistema pueden a su vez ser sistemas por derecho propio, es decir subsistemas. Los elementos de sistema pueden ser inanimados (no vivientes), o dotados de vida (vivientes). La mayoría de los sistemas con los que tratamos son agregados de ambos. Los elementos que entran al sistema se llaman *entradas* y los que lo dejan son llamados *salidas* o resultados.

### ***Proceso de conversión***

Los sistemas organizados esta dotados de un proceso de conversión por el cual los elementos del sistema pueden cambiar de estado. El proceso de conversión cambia elementos de entrada en elementos de salida. En un sistema con organización, los procesos de conversión generalmente agregan valor y utilidad a las entradas, al convertirse en salidas. Si el proceso de conversión reduce el valor o utilidad en el sistema, este impone costos e impedimentos.

### ***Entradas y recursos***

La diferencia entre entradas y recursos es mínima, y depende solo del punto de vista y circunstancia. En el proceso de conversión, las entradas son generalmente los elementos sobre los cuales se aplican los recursos. Por ejemplo, los estudiantes que ingresan al sistema de educación son entradas, en tanto que los maestros son uno de los recursos utilizados en el proceso. Desde un contexto más amplio, los estudiantes, los estudiantes con una educación se tornan recursos, cuando se convierten en el elemento activo de la comunidad o sociedad. En general, el potencial humano (maestros, personal no académico, personal académico, personal administrativo), el talento, el saber cómo y la información, pueden considerarse todos intercambiables como entradas o recursos empleados en el sistema de educación.

Cuando se identifican las entradas y recursos del sistema, es importante especificar si están o no bajo el control del diseñador del sistema, es decir, si pueden considerarse como parte del sistema o parte del medio. Cuando se evalúa la eficacia de un sistema para lograr sus objetivos, las entradas y los recursos generalmente se consideran costos.

### ***Salidas o resultados***

Las salidas son los resultados del proceso de conversión del sistema y se cuentan como resultados, éxitos o beneficios.

### ***El medio***

Es necesario decidir sobre los límites de los sistemas cuando se estudian sistemas abiertos (vivientes), sistemas que interactúan con otros sistemas. La definición de los límites de sistema determina cuales sistemas se consideran bajo control de quienes toman las decisiones, y cuales deben dejarse fuera de su jurisdicción (conocidos como conocidos o dados). A pesar de donde se implantan los límites del sistema, no pueden ignorarse las interacciones con el medio, a menos que carezca de significado las soluciones adoptadas.

### ***Propósito y función***

Los sistemas inanimados están desprovistos de un propósito evidente. Estos adquieren un propósito o función específicos, cuando entran en relación con otros subsistemas en el contexto de un sistema más grande, por tanto las conexiones entre subsistemas, y entre subsistemas y el sistema total, son de considerable importancia en el estudio de sistemas.

### ***Atributos***

Los sistemas, subsistemas, y sus elementos, están dotados de atributos o propiedades. Los atributos pueden ser cuantitativos o cualitativos. Esta diferenciación determina el enfoque a utilizarse para medirlos. Los atributos cualitativos ofrecen mayor dificultad de definición y medición que su contraparte los atributos cuantitativos. Los atributos en ocasiones se usan como sinónimos a mediciones de eficacia, aunque deben diferenciarse el atributo y su medición.

### ***Metas y objetivos***

La identificación de metas y objetivos es de suma importancia para el diseño de sistemas. En la medida en que se disminuye el grado de abstracción, los enunciados de propósito serán mejor definidos y más operativos. Las mediciones de eficacia regulan el grado en que se satisfacen los objetivos de sistemas. Estas representan el valor de atributos de sistemas.

### ***Componentes, programas y misiones***

En sistemas orientados a objetivos, se organiza el proceso de conversión alrededor del concepto de componentes, programas o misiones, el cual consiste de elementos compatibles reunidos para trabajar hacia un objetivo definido. En la mayoría de los casos, los límites de los componentes no coinciden con los límites de la estructura organizacional, una cuestión bastante significativa para el enfoque de sistemas.

### ***Administración, agentes y autores de decisiones***

Las acciones y decisiones que tienen lugar en el sistema, se atribuyen o asignan a administradores, agentes y autores de decisiones cuya responsabilidad es la guía del sistema hacia el logro de sus objetivos. Primordialmente nos interesamos en el estudio de organizaciones o sistemas organizados orientados a un objetivo, es decir, en aquellos que poseen un propósito o función definibles, y se esfuerzan hacia uno o más objetivos o resultados observables y medibles

### ***Estructura***

La noción de estructura se relaciona con la forma de las relaciones que mantienen los elementos del conjunto. La estructura puede ser simple o compleja, dependiendo del número y tipo de interrelaciones entre las partes del sistema. Los sistemas complejos involucran jerarquías que son niveles ordenados, partes, o elementos de subsistemas. Los sistemas funcionan a largo plazo, y la eficacia con la cual se realizan depende del tipo y forma de interrelaciones entre los componentes del sistema.

### ***Estados y flujos***

Es usual distinguir entre estados y flujos de sistemas. El estado de un sistema se define por las propiedades que muestran sus elementos en un punto en el tiempo. La condición de un sistema está dada por el valor de los atributos que lo caracterizan. Los cambios de un estado a otro por los que pasan los elementos del sistema dan surgimiento a flujos, los cuales se definen en términos de tasas de cambio del valor de los atributos de sistema. La conducta puede interpretarse como cambios en los estados de sistema sobre el tiempo.

## 2.4 Ideas particulares de los sistemas

Los tratadistas sobre sistemas presentan diversas definiciones de este concepto. De hecho se tienen más de treinta definiciones, algunas de ellas son:

- Un conjunto de elementos con sus interrelaciones. (Bertalanffy, 1969)
- Cualquier conjunto de variables disponibles en una maquina real (Ashby, 1961)
- Un conjunto de objetos, las relaciones entre los objetos y entre sus atributos (Hall, 1962)
- Un conjunto de actividades que se encuentran conectadas, tanto en el tiempo como en el espacio, por un conjunto de decisiones y evaluaciones sobre su comportamiento (Sengupta y Ackolff, 1965)
- Cualquier cosa que consista en partes conectadas conjuntamente (Beer, 1959; 1966)
- La aplicación (mapeo) de un conjunto de términos (insumos y estados) en otro conjunto de términos (productos) (Mesarovic, 1968)
- Un dispositivo, procedimiento o esquema que se comporta de acuerdo con cierta descripción, donde su función es operar con información y/o energía.

## 2.5 Taxonomías de sistemas

### 2.5.1 Taxonomía de Building

Se basa en una clasificación vertical de niveles jerárquicos de sistemas, desde subsistemas hacia sistemas, luego a supersistema, y continúa hacia meta sistemas, a su vez subsistemas de sistemas mayores, y así sucesivamente.

La complejidad de cada nivel podría definirse en función de las interrelaciones entre los elementos de cada tipo de sistema y variedad de estos que cada sistema puede asumir. Con base en las consideraciones anteriores, la taxonomía de Building define los **siguientes niveles**:

- 1. Primer nivel.** Las estructuras estáticas. Incluye desde la estructura atómica hasta la estructura galáctica, pasando por las moléculas cristalinas, Tierra, Sistemas Solar y universo.
- 2. Segundo nivel.** Los sistemas dinámicos simples o mecanismos. Incluye desde una palanca hasta un complejo dinámico. Inclusive hasta el mismo Sistema Solar visto dinámicamente. El ámbito disciplinario de este nivel lo constituyen la física, la química, la economía y otros similares.
- 3. Tercer nivel.** Los sistemas de control o cibernéticos. Este nivel abarca desde los sistemas mecanicistas de control como un termostato y un regulador de voltaje, hasta modelos cibernéticos homeostáticos como un autómatas o un “perceptrón”. El ámbito disciplinario de este nivel lo constituyen la teoría de control la cibernética y la teoría de la información.

4. **Cuarto nivel.** Los sistemas abiertos. Aquí entran desde las manifestaciones de equilibrio físico-químicas, como la flama y los fenómenos termodinámicos, hasta las células con sus propiedades de supervivencia y autorrelación. El ámbito disciplinario de este nivel lo constituye la teoría del metabolismo.
  
5. **Quinto nivel.** El sistema genético-social de los organismos inferiores. Lo conforman las plantas y las entidades integrantes de una sociedad de células con elementos diferenciados, de dependencia mutua donde existe una división del trabajo pero con un objetivo común. El ámbito disciplinario de este nivel es el de la botánica
  
6. **Sexto nivel.** El sistema animal lo constituye el reino animal y racional. Se caracteriza por un incremento en la teleología de sus entidades. Es un nivel con mayor movilidad y con cierta conciencia elemental. Los receptores de información especializados se encuentran, más desarrollados (sentidos como el ojo, el oído el olfato, el tacto, el gusto). El sistema nervioso alcanza un grado de complejidad mayor al grado de contar con un cerebro, elemento de organización de información. El ámbito disciplinario de este nivel es la zoología.
  
7. **Séptimo nivel.** El ser humano. En este nivel localizamos todas las características del sexto nivel, el animal, pero la conciencia del humano es más compleja. El cerebro humano reconstruye imágenes en el cerebro y tiene la capacidad de reflexión. Esto se demuestra mediante su capacidad de hablar, escribir, discernir, leer; esto es, capacidades de reconocimientos de patrones mucho más compleja que reconocer un gruñido o un olor. El ser humano además de la posesión del espacio también tiene la del tiempo y organiza sus actividades bajo dicha concepción. El ámbito disciplinario de este nivel es el de la biología, la psicología y la psiquiatría.

- 8. Octavo nivel.** El sistema social y cultural. Este nivel lo constituyen las organizaciones sociales y esta caracterizado por el contenido y el significado de los paquetes de información y por la esencia y trascendencia de las escalas de valores. Están incluidos también los eventos históricos y las expresiones culturales como la música, poesía y pintura entre otras. También incluye el conjunto de las emociones humanas. El ámbito disciplinario de este nivel lo constituyen la psicología la antropología, la historia y las ciencias del comportamiento.
- 9. Noveno nivel.** Los sistemas trascendentales. Abarca todo lo que es esencial, lo final, lo absoluto, lo trascendente, en este nivel se encuentran el “todo” en sus diferentes concepciones. Es el nivel de lo divino. Su ámbito disciplinario, el que se dedica al estudio de sus características, lo constituyen la filosofía, la teosofía, la teología y la cosmogonía

## 2.5.2 Taxonomía de checkland

**Según Checkland las clasificaciones u ordenamiento por clases de los sistemas son las siguientes:**

•**Sistemas Naturales:** es la naturaleza, sin intervención del hombre, no tienen propósito claro.

•**Sistemas Diseñados:** son creados por alguien, tienen propósito definido. Ejemplo un sistema de información, un carro.

•**Sistemas de Actividad Humana:** contienen organización estructural, propósito definido. Ejemplo: una familia.

•**Sistemas Sociales:** son una categoría superior a los de actividad humana y sus objetivos pueden ser múltiples y no coincidentes. Ejemplo: una ciudad, un país.

•**Sistemas Transcendentales:** constituyen aquello que no tiene explicación. Ejemplo: Dios, metafísica El sistemista inglés Peter Checkland señaló hace más de 40 años que: “lo que necesitamos no son grupos interdisciplinarios, sino conceptos transdisciplinarios, o sea conceptos que sirvan para unificar el conocimiento por ser aplicables en áreas que superan las trincheras que tradicionalmente delimitan las fronteras académicas”

**Veamos un ejemplo:** Son numerosas las entidades naturales que poseen reguladores - también naturales - de algunos de sus procesos o funciones. Nosotros mismos, como seres biológicos, tenemos diversas regulaciones, por ejemplo en el caso de nuestra presión sanguínea, de nuestra temperatura corporal, de nuestro ritmo respiratorio y cardíaco, del nivel glucémico en la sangre, etcétera...

Regulaciones similares - y los dispositivos correspondientes - existen en todos los seres vivos (animales y vegetales), que deben adaptarse y readaptarse sin cesar, a condiciones variables de entorno y de equilibrio interno.

Todos los reguladores tienen el mismo mecanismo básico, o sea la retroacción por retroalimentación (el “feedback”) del efecto resultante del proceso, observado y medido en cada instante, sobre el ritmo de la función o del proceso mismo.

**Por ejemplo**, el corazón está equipado con un dispositivo nervioso acelerador o frenador que responde a la percepción orgánica de la presión sanguínea. En síntesis, el principio del feedback es absolutamente general: se trata de la regularización de la actividad (función, proceso) por los resultados de la misma y en correspondencia con una norma existente naturalmente, o establecida por un agente.



**Imagen 2.3 Corazón**

En este caso de los controles, o sea las regulaciones creadas por el hombre, la “norma” es introducida por el contralor humano en función de un criterio razonado referido a la meta buscada. Un ejemplo muy conocido es el termostato. Otro es el rol del flotador en el tanque de agua del baño.

El concepto de retro-alimentación (feedback) es por lo tanto una meta-concepto: Reúne las características comunes de múltiples ejemplos específicos de retro-alimentación.

### **Modelo general**

Teniendo esto en cuenta, es posible establecer un modelo general del proceso de regulación que puede resumirse como sigue:

- a. Debe haber un monitor que mide el flujo, la velocidad, la presión, o en general el ritmo, valor o nivel del proceso
  
- b. Debe especificarse un valor de referencia, o sea el óptimo que es necesario buscar, obtener y mantener
  
- c. Debe haber un medidor permanente de las diferencias entre los sucesivos valores observados y el valor óptimo
  
- d. El medidor de diferencias debe estar conectado a un efector que convierta la diferencia observada en disparador de la corrección necesaria
  
- e. Después de tener lugar la corrección, se debe volver al principio y monitorear el resultado, tornando así cíclica la regulación

### **Algunos conceptos y modelos transdisciplinarios**

Existen varios otros modelos transdisciplinarios estructurales o funcionales, que presentan caracteres generales similares y son significativos en varias o muchas aplicaciones específicas.

**Pueden citarse al respecto:**

- La taxonomía de los subsistemas estructurales y funcionales de J. Miller
- Los distintos modos de crecimiento (p.ej. lineal, exponencial, asintótico)
- La estabilidad dinámica, u homeostasis
- Las estructuras y funciones fractales
- La auto-reproducción por recursividad
- La estructuración por disipación de energía
- Las catástrofes (o discontinuidades bruscas y rupturas de trayectorias)
- La equifinalidad (llegando al mismo resultado por caminos diferentes)
- El aura (o rastros de algún sistema desaparecido).

Estos conceptos y modelos transdisciplinarios se pueden describir como herramientas para interrogar e interpretar estados y comportamientos de cualquier clase de entidades organizadas.

Cubren un vasto dominio de fenómenos complejos que no pueden interpretarse usando los modelos tradicionales, como por ejemplo el determinismo causal lineal o el análisis reduccionista.

## 2.6 Diferencia de la mejoría de sistemas

### Diferencias del mejoramiento de sistemas

El tratamiento de los problemas de los sistemas mediante el mejoramiento en la operación de sistemas existentes, está destinado a fallar. El mejoramiento de sistemas no puede dar resultados solo en el contexto limitado de pequeños sistemas con interdependencias insignificantes con otros sistemas -una condición que no ocurre muy a menudo. Las razones para el fracaso de la filosofía del mejoramiento de sistemas pueden ligarse a algunas de las siguientes.

### Búsqueda de causas de mal funcionamiento dentro de los límites del sistema

Cuando ocurre un mal funcionamiento de sistema, existe una tendencia natural a buscar las causas dentro del sistema -es decir, culpar del mal funcionamiento a la desviación que uno de los subsistemas hace de su conducta normal. La metodología del mejoramiento de sistemas se basa en el enfoque analítico o paradigma de ciencia, el cual predica una limitación de las causas del mal funcionamiento dentro de los límites del sistema. Cuando tratamos la falta de apetito de un niño, descartamos la seriedad de la enfermedad atribuyéndola a causas dentro del sistema, como por ejemplo, demasiada comida ingerida anteriormente o un virus. Es solamente cuando el apetito del niño no se recupera en un corto plazo, que comenzamos a sospechar causas fuera de su medio; es decir, se traen al cuadro otros sistemas.

La exposición razonada del mejoramiento de sistemas, tiende a justificar sistemas como fines en sí mismos, sin considerar que un sistema existe solo para satisfacer los requerimientos de sistemas mayores en los cuales este mismo está incluido. Un caso en cuestión lo proporciona un sistema de educación en el cual los administradores están interesados únicamente en la solución de problemas operantes internos. El síndrome de mejoramiento de sistemas reemplaza objetivos a largo plazo con otros inmediatos y oculta la misma razón de existencia del sistema. La justificación de un sistema de

educación debe satisfacer las demandas de la comunidad a largo plazo y proporcionar empleos para sus graduados. Cuando estos últimos dejan el sistema y no pueden encontrar trabajo, es el sistema de educación el que está parcialmente defectuoso. La causa de este mal funcionamiento no puede atribuirse solamente a las razones encontradas dentro del sistema, como por ejemplo, defectos de estructura u operación. Debe diagnosticarse y corregirse la función mediante la planeación de las salidas del sistema de educación en relación con las demandas de otros sistemas con los cuales se interrelaciona.

### **Restauración del sistema a la normalidad**

El mejoramiento de sistemas se basa en la identificación de desviaciones entre la operación real de un sistema y lo que generalmente se denomina "normal" o "estándar". Después de que se han especificado esas desviaciones, se identifica su causa a fin de corregir malos funcionamientos. El camino para corregir muchos problemas de sistemas sigue esta línea de ataque. Un ejemplo lo proporciona el sistema de bienestar social, a menudo perjudicial. Un extenso estudio de la situación revela que tratar de resolver los problemas internos del sistema como existe en el presente, no proporciona efectos duraderos. En el mejor de los casos, nuestros esfuerzos reducen la fluctuación de bienestar temporalmente y, en el proceso, afectan la entrada de muchas familias e individuos necesitados. No puede resultar una solución duradera de un mejoramiento en la operación de los sistemas existentes en la actualidad. Esta requiere un rediseño completo. Lo que se necesita no es otra investigación para determinar que tantos receptores de bienestar están "engañando" (es decir, encontrar las desviaciones entre las operaciones reales y las reglas o normas establecidas). Un mejoramiento de operaciones no es un mejoramiento duradero. Debemos rediseñar el sistema que proporciona ayuda al que se encuentra en desventaja. El mal funcionamiento de los sistemas actuales está compuesto por cambios parciales desunidos en los sistemas y sus componentes. Lo que se necesita es una reparación completa del sistema total, un nuevo diseño de sistemas.

## Supuestos y objetivos incorrectos y obsoletos

No es cosa del otro mundo encontrar organizaciones en las cuales la formulación de supuestos y objetivos no hayan sido expresados en forma explícita. En este contexto no tiene sentido fomentar el mejoramiento de sistemas. Cuando no existen los estándares, los autores de las decisiones carecen de dirección y no pueden determinar la eficacia de su política.

Muchos de nuestros mejoramientos de sistemas se emprenden bajo razones erróneas y conducen a soluciones que son peores que la situación que intentaron resolver. Muchos ejemplos de mejoramiento de sistemas dan origen a supuestos y objetivos defectuosos. Un ejemplo es el intento para resolver el problema de la congestión en las vías rápidas, es decir, la construcción de más vías para incrementar su capacidad. Ninguna ciudad es inmune a este síndrome. Cuando ocurren cuellos de botella, se ordena un cálculo de tráfico y se toma una decisión para ampliar la calle o vía pública de manera que puedan circular más autos y más tráfico. Es obvio que el agregar vías es un mejoramiento de sistemas en el mejor sentido de la palabra. Sin embargo, este mejoramiento será por corto tiempo, debido a que está basado en supuestos y objetivos erróneos. Durante un tiempo, el agregar vías alivia la congestión. Sin embargo, las nuevas vías pronto estarán congestionadas con más automóviles, lo que a su vez requiere más concreto -un círculo vicioso que solo terminara después de que nos hayamos abierto paso muchas veces.

La fundamentación de este tipo de mejoramiento se basa en supuestos fuertemente sostenidos que son difíciles de cambiar. La necesidad de construir vías públicas supone que no hay las suficientes y que los viajeros quieren llegar a su destino tan pronto como sea posible y en línea recta. Estos supuestos pueden ya no ser válidos al tiempo cuando el sistema interestatal de vías públicas como se concibió originalmente este casi completo y cuando nos demos cuenta de que más vías públicas y más amplias, no necesariamente proporcionan mayor fluidez en la carretera. Además, los ciudadanos han expresado el deseo de preservar la belleza escénica y están dispuestos a pagar más por una ruta que la conserve. Persistir en "mejorar" el sistema de vías públicas es hacer caso omiso del hecho de que las premisas originales en

las cuales se diseñó el sistema han cambiado. Mejorar un concepto de diseño obsoleto debe conducir a algo menor que el sistema óptimo. En vez de tratar de mejorar el sistema de carreteras se deberían buscar alternativas en la escala de los sistemas más grandes -es decir, en la escala del sistema de transporte.

### **¿Planificador líder" o "planificador seguidor"?**

Otra manifestación del problema de mantener los supuestos incorrectos y buscar los objetivos erróneos puede referirse a conceptos diferentes del planeamiento y del papel del planificador. Desde un punto de vista, el planear para las necesidades sociales, es un proceso que da por hecho las tendencias actuales y simplemente las extrapola para determinar la forma de los sistemas por venir. En este punto, la planificación se basa en la premisa de que las fuerzas que dan forma a las tendencias actuales, son irreversibles e intocables. A esto se le llama "planear para satisfacer las tendencias". Lo cual permite que las fuerzas actúen sobre los eventos para dictar las necesidades. Desde otro punto de vista, que hemos decidido llamar "planear para influir en las tendencias", el planificador se esfuerza por determinar los efectos objetables de las tendencias actuales y trata de animar la elección de las alternativas que se opongan a ellas. Desde esta perspectiva del planeamiento, es imperativo percibir los efectos adversos de las posibles alternativas antes de que se implementen, y proporcionar incentivos para evitar resultados indeseables.

Es obvio que el papel del planificador difiere en las dos clases de planeamiento descritas anteriormente. En una, el planificador desempeña el papel de seguidor, y en la otra, el papel de líder. Cuando el planeamiento encabeza, este anticipa el impacto de diseño en vez de ser simultánea. El planear entonces funciona como se pensaba, es decir, promover y diseñar un crecimiento ordenado, en lugar de dejar que este suceda o que los resultados se produzcan sin influir en las fuerzas que lo forman.

En la actualidad, cuando las personas van en sus automóviles al centro de las grandes ciudades, se construyen con más frecuencia vías rápidas adicionales,

puentes y estacionamientos para satisfacer estos requerimientos. El planeamiento y el planificador están renuentes a influir o interferir en los hábitos adquiridos y tendencias establecidas. Ellos consideran al individuo y sus idiosincrasias como sagrados e intocables. Otro ejemplo ilustrara con mayor detalle este punto. Estudios sobre la población de aeropuertos muestran que del 15 al 50% de la población del aeropuerto estimada diariamente puede consistir de visitantes quienes van al aeropuerto a despedir a sus parientes y amigos. El resto de la población está compuesta por pasajeros y empleados, quienes puede decirse que tienen negocios legítimos que tramitar ahí. La amplia variedad en los porcentajes puede presumiblemente atribuirse a la dificultad relativa o facilidad de acceso entre diferentes aeropuertos, o a la alternativa de instalaciones de abordaje proporcionadas en las grandes ciudades. Estos estudios además sugieren que más de una tercera parte de los viajes a un aeropuerto pueden generarlo los visitantes, y el resto, los viajeros y empleados del aeropuerto. En tanto que los porcentajes pueden variar de una ciudad a otra y de un aeropuerto a otro, corresponde a las autoridades locales considerarlos, antes de emprender proyectos para construir vías rápidas adicionales para dar servicio a los aeropuertos con un tráfico creciente. Generalmente, los planificadores de ciudades, vías rápidas y aeropuertos juegan con las tendencias actuales, y nunca cuestionan la premisa que deben continuar los viajes innecesarios. Agrandan los aeropuertos y vías rápidas, y comprometen fondos y recursos, para dar servicio tanto a viajeros como a visitantes. Esto no tiene sentido en absoluto. Dada la elevada proporción de visitantes no viajeros, el planeamiento debe desanimar a estos de entorpecer las vías rápidas, proporcionando alternativas e instalaciones adecuadas para ellos, para encontrar y saludar a sus amigos. Esto evitara la necesidad de construir mas vías para dar servicio a lo que obviamente es un tráfico innecesario.

Siempre nos hemos defendido de intentar cambiar tendencias y de tomar la delantera para influir en las necesidades. Esto se ha hecho en nombre de la libertad del individuo, el llamado derecho inalienable del individuo de hacer lo que le plazca. Hemos llegado al punto en que al individuo ya no puede permitírsele hacer lo que le plazca. En el caso que se acaba de ilustrar,

obviamente no habría el cemento suficiente para pavimentar carreteras que permitieran a todos los que no viajen, el acceso a los aeropuertos. Necesitamos imponer algunas restricciones sobre los viajes innecesarios e influir en su naturaleza y composición. Sin duda, la libertad y los derechos individuales se encuentran en peligro de corroerse más, a menos que el planificador actúe sobre el impacto nocivo de las tendencias actuales y cambie su posición en relación a la infalibilidad de los supuestos largo tiempo sostenidos. La limitación de nuestros recursos naturales y los elaborados por el hombre lo demanda. En el contexto de diseño de sistemas, el planificador debe ser un "planificador líder", en vez de un "planificador seguidor".

### **Las barreras de las jurisdicciones legales y geográficas**

La filosofía del mejoramiento de sistemas no puede competir con la fragmentación legal y geográfica de jurisdicciones que pueden existir entre sistemas y que evitan a los autores de decisiones tomar una acción convenida para resolver los problemas de sistemas. Pueden citarse muchos de estos ejemplos. En el área de los recursos de agua, proporcionar agua donde hay escasez, requiere una consideración del abastecimiento de agua desde una perspectiva regional, interestatal, e incluso intercontinental. La investigación de alternativas posibles generalmente se ve severamente limitada por los requerimientos impuestos por los límites jurisdiccionales legal y geográfico. Un estudio rápido de los distritos de agua en California, revela que cada ciudad ha resuelto el problema de asegurar el agua para sí misma, sobre la base de acuerdos locales o regionales, sin referirse a una política estatal más amplia.

Una multitud de ejemplos ilustran la necesidad de superar las barreras tradicionales antes que pueda llegarse a su solución. Es obvio que los intentos para mejorar la calidad de vida requerirán más que los estatutos locales que prohíben la descarga de desechos en ciertos ríos, o el quemar las hojas en ciertos lugares. El mejorar las condiciones del medio, no puede hacerse dentro del contexto de los actuales límites legal y geográfico. El advenimiento del transporte supersónico afecta a aeropuertos que no cuentan con las instalaciones suficientes para manejar el aumento en el número de pasajeros a municipios cuyos residentes se quejan de los amenazantes niveles de ruido, y

a aéreas cuya atmósfera estará contaminada por los escapes de los grandes aviones. Estos problemas y muchos otros rebasan los límites de las jurisdicciones tradicionales, y tendrán que resolverse en el contexto de un sistema mayor en el cual se incluyan todos los demás sistemas -en resumen, del sistema total.

### **Descuido de los efectos secundarios**

El mejoramiento de sistemas tiende a omitir los efectos no deseados que la operación en un sistema puede causar en los demás. El problema al que ya nos referimos, de controlar la calidad del medio, se centra en crear una agencia de observancia lo suficientemente amplia y poderosa para que abarque todos los intereses, una que pueda estar en posición de imponer requerimientos justos y significativos en todos. Requerir a los automovilistas que usen un equipo de control en los escapes de sus automóviles puede interpretarse como efectivo, solamente en el contexto de una solución que surta efecto al nivel de un sistema mayor, el cual incluya no solo al público, sino a la iniciativa privada, industria, gobierno y milicia.

El mejoramiento de sistemas aislados puede tener repercusiones en otros sistemas, como lo ilustra el loable objetivo de mejorar la salud de la población a fin de incrementar la expectativa de vida. Mientras que la salud mejora, puede en forma aislada parecer benéfico desde el punto de vista del bienestar físico de nuestros ciudadanos ancianos, esta acción debe considerarse en un contexto más amplio, que incluya su bienestar psicológico, así como el físico. Es inútil prolongar la vida (un mejoramiento de sistemas), si las personas ancianas no cuentan con recursos financieros o ratos de ocio para disfrutar su más larga vida. Alargar la vida a través de un mejoramiento en las mediciones de cuidado en la salud, es un ejemplo típico de mejoramiento de sistemas que hace caso omiso de los intereses de sistemas mayores.

Es importante estructurar una "sensibilidad" ante "los riesgos de la su optimización", un peligro que incluye, seleccionar objetivos para unidades de operación local que no están a tono con los propósitos mayores de la organización como un todo. De cierta manera, surge también el problema cuando la administración se optimiza con respecto a los costos privados, sin referirse a los costos sociales, olvidando por tanto "los costos externos de producción que son virtualmente el acompañante inevitable de los costos internos de producción".

### **Mejoramiento de sistemas como un método de investigación**

Por las razones expuestas anteriormente, el mejoramiento de sistemas y el paradigma de ciencia fallan como métodos útiles de investigación en la búsqueda de soluciones a los problemas de sistemas complejos. El mejoramiento de sistemas tiene una larga historia, está bien parapetada, y tomara mucho tiempo remplazarla. Se ha utilizado bajo nombres diferentes en todas las clases sociales. Los defensores de la simplificación, la reducción de costos y la eficiencia, continúan vendiendo mejoramiento de sistemas bajo diferentes formas a las ciudades, gobiernos, distritos escolares, bibliotecas, e incluso negocios e industrias.

## **2.7 Diseño de sistemas con un enfoque de sistemas**

El diseño de sistemas difiere del mejoramiento de sistemas en su perspectiva, métodos y procesos de pensamiento. En la tabla 1.1 se presenta una comparación de estos dos métodos para obtener un cambio. Cuando se aplica el mejoramiento de sistemas, las preguntas que surgen se relacionan al funcionamiento apropiado de los sistemas como existen: generalmente se establece el diseño de los sistemas y se enfatiza el asegurar que este opere de acuerdo a la especificación. Por otro lado, el enfoque de sistemas es básicamente una metodología de diseño, y como tal, cuestiona la misma naturaleza del sistema y su papel en el contexto de un sistema mayor.

<b>TABLA 1.1. COMPARACION DE DOS METODOLOGIAS DE CAMBIO: MEJORAMIENTO DE SISTEMAS Y DISEÑO DE SISTEMAS</b>		
	<b>Mejoramiento de sistemas</b>	<b>Diseño de sistemas</b>
Condiciones del sistema	El diseño se implanta	Se cuestiona el diseño
Intereses	Sustancia	Estructura y proceso
	Contenido	Método
	Causas	Propósito y función
Paradigma	Análisis de sistemas y subsistemas componentes (el método analítico o paradigma de ciencia)	Diseño del sistema global (el enfoque de sistemas o paradigma de sistemas)
Proceso de razonamiento	Deducción y reducción	Inducción y síntesis
Salida	Mejoramiento del sistema existente	Optimización del sistema global
Método	Determinación de causas de desviaciones entre operación intentada y real (costos directos)	Determinación de la diferencia entre el diseño real y el diseño óptimo (costos de oportunidad)
Énfasis	Explicación de desviaciones del pasado	Predicciones de resultado futuros
Perspectiva	Introspectiva: del sistema hacia el interior	Extrospectiva: del sistema hacia el exterior
Papel del planificador	Seguidor: satisfacer las tendencias reinantes	Líder: influir sobre las tendencias y modificarlas

La primera pregunta que surge cuando se aplica el enfoque de sistemas, se refiere al propósito de la existencia del sistema; este requiere una comprensión del sistema en relación con todos los demás sistemas mayores y que están en interfaz con este mismo. A esta perspectiva se le llama Extrospectiva

Lo anterior debido a que esta procede del sistema hacia el exterior, en contraste con el mejoramiento de sistemas que es introspectivo, ya que procede del sistema hacia el interior. También se expresó que el mejoramiento de sistemas es el englobamiento del método analítico por el cual se estudian la condición de los sistemas componentes y sus elementos respectivos mediante deducción y reducción para determinar la causa de las desviaciones de los resultados esperados o intentados. El enfoque de sistemas procede de lo

particular a lo general, e infiere el diseño del mejor sistema, mediante un proceso de inducción y síntesis.

Diseñar el sistema total significa crear una configuración de sistema que sea óptimo. No estamos intentando en este punto explicar dónde y cómo se logra lo óptimo. Es suficiente comparar la jerarquía limitada del mejoramiento de sistemas con la panorámica ilimitada del enfoque de sistemas.

El enfoque de sistemas es un método de investigación, una forma de pensar, que enfatiza el sistema total, en vez de sistemas componentes, se esfuerza por optimizar la eficacia del sistema total en lugar de mejorar la eficiencia de sistemas cercanos. El enfoque de sistemas calcula el mejoramiento de sistemas, el cual busca las causas del mal funcionamiento dentro de los límites de los sistemas, rehusando agrandar los límites en los sistemas y extender la investigación con diseños alternos más allá de los límites de los sistemas inmediatos. Restaurar un sistema a su especificación de diseño no es cuestionar los supuestos y objetivos originales que impulsaron el diseño original del sistema. Los supuestos y objetivos pueden ser erróneos u obsoletos. Además, el enfoque de sistemas coloca al planificador en el papel de líder, en vez de seguidor, y considera el rediseño y configuraciones de sistemas, mediante el intento de eliminar barreras legales y geográficas, que impiden la internalización de los efectos secundarios de difusión.

En contraste con la metodología de cambio a la que llamamos mejoramiento de sistemas, el enfoque de sistemas es una metodología de diseño caracterizada por lo siguiente:

1. Se define el problema en relación a los sistemas superordinales, o sistemas a los cuales pertenece el sistema en cuestión y está relacionado mediante aspectos comunes en los objetivos.

2. Los objetivos del sistema generalmente no se basan en el contexto de subsistemas, sino que deben revisarse en relación a sistemas mayores o al sistema total.
3. Los diseños actuales deben evaluarse en términos de costos de oportunidad o del grado de divergencias del sistema del diseño óptimo.
4. El diseño óptimo generalmente no puede encontrarse incrementada mente cerca de las formas presentes adoptadas. Este involucra la planeación, evaluación e implantación de nuevas alternativas que ofrecen salidas innovadoras y creativas para el sistema total.
5. El diseño de sistemas y el paradigma de sistemas involucran procesos de pensamiento como inducción y síntesis, que difieren de los métodos de deducción y reducción utilizados para obtener un mejoramiento de sistemas a través del paradigma de ciencia.
6. El planeamiento se concibe como un proceso por el cual el planificador asume el papel de líder en vez de seguidor. El planificador debe animar la elección de alternativas que alivien a incluso se opongan, en Lugar de reforzar los efectos y tendencias no deseados de diseños de sistemas anteriores.

## **2.8 Aplicaciones del enfoque de sistemas en organizaciones**

### **El enfoque de sistemas: el punto de vista del administrador**

Existen cuatro áreas importantes en la aplicación del enfoque de sistemas en organizaciones, que requieren una particular atención:

1. Definir los límites del sistema total y del medio
2. Establecer los objetivos del sistema.
3. Determinar la estructura del programa y las relaciones de programas
4. Describir la administración de sistemas.

## Definición de los límites del sistema total y del medio

En un principio se definió el medio como todos aquellos sistemas sobre los cuales el que toma decisiones no tiene control. Los límites entre el sistema y su medio no seguían las líneas establecidas de un diagrama de organización. El sistema que se busca considerar no termina cuando se han calculado todos los elementos de una organización. El sistema total comprende todos los sistemas que se considera afectan o se ven afectados por el problema de que se trata, a pesar de la organización formal a la cual pertenecen. Por exclusión, el medio son todos los sistemas no incluidos en el sistema total.

## Los siguientes ejemplos deben aclarar el significado de estos conceptos.

1. Anteriormente se considero el problema que confrontan el Estado y los oficiales federales a cargo de la planeación y construcción de vías rápidas. Concentrarse en la construcción de vías rápidas es un propósito estrecho incluso, el cual no asegura el limitado objetivo de transportar personas rápida y seguramente, de su origen a su destino. Al construir más vías rápidas para agilizar los antiguos cuellos de botella, más automóviles viajan por estas, hasta que surgen nuevos cuellos de botella. Es obvio que añadir más concreto y agregar más vías a las carreteras, no resuelve el problema de transporte.

¿Cuál es el problema de transporte? ¿Es asegurar que el viajero llegue a tiempo a su trabajo y pueda retornar a su hogar sin problemas? ¿Está relacionado con el viajar de automovilistas que no disfrutan en particular una carretera recta, sino que preferirían una carretera sinuosa, a través de un hermoso Pals entrecortado por colinas y valles? ¿Se refiere a la necesidad del habitante suburbano de poseer un automóvil para cada miembro de la familia, a fin de que cada uno pueda ir tras sus intereses individuales? ¿Oh debiera este

más bien abarcar la causa del habitante de la ciudad, quien disfrutaría de la proximidad de un área de recreación con aire fresco y no contaminado? ¿Es el problema del transporte el asegurar que los camioneros, distribuidores y comerciantes puedan trasladar sus mercancías y otros productos de la granja al mercado, y de la planta a las tiendas, para vender lo que producen y satisfacer las necesidades del consumidor que las espera? Cuando se construyen caminos, ¿no debería prestarse atención a los problemas de la planeación urbana como los creados cuando una ciudad se marca con concreto: se dividen los vecindarios, se crea ruido adicional, se desplaza a las personas, se modifica una configuración e imagen de ciudad? ¿Es el problema del transporte un problema estético? ¿Se interesa por la "calidad de vida" de aquellos a quienes intenta servir y a quienes afecta sus vidas? El problema del transporte son todas estas cosas y muchas más, lo cual, indudablemente, interesa a todos los "agentes" que mencionamos:

- Oficiales de caminos Viajeros
- Habitantes suburbanos Habitantes de la ciudad Productores y fabricantes Camioneros
- Consumidores
- Granjeros
- Habitantes desplazados

Probablemente esta lista no tiene fin, ya que construir una carretera afecta a todos, directa o indirectamente. Hasta hace relativamente poco tiempo se procedía a construir carreteras, como si fuera la única alternativa o método de transporte disponible, y como si con ello se satisficieran las necesidades y deseos de todos los interesados. Ya no estamos seguros que esos supuestos sean verdaderos. Nos hemos dado cuenta que es necesario un reevaluó del proceso por el cual se toman las decisiones sobre el transporte a fin de considerar un mayor número de intereses. Es lo mismo decir que el sistema total debe abarcar a más sistemas.

Los límites entre el sistema total y el medio ambiente deben ser "empujados" a fin de proporcionar alternativas de transporte de más envergadura. El problema del transporte puede incluso cuestionar la idea tradicional de habitar una casa por familia, opuesta a los edificios multifamiliares. Esta preferencia fomenta la diseminación suburbana, acaba con el centro de la ciudad y complica el problema de proporcionar opciones de transporte. ¿Dónde termina todo esto? ¿Dónde se considera que termina el sistema total? El lector se sentirá frustrado al saber que no tenemos una respuesta definitiva para esta pregunta, debido a que todo esto depende del problema de que se trate. Somos enfáticos al decir que, a la fecha, hemos olvidado la consideración de suficientes sistemas. El mejoramiento de sistemas, que toma un punto de vista introspectivo de un problema, se refiere a la construcción de carreteras como la responsabilidad de la "gente de carretera". En vez de ello, construir carreteras es un problema de transporte que requiere un enfoque de sistemas.

Es indispensable un punto de vista extrospectivo que observe los sistemas más aun de su jurisdicción organizacional inmediata y que los considere dentro del alcance del sistema total.

El lector puede haber supuesto correctamente, que el problema reside en realizar un consenso entre los que toman en cuenta muy pocos sistemas y distorsionan la realidad (simplicidad) y los que consideran demasiados y son incapaces de lograr una solución (complejidad). El dilema entre la simplicidad y la complejidad es de gran interés para el enfoque de sistemas. No prometemos una respuesta, pero nos damos cuenta de su significado.

2. Un ejemplo en el contexto de una escuela, también puede servir para ilustrar cómo se ven influenciadas las decisiones, por la forma en que se define el sistema. Cuando se consideran los problemas que afectan a dicha organización, el superintendente de la escuela implanta límites diferentes en el sistema, dependiendo del problema a tratar. Si el problema es la conducta de un niño en particular, puede elegir hacerlo dentro de la escuela. Por otro lado, la conducta del niño puede ser el resultado de factores originados en el hogar del niño, en la familia o en el vecindario; en este caso, el horizonte del

superintendente debe ampliarse más allá del sistema inmediato Llamado "la escuela." Si el superintendente se enfrenta con la administración de recursos financieros de las escuelas del distrito, debe tomarse en cuenta un grupo totalmente nuevo de límites de sistemas. Como el director de una corporación, el superintendente debe reconciliar las diferentes demandas formuladas por todos los participantes en la organización. Dada una cantidad fija de recursos, la ubicación de uno de los participantes derivara a los demás. Aumentar los salarios de los maestros reduce el presupuesto para los salarios del personal no académico, que a su vez, puede afectar los fondos disponibles para otro uso.

El superintendente debe elaborar una formula razonable para reconciliar estas demandas divergentes y satisfacer a los diferentes agentes del sistema (véase la tabla 1.2). Sus esfuerzos se dirigen hacia el logro de mejores resultados para el sistema total. Combinar factores múltiples en un criterio único, estar de acuerdo con los objetivos de sistemas, y efectuar cambios para satisfacer a tantos demandantes como sea posible, son problemas difíciles.

**Tabla 1.2** Criterio mediante el cual varios agentes juzgan el desempeño de un sistema

<b>Agentes</b>	<b>Criterio</b>
<b>Maestros</b>	Compensación e instalaciones de instrucción disponibles para realizar un trabajo de calidad
<b>Otros empleados no maestros</b>	Niveles de salario
<b>Padres</b>	Máxima calidad de educación por un costo específico
<b>Estudiantes</b>	No expresan criterio en niveles de grado bajos; los gustos y disgustos son más significativos al avanzar de grado
<b>Comunidad</b>	Educación promedio conmensurada con impuestos razonables; dificultad para expresar la calidad demandada; se requiere educación para una mezcla de objetivos a definirse
<b>Nación</b>	Educación promedio conmensurada con costos y recursos disponibles; la asignación de recursos para otros propósitos afecta quienes se dedican a este propósito; que puede aportar la nación?
<b>Universidad y educación superior</b>	Las escuelas secundarias son responsables de la preparación de estudiantes para cursos universitarios; las universidades demandan alta calidad; realmente no se interesan en el costo de los niveles bajos a menos que esto afecte lo que esté disponible a niveles más elevados

## Establecimiento de objetivos de los sistemas

El problema de establecer un sistema total y límites del medio esta intrínsecamente unido con la implantación de las metas y objetivos del sistema, además de estar de acuerdo en el criterio por el cual se juzgara el desempeño del sistema.

1. Cuando estudiamos anteriormente el problema de definición de los límites del sistema de transporte, fue evidente que los objetivos de sistemas cambian al tomar en cuenta más sistemas. Al principio, el objetivo era encontrar la mejor ubicación para construir carreteras. Posteriormente, el objetivo se convirtió en proporcionar un transporte rápido y seguro para los habitantes al ir a su trabajo. Poco después fue necesario incluir a los vacacionistas y otros grupos, y se hizo claro que el objetivo del transporte era incidental para ayudar a las personas a satisfacer sus necesidades, se supero la barrera de la distancia. Esas necesidades tienen que considerarse en conjunto con sus preferencias, como las expresadas por quienes viajan hacia casas habitadas por una sola familia. Es importante hacer notar que cuando los planificadores llevan a cabo su objetivo inmediato de proporcionar carreteras para viajeros suburbanos, causan una mayor diseminación suburbana, ya que la distancia en carretera entre los trabajos en el centro de la ciudad y los hogares en los suburbios, parece relativamente más corta que antes. Satisfacer este objetivo inmediato, también origina el uso de mas automóviles, y en el proceso, aumenta el problema de la contaminación, sin mencionar la desorganización que se ocasiona en la vida del vecindario cuando se deben viajar grandes distancias para llegar al propio destino. Los planificadores deben ampliar el alcance de sus horizontes para abarcar no solo las necesidades de transportes, sino también las preferencias individuales, la distribución, la zonificación, el pago de rentas, etc. Podría ser muy tarde para invertir la tendencia de las grandes ciudades. Sin embargo, los planificadores deben definir sus objetivos para reorganizar los patrones de vida, a fin de proporcionar

alternativas e incentivos adecuados, que eventualmente desintegraran el círculo vicioso de las dinámicas urbanas, como lo describió Jay W. Forrester.

2. La implantación de objetivos y límites de sistemas, también está relacionada con los diversos criterios por los cuales los diferentes participantes juzgan la realización de un sistema. La educación proporciona un ejemplo vivido de esta cuestión, ya que esto tiene un significado distinto para personas diferentes. Los maestros, el personal administrativo, padres, contribuyentes y los estudiantes mismos, tienen un punto de vista diferente de cómo podrían financiar su educación y la calidad de educación que debe lograrse (**véase la tabla 1.2**).

En un distrito escolar, es tarea del superintendente obtener el consenso suficiente para hacer viable la organización. Los maestros ven su vocación como profesionales y se interesan por la calidad, sin importar el costo. Los padres también están a favor de la calidad, a un "costo razonable". Los contribuyentes no están contra la calidad, pero deben pagar la cuenta, y su concepto de calidad se ve moderado por lo que pueden pagar. Los estudiantes son los clientes del sistema y como tales, debe consultárseles cada vez más seguido sobre el contenido de los cursos a los cuales están sujetos, en particular, conforme maduran y avanzan de grado. Las instituciones de educación superior también están interesadas en la preparación de los estudiantes que continúan su educación después de la escuela secundaria y preparatoria y por tanto, tienen que ver en la toma de decisiones en los niveles escolares bajos. Es evidente que cada una de las decisiones de los superintendentes escolares tiene una relación con los demás sistemas. Algunas decisiones afectan las subunidades de su distrito, en tanto que otras tienen una influencia más allá de este. En el contexto de la corporación, son los accionistas, acreedores, empleados, clientes, proveedores, gobiernos, sindicatos, competidores, comunidades locales y el público en general, quienes coloca demandas conflictivas sobre la organización que el administrador debe buscar reconciliar. Para una descripción concisa de esas demandas.

Puede afirmarse que, como resultado de los muchos objetivos en conflicto y criterios de desempeño por los cuales los diferentes participantes del sistema juzgan sus resultados y salidas, el trabajo del administrador de sistemas es particularmente difícil. Debe establecer subsistemas que puedan realizar los programas que se han considerado esenciales para el logro de los objetivos del sistema total. Debe estar alerta de que estos subsistemas, en tanto que trabajan en forma independiente, no se desvíen de lo que se considera óptimo a nivel de sistema total. Al mismo tiempo, debe motivar a los participantes del sistema a mostrar iniciativa y ser innovadores, pero manteniendo control e influencia sobre su realización."

### **Determinación de programas y relaciones de programas-agentes**

Una vez que se han identificado los objetivos de una organización, pueden agruparse las actividades que buscan objetivos similares o el logro de funciones relacionadas en programas o misiones. Si los componentes del sistema se desintegran de acuerdo a la función que desempeñan, se proporciona una estructura de programa que trasciende los límites organizacionales legales, geográficos y formales. Por tanto, se puede definir una estructura de programa como un esquema de clasificación que relaciona las actividades de una organización, de acuerdo a la función que realizan y los objetivos que están designadas a satisfacer. También puede justificarse la estructura de programa en términos de las formas alternativas para lograr un conjunto de objetivos, a fin de proporcionar a los autores de decisiones posibilidades de elección. Los modelos de planeación de programas y de presupuesto, formalizan los componentes de sistemas en una estructura de programa, a fin de permitir su evaluación, en términos de objetivos logrados.

La comparación de programas transmite estándares y criterios de elección. Según el grado en que los programas satisfacen los resultados esperados, se incluye el use de modelos de decisión por los cuales se mide y cuantifica la relación entre entradas/recursos/costos y salidas/resultados/beneficios.

Una matriz de programa-agencia muestra las organizaciones o agentes que atienden a los diferentes programas. Una vez agrupados de acuerdo al programa particular o función que buscan, los agentes forman un componente del sistema.

### **Los componentes del sistema comparten dos características importantes:**

1. Están dirigidos al logro del mismo programa objetivo o misión.
2. Estos no necesariamente se conforman a límites tradicionales u organizacionales.

### **Descripción de la dirección de sistemas**

El termino dirección es un concepto que abarca todo, que incluye todas las actividades y a todos los autores de decisiones y agentes involucrados en la planeación, evaluación, implantación y control del diseño de sistemas. No se puede distinguir al diseñador del director, debido a que las decisiones tomadas por uno, afectan directamente al otro. Cuando se hace la planeación de decisiones, el diseñador influye en la forma en que operara el sistema. Por tanto, en un sentido, las decisiones de planeación y operación son indistinguibles, excepto en términos de su orden relativo.

El diseñador no puede separarse ya sea de la implantación o de la operación de su diseño. A su vez, el administrador se vuelve diseñador, cuando se implantan límites en su sistema, se establecen objetivos, se asignan recursos, y se toman decisiones que alteran la configuración y resultados del sistema.

Obviamente, el diseñador y director deben trabajar hacia el mismo conjunto de objetivos. Su punto de vista puede diferir debido a que sus tareas respectivas se asignan generalmente a diferentes individuos, separados en espacio y

tiempo. La institucionalización de papeles también puede causar que difieran el enfoque y métodos. El enfoque de sistemas busca minimizar esas diferencias, ya que este considera al diseñador-director únicamente como un autor de decisiones, que desea optimizar el sistema total.

## 2.9 Límites del sistema y el medio ambiente.

Los sistemas consisten en totalidades, por lo tanto, son indivisibles. Poseen partes y componentes, en algunos de ellos sus fronteras o límites coinciden con discontinuidades entre estos y sus ambientes, pero normalmente la demarcación de los límites queda en manos de un observador.

En términos operacionales puede decirse que la frontera es aquella línea que separa al sistema de su entorno y que define lo que le pertenece y lo que fuera de él. Cada sistema tiene algo interior y algo exterior así mismo lo que es externo al sistema, forma parte del ambiente y no al propio sistema. Los límites están íntimamente vinculados con la cuestión del ambiente, lo podemos definir como la línea que forma un círculo alrededor de variables seleccionadas tal que existe un menor intercambio con el medio.

Cada sistema mantiene ciertas fronteras que especifican los elementos que quedan incluidos dentro del mismo, por eso dichos límites tienen por objetivo conservar la integración de los sistemas, evitar que los intercambios con el medio lo destruyan o entorpezcan su actividad.

Realmente, es difícil decir dónde comienza y dónde termina determinado sistema. Los límites (fronteras) entre el sistema y su ambiente admiten cierta arbitrariedad.

El propio universo parece estar formado de múltiples sistemas que se compenetran. Es posible pasar de un sistema a otro que lo abarca, como también pasar a una versión menor contenida en él.

De la definición de Bertalanffy, según la cual el sistema es un conjunto de unidades recíprocamente relacionadas, se deducen dos conceptos: el propósito (u objetivo) y el de globalización (o totalidad). Esos dos conceptos reflejan dos características básicas en un sistema.

## 2.10 Modelo general de un sistema y su medio

### Aplicación del enfoque de sistemas al sistema de justicia criminal: un ejemplo

#### Sistemas de interfaz

La figura 1.2 es un diagrama que muestra el sistema de justicia criminal y sus flujos más importantes. Cuando se comete una ofensa en la comunidad, ya sea un delito menor o una felonía, puede no detectarse, en cuyo caso el violador de la ley no entra en contacto con esta. Si el violador de la ley es arrestado, puede recibir cargos y convertirse en una entrada al subsistema de las cortes para disposición.

La salida puede ser la absolución o una sentencia que puede manejarse ya sea mediante libertad bajo palabra, o a través de una institución correccional.

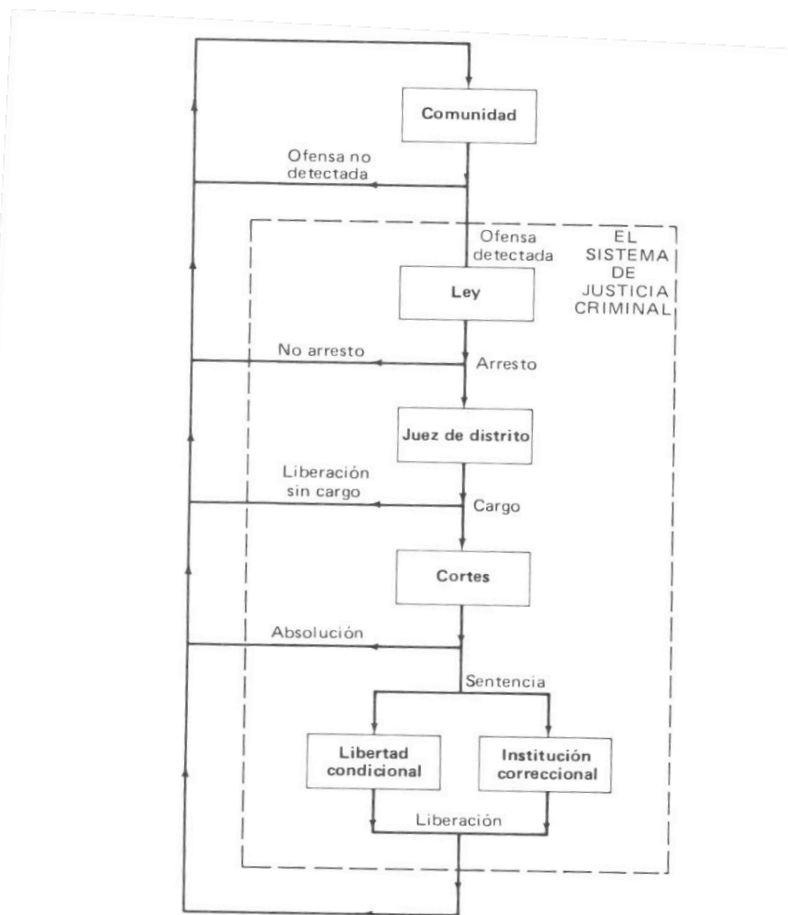
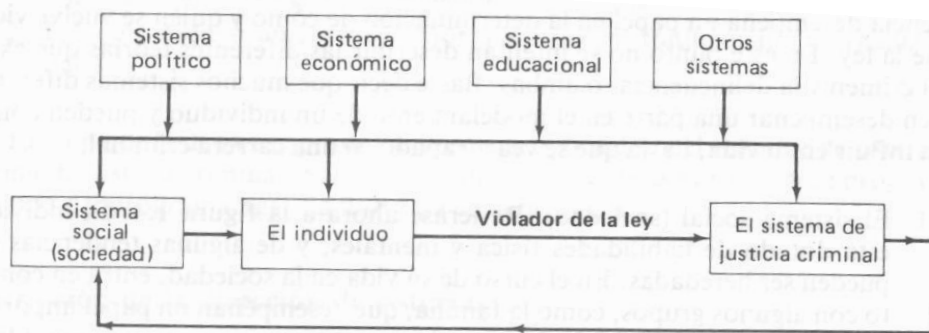


FIGURA 1.2. El sistema de justicia criminal y sus flujos principales.

La figura 1.3 muestra que, cuando un individuo se convierte en violador de la ley, puede ser referido como una salida de la sociedad, y una entrada al sistema de justicia criminal (SJC). Después de egresar del sistema de justicia criminal, retorna a la sociedad.

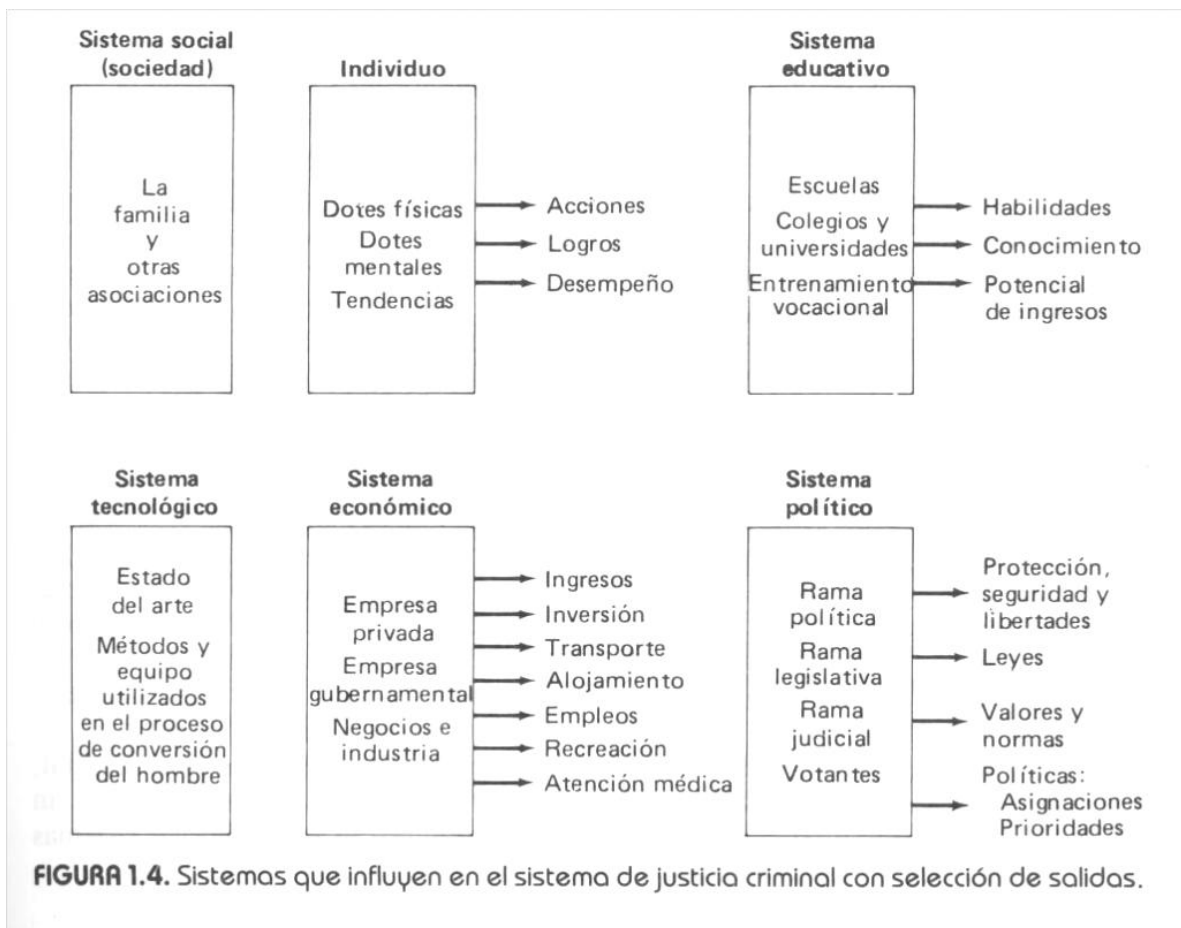
Esta figura muestra también algunos de los sistemas de interfaz, cuya influencia desempeña un papel en la determinación de cómo y quién se vuelve violador de la ley. En este punto no se intentan describir las diferentes teorías que explican el crimen y la delincuencia, o ambas. Baste decir que muchos sistemas diferentes pueden desempeñar una parte en el moldeamiento de un individuo y pueden contribuir a influir en su vida, hasta que se vea atrapado en una carrera criminal.



**FIGURA 1.3.** El violador de la ley como una salida de la sociedad y una entrada al sistema de justicia criminal.

1. El sistema social (sociedad). Refiérase ahora a la figura 1.4. El individuo está dotado de habilidades físicas y mentales, y de algunas tendencias que pueden ser heredadas. En el curso de su vida en la sociedad, entra en contacto con algunos grupos, como la familia, que desempeñan un papel importante en su vida. La influencia de otros sistemas, como se muestra en seguida, es importante para explicar cómo o porque se vuelve violador de la ley y se encuentra, por tanto, en confrontación con el sistema de justicia criminal.
2. El sistema económico influye en el ingreso del individuo, estado de salud, transporte, manejo de casa, empleo, recreación, y otros atributos de su vida.

3. El sistema educativo moldea sus aptitudes y dotes mentales y despiertas sus habilidades y potencial de ganar dinero.
4. El sistema tecnológico representa el estado del arte, métodos y equipo utilizado en los procesos de conversión del hombre. Como tal, este sistema afecta primordialmente su vida en el trabajo.
5. El sistema político, a través de la formulación de políticas y leyes, decide la asignación de recursos y el establecimiento de prioridades. En forma indirecta, el sistema político desempeña un papel en la evolución de normas o valores que sigue la sociedad, o para las cuales la sociedad demanda acatamiento.



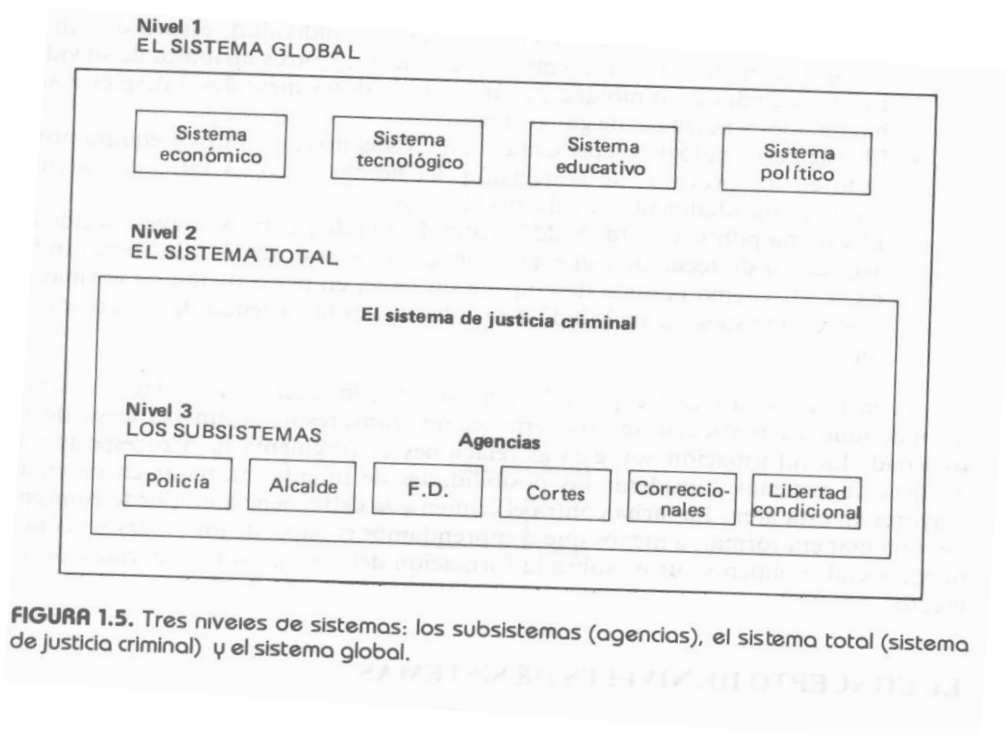
El enfoque de sistemas explora la relación entre los factores que deciden cómo un individuo en particular se convierte en un transgresor, según las leyes de la sociedad. La información sobre estas relaciones es fragmentaria. Corresponde al analista de sistemas considerar las posibilidades de intentar trabajar en sistemas mayores en esta área. La lucha contra el crimen y la delincuencia no puede comprender una manera formal, a menos que comprendamos el papel

de los recursos económico, social, político y otros, sobre la formación del transgresor potencial y de su medio.

**EL CONCEPTO DE NIVELES DE SISTEMAS**

En el análisis de sistemas se puede utilizar el concepto de niveles de sistemas para indicar que los sistemas están enclavados en otros sistemas. Establecer los límites del sistema involucra la identificación de los sistemas, subsistemas y supra sistemas que tienen injerencia en el problema.

Para ilustrar este punto, puede verse el sistema de justicia criminal en términos de los siguientes niveles de sistema (véase la figura 1.5).



**FIGURA 1.5.** Tres niveles de sistemas: los subsistemas (agencias), el sistema total (sistema de justicia criminal) y el sistema global.

1. El nivel de subsistemas, en este operan cada una de las agencias del sistema total (a definirse en seguida), como una organización auto contenida y autosuficiente, que busca objetivos establecidos como su propia guía.

Las agencias típicas, las cuales se hace referencia son los departamentos de policía y del alcalde, fiscales de distrito, cortes, departamento de libertad condicional, agencias correccionales, instalaciones médicas, etc. Desde el punto de vista de la agencia individual, todas las demás agencias fuera de sus límites se clasifican como el "medio".

2. El nivel de sistema total, en este nivel se agregan las agencias en un solo sistema, el cual trabaja con un objetivo común. Generalmente, la mención del sistema de justicia criminal significa este nivel de agregación. Otras agencias como las de bienestar, salud, educación y otras no directamente involucradas con la ley, enjuiciamiento y disposición, son consideradas como el "medio". El medio también contiene los factores comunitarios y todos los demás, como son los sociales, políticos, tecnológicos y algunos otros factores o sistemas tomados como "conocidos" o "dados".

3. El nivel de sistema global, este no sólo abarca el sistema de justicia criminal, sino que contiene, además de otros, un sistema social, un sistema legal, un sistema tecnológico y un sistema político. Siempre se deben buscar sistemas competidores y el sistema mayor al cual pertenecen todos estos

### **DEFINICION DE LOS LÍMITES DEL SISTEMA Y DEL MEDIO**

El medio se definió anteriormente como algo que incluye todos los sistemas sobre los cuales no ejerce control alguien que toma decisiones.

En el sistema de justicia criminal, cada agencia tiende a referirse a otra agencia como el medio, ya que las agencias actúan en forma independiente y un administrador en una agencia o en un subsistema, no tiene jurisdicción sobre la otra.

Obviamente, lamentamos este punto de vista del sistema, debido a que esto conduce a una fragmentación y conspira contra el logro de los objetivos del sistema. Lo que debe hacerse es "empujar" los límites del sistema, a fin de considerar el problema del crimen y la delincuencia a nivel del sistema total (que comprende todas las agencias identificadas en la figura 1.5), y a nivel del sistema global, que incluye no sólo a las agencias del sistema de justicia criminal, sino también otros sistemas que se interrelacionan con este (económico, tecnológico, educativo y político).

# **UNIDAD**

## **3**

# **PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS**

### 3.1 Propiedades de los sistemas

Las propiedades atribuidas a los sistemas han generado el desarrollo teórico y práctico de nuevas disciplinas, por esta razón es importante comprender la importancia de la determinación de las propiedades de los sistemas.

Propiedades emergentes

O'Connor y McDermott (1998) explica el concepto de propiedad emergente así:

**“Si un sistema funciona como un todo, entonces tiene propiedades distintas a las partes que lo componen y que emergen de él cuando está en acción”.**

- Propiedades no se encuentran si el sistema se divide en sus componentes y se analiza por separado.
- Son consideradas características impredecibles y sorprendentes, únicas y propias de cada sistema.
- Ventaja de estas propiedades es que no hace falta comprender el sistema para beneficiarse de ellas.

Para Checkland (1993).

**“El concepto de propiedad emergente está relacionado con la idea de niveles de complejidad en los sistemas”.**

Las propiedades emergentes con el resultado de la aplicación de restricción (perdidas de grados de libertad) a los elementos de un nivel inferior, de manera que se establezca la conexión con el nivel siguiente de complejidad en el sistema.

Son ejemplos de sistemas y propiedades emergentes asociadas los siguientes:

<b>Sistema</b>	<b>Propiedades Emergentes</b>
Rio	Remolino
Sistema auditivo	Audición de estero
Sistema visual	Visión tridimensional
Cerebro	Conciencia
Equipo de futbol	Espíritu de Equipo
Sociedad	Cultura

### 3.1.1 Homeostasis

Del griego homeos=semejante; y status=situación Este concepto nació en la fisiología animal, con Claude Bernard (1813-1878), al proponer que “todos los mecanismos vitales tienen por objetivo conservar constantes las condiciones de la vida en el ambiente interno”. Claude definía la noción de “medio interior” y destacaba que “la estabilidad del medio interno es la condición primordial de la vida libre”. Cada porción del cuerpo está rodeada por su entorno, el cuál es importante para su funcionamiento y para su integridad.

Cada parte del organismo funciona normalmente en un estado de equilibrio. Cuando una de sus partes rompe el equilibrio, algún mecanismo es accionado para restaurar la normalidad. Los seres vivos desarrollan sus acciones a través de un proceso continuo e incesante de desintegración y de reconstrucción: la homeostasis.

La homeostasis es un equilibrio dinámico alcanzado mediante la autorregulación, o sea el autocontrol. Es la capacidad que tiene el sistema para mantener las variables dentro de ciertos límites, incluso si los estímulos del medio externo las fuerzan para asumir valores que sobrepasan los límites de la normalidad. La homeostasis se obtiene a través, de dispositivos de retroalimentación (feed back) denominados servomecanismo. Básicamente son sistemas de comunicación que reaccionan activamente a una entrada de información. El resultado de esa acción-reacción se transforma en nueva información. Por tanto la base del equilibrio es la comunicación y la consiguiente retroalimentación positiva o negativa. Homeostasis es por tanto el equilibrio dinámico entre las partes del sistema.

### 3.1.2 Equifinalidad

Propiedad de un sistema que bajo diferentes condiciones iniciales produce efectos o respuestas similares. El comportamiento de sistemas con equifinalidad está orientado a llegar a ciertos estados o condiciones finales, independientemente de las condiciones por las que haya empezado. Ludwig Von Bertalanffy argumentó que la equifinalidad caracteriza el comportamiento de los sistemas abiertos (orgánicos) y postuló el siguiente teorema: “Si los sistemas abiertos logran un estado estabilizado, éste tiene un valor independiente de sus condiciones iniciales, [equifinal]”.

Y por el contrario, un sistema cerrado (físico), dado que su estado final lo determinan las condiciones específicas de su estado inicial, no puede ser equifinal con respecto a dichas condiciones iniciales.



En biología, por ejemplo, una semilla de manzana (sistema abierto), independientemente de cuál sea la posición y profundidad relativa a la que fue sembrada, siempre tenderá a crecer hacia arriba, equifinalmente. Por otro lado, un barco (sistema cerrado) seguirá una trayectoria distinta en función de la posición de su timón; a diferentes trayectorias, sin equifinalidad.

### 3.1.3 Ley de la variedad requerida

Establece que cuanto mayor es la variedad de acciones de un sistema regulado, también es mayor la variedad de perturbaciones posibles que deben ser controladas (“sólo la variedad absorbe variedad”). Dicho de otra manera, la variedad de acciones disponibles (estados posibles) en un sistema de control debe ser, por lo menos, tan grande como la variedad de acciones o estados en el sistema que se quiere controlar. Al aumentar la variedad, la información necesaria crece. Todo sistema complejo se sustenta en la riqueza y variedad de la información que lo describe, pero su regulación requiere asimismo un incremento en términos de similitud con las variables de dicha complejidad. Un concepto, el de variedad, coincidente con el de redundancia, dentro del despliegue teórico que Ashby hace acerca de la auto organización en los sistemas complejos, que le sitúan en la cercanía de von Foerster y la cibernética de segundo orden’, base del constructivismo radical.

### 3.1.4 Entropía y Sinergia

Según la termodinámica la entropía es una variable que se incrementa en un sistema cerrado en función del incremento del desorden en el sistema, hasta que llega a un máximo, correspondiente al completo desorden o estado de equilibrio del sistema. Los parámetros con respecto a los cuales la entropía puede ser considerada podrían ser de energía, características materiales, información u otros.

Si en el extremo de un estanque vaciamos un grupo de truchas y en el extremo opuesto un grupo de lobinas, ambos animales, a través del tiempo, empiezan a mezclarse ya que nadan en el mismo lugar, hasta que truchas y lobinas quedan completamente indiferenciadas.

El sistema entra en un estado de máxima entropía. Esto lo encontramos en la segunda ley de la termodinámica, la cual establece que los elementos en un sistema cerrado incrementan su entropía hasta un máximo, correspondiente a su estado de equilibrio.

### **Características asociadas a la entropía.**

- La entropía se define solamente para estados de equilibrio.
- Solamente pueden calcularse variaciones de entropía. En muchos problemas prácticos como el diseño de una máquina de vapor, consideramos únicamente diferencias de entropía. Por conveniencia se considera nula la entropía de una sustancia en algún estado de referencia conveniente. Así se calculan las tablas de vapor, e donde se supone cero la entropía del agua cuando se encuentra en fase líquida a 0°C y presión de 1 atm.
- La entropía de un sistema en estado de equilibrio es únicamente función del estado del sistema, y es independiente de su historia pasada. Puede calcularse como una función de variables termodinámicas del sistema, tales como presión y temperatura o presión y volumen.
- La entropía en un sistema aislado aumenta cuando el sistema experimenta un cambio irreversible.
- Considérese un sistema aislado que contenga 2 secciones separadas con gases a diferentes presiones. Al quitar la separación ocurre un cambio altamente irreversible en el sistema al equilibrarse las dos presiones. Pero el medio no ha sufrido cambio durante este proceso, así que su energía y su estado permanecen constantes, y como el cambio es irreversible la entropía del sistema ha aumentado.

### **Principio del aumento de entropía.**

Todos los procesos reales son irreversibles. Se producen a una velocidad con diferencias finitas de temperatura y de presión entre las diferentes partes de un sistema o entre un sistema y el medio ambiente. En mecánica se introducen los conceptos de energía, cantidad de movimiento y otros porque se conservan.

La entropía no se conserva, sin embargo, excepto en los procesos reversibles y esta propiedad no familiar, o falta de propiedad de la función entropía, es una razón del porque existe cierto misterio sobre el concepto de entropía. Cuando se mezcla un vaso de agua caliente con uno de agua fría, el calor entregado por el agua caliente es igual al recibido por el agua fría, sin embargo la entropía del agua caliente disminuye y la del agua fría aumenta; pero el aumento es mayor que la disminución por lo que la entropía total del sistema aumenta. ¿De dónde ha salido esta entropía adicional? La respuesta es que ha sido creada durante el proceso de mezcla. Por otra parte, una vez que fue creada, la entropía no puede ser destruida. El universo debe cargar con este aumento de entropía.

"La energía no puede ser creada ni destruida", nos dice el primer principio de la termodinámica. "La entropía no puede ser destruida, pero puede ser creada", nos dice el segundo principio.

### **Concepto De Sinergia:**

La palabra sinergia proviene del griego y significa trabajando juntos. Es la propiedad emergente de un sistema cuyos elementos se encuentran en interacción armónica y de esto resulta un todo superior a la suma de las partes.

Esta propiedad emergente solo se da en el todo y no se encuentra manifiesta aisladamente en las partes individuales. Un ejemplo típico de la sinergia es la humedad propiedad emergente que se manifiesta solo en la molécula de agua ( $H_2O$ ) y no separadamente en el hidrógeno o en el oxígeno.



**Imagen 3.1 Pareja**

Cuando una pareja encuentra una relación armónica surge la motivación, la fuerza vital generadora, productiva, realizado entre ambas partes y su entorno y ambos son capaces de realizar acciones que por sí mismos de manera aislada, sin su relación armónica, no podrían realizar o al menos no con la misma potencia.

Este esquema se aplica también a sistemas de más de dos elementos, como los organismos y las organizaciones, donde también se manifiestan los conceptos de cohesividad, resonancia, coherencia, armonía y sinergia sistémicas.

## **3.2 Características de los sistemas**

Objetivos del sistema total. El ambiente del sistema. Los recursos del sistema. Los componentes del sistema. La administración del sistema. Los objetivos del sistema son las metas o fines hacia los cuales se quiere llegar. Por ello la búsqueda del objetivo a la cual se quiere llegar, constituye una de las características de los sistemas.

El ambiente del sistema es todo lo que está afuera del sistema.

El ambiente incluye todo lo que esta fuera del control del sistema. El sistema ejerce una influencia casi nula con el ambiente. El ambiente actúa sobre el sistema cuando nos provee insumos (ingresos) y los productos (egresos).

Tenemos por ejemplo:

- Los Órganos Reguladores
- Competencias
- Clientes
- Proveedores

Los órganos reguladores son por ejemplo la empresa que lo mantiene. Las competencias son las distintas empresas que proveen elementos o materia prima. Clientes son los usuarios. Proveedores son los que proveen elementos o materia prima para que funcione el sistema. Los recursos del sistema son todos los medios de que dispone el sistema para ejecutar las actividades necesarias para la realización de o los objetivos. Los recursos se encuentran dentro del sistema, además en el ambiente se encuentran los elementos que el sistema puede o no tomar para beneficio propio.

### **3.2.1 Sistemas duros**

Los sistemas duros se identifican como aquellos en que interactúan hombres y máquinas. En los que se les da mayor importancia a la parte tecnológica en contraste con la parte social. La componente social de estos sistemas se considera como si la actuación o comportamiento del individuo o del grupo social sólo fuera generador de estadísticas. Es decir, el comportamiento humano se considera tomando sólo su descripción estadística y no su explicación.

En los sistemas duros se cree y actúa como si los problemas consistieran sólo en escoger el mejor medio, el óptimo, para reducir la diferencia entre un estado que se desea alcanzar y el estado actual de la situación. Esta diferencia define la necesidad a satisfacer el objetivo, eliminándola o reduciéndola, Se cree que ese fin es claro y fácilmente definible y que los problemas tienen una estructura fácilmente identificable.



Imagen 3.1 Ejemplo De Sistema Duro

### 3.2.2 Sistemas suaves

Los sistemas suaves se identifican como aquellos en que se les da mayor importancia a la parte social. La componente social de estos sistemas se considera la primordial. El comportamiento del individuo o del grupo social se toma como un sistema teleológico, con fines, con voluntad, un sistema pleno de propósitos, capaz de desplegar comportamientos, actitudes y aptitudes múltiples.

Al comportamiento no sólo hay que describirlo si no hay que explicarlo para conocerlo y darle su propia dimensión. Un sistema suave es un sistema con propósitos, que no sólo es capaz de escoger medios para alcanzar determinados fines, sino que también es capaz de seleccionar y cambiar sus fines. En estos sistemas se dificulta la determinación clara y precisa de los fines en contraste a los sistemas duros. Los problemas en los sistemas suaves no tienen estructura fácilmente identificable.

# **UNIDAD**

## **4**

# **EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN LOS SISTEMAS**

## 4.1 El proceso administrativo

Se refiere a planear y organizar la estructura de órganos y cargos que componen el sistema, dirigir y controlar sus actividades.

El proceso administrativo se compone básicamente de 4 etapas:

**1. PLANEAR:** Primero preguntarse con que recursos se cuenta, cuales más se necesitan, donde se quiere llegar, como organizarse para lograr los objetivos que se han propuesto.

Los objetivos pueden ser de carácter general pero deben ir acompañados de otros más específicos, además de esto los objetivos específicos deben estar de acuerdo entre sí, con los recursos, con las oportunidades del sector y sobre todo no deben ser inalcanzables ni tan rígidos que no puedan modificarse en un momento dado; solo hay que asegurarse de que todo el equipo de trabajo los conozca, si se necesita nuevos recursos hacer un pequeño plan para conseguirlos.

**2. ORGANIZAR E INTEGRAR:** El siguiente paso es programar el trabajo para llegar a los objetivos; delegando responsabilidades, programar tiempo y sobre todo definir las acciones a seguir, en pocas palabras organizar las actividades, el tiempo, los responsables y la disponibilidad de espacio y recursos.

Para lograr una buena organización e integración se debe tener en cuenta lo siguiente. Tener en claro los puestos de trabajo que existen, las tareas, responsabilidades y autoridad de cada puesto y sobre todo tener bien claro cuántas personas son necesarias y suficientes para cubrir esas plazas, mediante el uso de un organigrama. En el organigrama se definen los puestos de trabajo con sus tareas y responsabilidades, la organización de las líneas de autoridad, comunicación, coordinación entre dependencias. También define los requerimientos cualidades y conocimientos que exige cada cargo, además las necesidades de mejoramiento o de formación de los operarios o trabajadores, los planes de capacitación o formación en relación con las necesidades de puestos y de trabajadores y por último las comunicaciones necesarias.

**3. DIRECCION:** en este paso se logra que la planeación y la organización entren en acción. Ahora la prioridad será que cada elemento funcione de manera sincronizada y adecuada, coordinando los trabajos, motivando a los elementos, y orientarlos en sus labores.

**4. EL CONTROL Y LA EVALUACIÓN:** aunque es el último paso su éxito depende de la calidad de los primeros, es decir que si se tuvieron una buena planeación, una buena organización y una buena dirección lo más seguro es que el control y evaluación sean positivos. Controlar, es comprobar que lo que se está haciendo, está de acuerdo con lo planeado y dirigido a los objetivos y a través de los programas propuestos. Se debe controlar el manejo del dinero, el tiempo, la calidad, el desempeño de los trabajadores, el mantenimiento, los inventarios etc.

La evaluación, permite sacar partido de lo realizado en un periodo más largo de tiempo, al poder conocer cuáles son los puntos débiles y las fortalezas y lo principal para verificar si se cumplieron los objetivos y si se llegó a las metas.

El proceso administrativo presupone que el tomador de decisiones es del todo racional, ya sea que ofrezca guías sobre cómo hacer una planeación estratégica, cómo diseñar la estructura de una organización o cómo medir la efectividad organizacional.

## 4.2 Objeto de estudio del modelo conceptual

### Modelos conceptuales

Es aquella representación del sistema por medio de definiciones organizadas en forma estructurada. Ejemplo: un diagrama causal.

Los modelos de sistemas de actividad humana son una clase particular de modelo conceptual y son los más usados, sin embargo para los modelos cualitativos en general podemos hacer referencia a cuatro clases de usos:

- a. Como una ayuda para aclarar las consideraciones de un área de interés
- b. como una ilustración de un concepto
- c. como una ayuda para definir la estructura y la lógica
- d. como un prerrequisito del diseño

Un modelo de datos es una serie de conceptos que puede utilizarse para describir un conjunto de datos y las operaciones para manipularlos. Hay dos tipos de modelos de datos: los modelos conceptuales y los modelos lógicos. Los modelos conceptuales se utilizan para representar la realidad a un alto nivel de abstracción. Mediante los modelos conceptuales se puede construir una descripción de la realidad fácil de entender. En los modelos lógicos, las descripciones de los datos tienen una correspondencia sencilla con la estructura física de la base de datos.

En el diseño de bases de datos se usan primero los modelos conceptuales para lograr una descripción de alto nivel de la realidad, y luego se transforma el esquema conceptual en un esquema lógico. El motivo de realizar estas dos etapas es la dificultad de abstraer la estructura de una base de datos que presente cierta complejidad. Un esquema es un conjunto de representaciones lingüísticas o gráficas que describen la estructura de los datos de interés.

Los modelos conceptuales deben ser buenas herramientas para representar la realidad, por lo que deben poseer las siguientes cualidades:

**Expresividad:** deben tener suficientes conceptos para expresar perfectamente la realidad.

**Simplicidad:** deben ser simples para que los esquemas sean fáciles de entender.

**Minimalidad:** cada concepto debe tener un significado distinto.

**Formalidad:** todos los conceptos deben tener una interpretación única, precisa y bien definida.

En general, un modelo no es capaz de expresar todas las propiedades de una realidad determinada, por lo que hay que añadir aseveraciones que complementen el esquema.

### ¿Qué es un Modelo conceptual?

Un Modelo conceptual es un diagrama que ilustra una serie de relaciones entre ciertos factores que se cree impactan o conducen a una condición de interés.

Un buen Modelo conceptual:

- Presenta un cuadro de la situación en el sitio del proyecto.
- Muestra supuestos vínculos entre los factores que afectan a la condición de interés.
- Muestra las principales amenazas directas e indirectas que afectan a la condición de interés.
- Presenta sólo factores relevantes.
- Está basado en datos e información sólidos.
- Es el resultado de un esfuerzo de equipo.

Antes de hablar sobre los pasos involucrados en el desarrollo de un modelo conceptual, vale la pena comentar lo que estas características significan en términos generales.

Un buen Modelo conceptual muestra la forma en la que se piensa que ciertos eventos específicos, situaciones, actitudes, creencias o comportamientos afectarán el estatus de alguna otra situación que se está interesado en influenciar.

El proceso de elaboración de un Modelo conceptual puede dividirse en dos fases generales.

La primera fase involucra la creación de un Modelo conceptual inicial que muestre lo que está ocurriendo en el sitio de proyecto antes de iniciar el proyecto. Este modelo describe la condición de interés, los factores y las relaciones del sitio antes de iniciarse el proyecto.

La segunda fase, utiliza su Modelo conceptual inicial como una base y le añade las actividades del proyecto que se llevará a cabo para alcanzar los objetivos y las metas del proyecto. Una vez que se ha completado esta segunda fase, se tendrá un modelo conceptual del proyecto que muestre la forma en la que se espera que su proyecto influya sobre la situación en el sitio.

Un Modelo conceptual es la base para una buena planificación de un proyecto y además permite ver explícitamente la forma en que distintos factores están vinculados entre sí y por consiguiente la mejor forma de planificar y manejar un proyecto. También muestra los posibles obstáculos o dificultades que puede encontrar en su camino e ilustra la forma en que las intervenciones planificadas pueden afectar la condición de interés.

Un buen modelo también hace evidentes todas las suposiciones sobre el proyecto y las suposiciones fundamentales que existen para todos aquéllos involucrados en el proyecto. Finalmente, un buen Modelo conceptual le permite identificar los datos apropiados y necesarios que se requerirán para un monitoreo efectivo y eficaz de el proyecto. El desarrollo de un Modelo conceptual es similar a la forma en que se genera una hipótesis en la investigación científica básica.

Al ir conectando los factores entre sí, las actividades de proyecto a los factores y los factores a la condición de interés, se está suponiendo (o está formulando una hipótesis) que esas relaciones son verdaderas. El modelo le proporciona una oportunidad de enunciar formalmente las relaciones que se cree afectan a su condición de interés y que se comprobará más adelante durante los esfuerzos de monitoreo.

**Un buen Modelo conceptual ayudará a determinar por qué un proyecto tiene éxito o fracasa.**

**1.-Éxito:** Si su modelo conceptual verdaderamente refleja la forma en que las actividades de su proyecto influirán sobre la condición de interés, entonces la implementación de su proyecto conducirá a los resultados deseados.

**2. Fracaso teórico:** Si su modelo es impreciso, entonces iniciar el proyecto propuesto probablemente no conducirá a los resultados deseados.

**3. Fracaso del programa:** Si su modelo es preciso pero la implementación de las actividades del proyecto es fallida, entonces es probable que no alcance los resultados deseados.

**4. ¡Fracaso total!** Finalmente, si usted tiene un modelo conceptual impreciso y las actividades del proyecto son llevadas a cabo pobremente, entonces es muy poco probable que logre resultados positivos.

Un buen Modelo conceptual no intenta explicar todas las posibles relaciones o incluir todos los posibles factores que influyen sobre la condición de interés, sino que trata de simplificar la realidad al contener sólo la información más relevante para quien ha creado el proyecto. Una de las dificultades en la creación de modelos es la de incluir suficiente información para explicar lo que influye sobre la condición de interés sin incluir tanta información que los factores o las relaciones cruciales queden oscurecidos.

El exceso de información puede encubrir aspectos importantes del modelo, mientras que la falta de información en el modelo conduce a la sobre simplificación, la que a su vez conduce a una mayor probabilidad de que la representación no sea precisa. Por lo tanto, un reto perpetuo en la construcción de buenos modelos es hallar el equilibrio entre presentar demasiada información y no presentar suficiente.

El esbozo de un Modelo conceptual es tanto un arte como una ciencia. Primero se necesita tener información adecuada y confiable (la ciencia) para después ordenarla en un diagrama (el arte) que represente su interpretación de la situación en el sitio del proyecto. Sea lo que sea que haga, no se le debe restar importancia al aspecto artístico del desarrollo de su Modelo conceptual, frecuentemente ésta es la parte más difícil de lograr. Al igual que un gran rompecabezas, la parte más fácil es conseguir todas las piezas (los diferentes fragmentos de información compuestos por la condición de interés, los factores, las actividades). La parte difícil es poner todas esas piezas en un cierto orden. A diferencia de un rompecabezas de verdad, el cual tiene sólo una posible solución, un Modelo conceptual puede organizarse de varias maneras que pueden estar todas correctas. Además, el modelo, en el mejor de los casos, es sólo nuestra mejor aproximación de la realidad, la cual debe ser cambiada y revisada conforme se va adquiriendo más información y desarrollando nuevas ideas.

Al final, un Modelo conceptual es sólo tan bueno como los datos y la información en los que está basado. Los modelos conceptuales están compuestos de información existente y de información primaria, el primer paso en el desarrollo de su modelo es la revisión de toda la información existente que se encuentra disponible.

La información existente es útil porque ya ha sido compilada y en muchos casos es fácilmente accesible. Sin embargo, usted puede hallar que en algunos casos la información existente es difícil de obtener, porque por ejemplo, los documentos originales ya no existen o las personas que los tienen no están dispuestas a compartirlos con usted.

La información existente es generalmente más útil cuando se usa como material de fondo. Una vez que haya desarrollado un primer esbozo de su Modelo conceptual, necesitará ir al campo a recopilar información primaria para seguir desarrollando su modelo. La recopilación de datos primarios le permite diseñar el formato, planteamiento e instrumentos necesarios para obtener la información directamente de los residentes del sitio del proyecto, de los expertos relevantes o de sus propias observaciones.

Con los datos primarios se tiene un mayor control sobre el tipo y calidad de la información recopilada. Si usted no reside en el sitio donde se lleva a cabo su proyecto, entonces la recopilación de datos primarios requiere de visitar a las comunidades locales y pasar tiempo con los residentes para comprender de primera mano la situación en el campo. En el caso de los proyectos de conservación, también se requiere la visita a las áreas naturales a ser conservadas para observar su composición biológica, dinámica e importancia, y para ver cómo se relacionan estos lugares con las personas que viven dentro y en los alrededores.

## 4.3 Estructuración de modelos de sistemas

En el mundo actual, tanto en el área de los negocios, como en la industria y el gobierno, los proyectos en gran escala y de gran complejidad son la regla y no la excepción. Estos proyectos complejos requieren estudios previos a su construcción o modificación, denominados estudios pilotos. Tales estudios pilotos se realizan utilizando la técnica llamada Modelización, es decir, construcción de modelos donde se realiza el estudio con el fin de obtener conclusiones aplicables al sistema real.

Construido el modelo, el proceso de ensayar en él una alternativa se llama simular. El conjunto de alternativas que se definen para su ensayo constituye la estrategia de la simulación. Los objetivos del proyecto definen cuál es el sistema y cuál el medio ambiente que lo rodea.

La simulación de sistemas implica la construcción de modelos. El objetivo es averiguar qué pasaría en el sistema si acontecieran determinadas hipótesis. Desde muy antiguo la humanidad ha intentado adivinar el futuro. Ha querido conocer qué va a pasar cuando suceda un determinado hecho histórico. La simulación ofrece, sobre bases ciertas, esa predicción del futuro, condicionada a supuestos previos. Para ello se construyen los modelos, normalmente una simplificación de la realidad. Surgen de un análisis de todas las variables intervinientes en el sistema y de las relaciones que se descubren existen entre ellas.

A medida que avanza el estudio del sistema se incrementa el entendimiento que el analista tiene del modelo y ayuda a crear modelos más cercanos a la realidad. En el modelo se estudian los hechos salientes del sistema o proyecto. Se hace una abstracción de la realidad, representándose el sistema/proyecto, en un modelo.

El modelo que se construye debe tener en cuenta todos los detalles que interesan en el estudio para que realmente represente al sistema real (Modelo válido). Por razones de simplicidad deben eliminarse aquellos detalles que no interesan y que lo complicarían innecesariamente. Se requiere pues, que el modelo sea una fiel representación del sistema real. No obstante, el modelo no tiene porqué ser una réplica de aquél. Consiste en una descripción del sistema, junto con un conjunto de reglas que lo gobiernan.

La descripción del sistema puede ser abstracta, física o simplemente verbal. Las reglas definen el aspecto dinámico del modelo. Se utilizan para estudiar el comportamiento del sistema real. Como ejemplo de modelo físico se pueden citar los túneles de viento donde se ensayan los aviones, los simuladores de vuelo, los canales de experiencia donde se ensayan los barcos, etc.

Como ejemplo de modelo abstracto, se pueden citar los modelos econométricos donde, entre otras cosas, se pueden ensayar las consecuencias de medidas económicas antes de aplicarlas.

Dado un sistema, son muchas las representaciones que se pueden hacer de él. Depende de las facetas del sistema que interesan en el estudio, de la herramienta que se utiliza en el mismo e incluso de la modalidad personal del que lo construye. En los modelos deben estar identificadas perfectamente las entidades intervinientes y sus atributos. Las mismas pueden ser permanentes (Ej.: empleados atendiendo) o transitorias (Ej.: clientes). Las acciones provocan cambios de estado, es decir, se modifican los atributos de las entidades; se producen los eventos.

### **Clasificación de los modelos**

Existen múltiples tipos de modelos para representar la realidad. Algunos de ellos son:

- **Dinámicos:** Utilizados para representar sistemas cuyo estado varía con el tiempo.
- **Estáticos:** Utilizados para representar sistemas cuyo estado es invariable a través del tiempo.
- **Matemáticos:** Representan la realidad en forma abstracta de muy diversas maneras.
- **Físicos:** Son aquellos en que la realidad es representada por algo tangible, construido en escala o que por lo menos se comporta en forma análoga a esa realidad (maquetas, prototipos, modelos analógicos, etc.).

- **Analíticos:** La realidad se representa por fórmulas matemáticas. Estudiar el sistema consiste en operar con esas fórmulas matemáticas (resolución de ecuaciones).
- **Numéricos:** Se tiene el comportamiento numérico de las variables intervinientes. No se obtiene ninguna solución analítica.
- **Continuos:** Representan sistemas cuyos cambios de estado son graduales. Las variables intervinientes son continuas.
- **Discretos:** Representan sistemas cuyos cambios de estado son de a saltos. Las variables Varian en forma discontinua.
- **Determinísticos:** Son modelos cuya solución para determinadas condiciones es única y siempre la misma.
- **Estocásticos:** Representan sistemas donde los hechos suceden al azar, lo cual no es repetitivo. No se puede asegurar cuáles acciones ocurren en un determinado instante. Se conoce la probabilidad de ocurrencia y su distribución probabilística. (Por ejemplo, llega una persona cada  $20 \pm 10$  segundos, con una distribución equiprobable dentro del intervalo).Es interesante destacar que algunas veces los modelos y los sistemas no pertenecen al mismo tipo.

Construido el modelo, se ensaya una alternativa en él con el fin de aplicar las conclusiones al sistema. Los resultados obtenidos no tienen valor si no son aplicables al sistema.

## 4.4 Formulación del problema

### Naturaleza de los problemas

Los analistas, al trabajar en un sistema administrativo con los empleados y administradores, deben estudiar los procesos de una empresa para dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es lo que se hace?
2. ¿Cómo se hace?
3. ¿Con que frecuencia se presenta?
4. ¿Qué tan grande es el volumen de transacciones o de decisiones?
5. ¿Cuál es el grado de eficiencia con el que se efectúan las tareas?
6. ¿Existe algún problema?
7. ¿Si existe un problema, que tan grave es?
8. ¿Si existe un problema, cual es la causa que lo origina?

Para contestar estas preguntas, el analista conversa con varias personas, para reunir detalles relacionados con los procesos de la empresa, sus opiniones sobre por qué ocurren las cosas, las soluciones que proponen y sus ideas para cambiar el proceso. Se emplean cuestionarios para obtener esta información cuando no es posible entrevistar en forma personal, a los miembros de grupos grandes dentro de la organización. Así mismo se requiere del estudio de manuales y reportes, la observación directa de las actividades que se realizan en algunos casos formas y documentos para comprender mejor el proceso en su totalidad.

Durante la fase de pruebas de sistemas, el sistema se emplea de forma experimental para asegurarse de que el software no tenga fallas, es decir que funciona de acuerdo con las especificaciones y en la forma en que los usuarios esperan que lo haga. En muchas organizaciones, las pruebas son conducidas por personas ajenas al grupo que escribió los programas originales; con esto se persigue asegurar, por una parte, que las pruebas sean completas e imparciales y, por otra, que el software sea más confiable.

### **Formulación del problema**

La evaluación de un sistema se lleva a cabo para identificar puntos débiles y fuertes. Los sistemas para el soporte de decisiones tienen como finalidad ayudar a los directivos que enfrentan problemas de decisión únicos (no recurrentes).

Con frecuencia un aspecto importante de esas decisiones es determinar qué información es la que se debe considerar. Dada la dificultad de predecir las necesidades de información, es imposible diseñar de antemano los reportes.

Este tipo de sistemas debe ser bastante flexible para satisfacer las necesidades cambiantes de los directivos. Los sistemas para el soporte de decisiones son una fuente de información pero no reemplazan el buen juicio que todo directivo debe tener.

**La evaluación ocurre a lo largo de cualquiera de las siguientes dimensiones.**

#### ***Operación operacional:***

Valoración de la forma en que funciona el sistema, incluyendo su facilidad de uso, tiempo de respuesta, lo adecuado de los formatos de información, confiabilidad global y nivel de utilización.

### ***Impacto organizacional:***

Identificación y medición de los beneficios para la organización en áreas tales como finanzas (costos, ingresos y ganancias), eficiencia operacional e impacto competitivo. También se incluye el impacto sobre el flujo de información interno y externo.

### ***Opinión de los administradores***

Evaluación de las actitudes de directivos y administradores dentro de la organización así como los usuarios finales.

### ***Desempeño del desarrollo:***

La evaluación del proceso de desarrollo de acuerdo con criterios tales como tiempo y esfuerzo, concuerdan con presupuestos y estándares, y otros criterios de administración de proyectos.

También se incluye la valoración de los métodos y herramientas utilizados en el desarrollo.

### **Proceso de solución del problema**

El establecimiento de un buen proceso de solución de problemas en una organización requiere el compromiso, la cooperación y la planificación de todas las partes implicadas.

Un error en un sistema de producción puede no ser cuestión de vida o muerte, pero sí puede significar una importante pérdida para el negocio. Los rápidos cambios en la industria de hoy hacen que los problemas técnicos formen parte de todos los entornos, y por ello es importante destinar recursos a desarrollar un proceso que permita tratarlos de forma eficaz.

### **Beneficios**

Podrá saber con exactitud qué tan satisfechos están sus clientes con los servicios y productos que recibe de su organización, podrá conocer qué hacer para mejorar la satisfacción de sus clientes, reteniéndolos para siempre y conquistando a los de la competencia, Permite implementar la Inteligencia

Comercial en la Organización, Ayuda a crear un plan estratégico de mercadotecnia orientado al cliente, El establecimiento de un buen proceso puede llevar tiempo y resultar tedioso al principio, pero casi siempre costará menos que el gasto en tiempo y dinero que provoca la falta del mismo.

Los siguientes términos son fundamentales para comprender la administración de problemas e incidentes:

**Incidente.** Suceso operativo que no forma parte del funcionamiento habitual de un sistema.

**Problema.** Incidente o grupo de incidentes significativos que muestran síntomas comunes y cuya causa se desconoce.

Un jefe de problemas debe responsabilizarse de conducir la cuestión hasta su resolución, y escalarla cuando sea necesario. Puede que no realice personalmente todas las fases de la resolución del problema, pero debe *responsabilizarse* de que se produzca el aislamiento y se recojan los datos correctos antes de implicar a otros recursos.

Un jefe de problemas debe trabajar con los especialistas y asegurar que se lleven a término las tareas encomendadas para evitar desperdiciar tiempo y recursos. Además, debe mantener la visión global y asegurarse de que el contexto de resolución se transfiera de unos especialistas a otros cuando sea necesario.

Caracterizar problemas solamente como simples o complejos no proporciona discernimiento alguno sobre los métodos de solución que pueden utilizarse para tratarlos. De acuerdo con ello, debemos tipificar más los problemas. La dicotomía entre problemas "bien estructurados" y "mal estructurados" sirve bien para este propósito.

Un problema mal estructurado es similar a la decisión "no programable". Para utilizar los términos de Simón, un problema está mal estructurado en el grado en que este sea original, no repetitivo, o no se haya resuelto anteriormente. Su forma probablemente no encaja en las condiciones estándar de los métodos de solución bien conocidos.

Por otro lado, un problema bien estructurado puede asociarse a la decisión "programada" de Simón." Este probablemente se ha resuelto antes y es repetitivo. Su forma es clara y se ajusta a las condiciones estándar impuestas por métodos de Solución bien conocidos. Como lo expresa Newell:

**Un problema está bien estructurado en el grado en que este satisface los siguientes criterios:**

1. Que se pueda describir en términos de variables numéricas, cantidades escalares y de vector.
2. Que puedan especificarse los objetivos logrados, en términos de una función objetivo bien definida —por ejemplo, la maximización de beneficios o la m minimización de costos.
3. Que existan rutinas de computación (algoritmos), que permitan que se encuentre la solución y se exprese en términos numéricos reales."

Los problemas bien estructurados pueden resolverse con algoritmos, en tanto que los problemas mal estructurados están sujetos solo a soluciones mediante la heurística. Al pasar de uno a otro, se declina la precisión del enunciado del problema, el procedimiento utilizado para resolverlo y la justificación de la comprobación. Los métodos de solución también pueden caracterizarse por otros criterios: *a)* generalidad y *b)* fuerza. La generalidad se refiere al tamaño del conjunto de los problemas sobre los cuales es aplicable el método. La fuerza se refiere a la habilidad del método para proporcionar la solución o soluciones.

## 4.5 herramientas necesarias para obtener datos

Los datos o información que va a recolectarse son el medio a través del cual se prueban las hipótesis, se responden las preguntas de investigación y se logran los objetivos del estudio originados del problema de investigación, o es la información que determinado sistema demanda. Los datos, entonces, deben ser confiables, es decir, deben ser pertinentes y suficientes, para lo cual es necesario definir las fuentes y técnicas adecuadas para su recolección.

### Fuentes de recolección de información

Usualmente se habla de dos tipos de **fuentes** de recolección de información: las **primarias** y las **secundarias**.

- **Fuentes primarias:** Son todas aquellas de las cuales se obtiene información directa, es decir, de dónde se origina la información. Es también conocida como información de primera mano o desde el lugar de los hechos. Estas fuentes son las personas, las organizaciones, los acontecimientos, el ambiente natural, etc.

Se obtiene información primaria cuando se observan directamente los hechos (presenciar una huelga, observar sistemáticamente el lugar de trabajo, etc.), cuando se entrevista directamente a las personas que tienen relación directa con la situación objeto del estudio (en el caso de que quiera conocerse la opinión de los gerentes sobre el impacto de las medidas económicas en la actividad de las empresas, la información directa se genera cuando se entrevista directamente a los gerentes y no cuando se lee en un periódico, un libro, o se escucha en un noticiero).

- **Fuentes secundarias:** Son todas aquellas que ofrecen información sobre el tema por investigar, pero que no son la fuente original de los hechos o situaciones, sino que los referencia. Las principales fuentes secundarias para la obtención de la información son los libros, las revistas, los documentos escritos (en general, todo medio impreso), los documentales, los noticieros y medios de información.

Cualquiera de estas fuentes es válida siempre y cuando el recolector siga un procedimiento sistematizado y adecuado a las características del tema y a los objetivos, al marco teórico, a las hipótesis, al tipo de estudio y al diseño seleccionado.

### **Técnicas de recolección de información**

En investigación existe gran variedad de técnicas o herramientas para la recolección de información; las más usadas son:

- **Encuesta:** Es una de las técnicas de recolección de información más usadas, a pesar de que cada vez pierde mayor credibilidad por el sesgo de las personas encuestadas, La encuesta se fundamenta en el cuestionario o conjunto de preguntas que se preparan con el propósito de obtener información de las persona.
- 
- **Entrevista:** Es una técnica orientada a establecer contacto directo con las personas que se consideren fuente de información. A diferencia de la encuesta, que se ciñe a un cuestionario, la entrevista, si bien puede soportarse en un cuestionario muy flexible, tiene como propósito obtener información más espontánea y abierta, Durante la misma, puede profundizarse la información de interés para el estudio.

- **Observación directa:** En el campo de las ciencias económicas y especialmente de las administrativas, la observación directa cada día cobra mayor credibilidad y su uso tiende a generalizarse, debido a que permite obtener información directa y confiable, siempre y cuando se haga mediante un procedimiento sistematizado y muy controlado, para lo cual hoy están usándose medios audiovisuales muy completos, especialmente en estudios del comportamiento del consumidor, de las personas en sus sitios de trabajo, etc.
- **Análisis de documentos:** Técnica basada en fichas bibliográficas que tienen como propósito analizar material impreso. Se usa en la elaboración del marco teórico del estudio.
- **Internet:** No existe duda sobre las posibilidades que hoy ofrece Internet como una técnica de obtener información; es más, hoy se ha convertido en uno de los principales medios para captar información.

Para una investigación de calidad, se sugiere utilizar simultáneamente dos o más técnicas de recolección de información, con el propósito de contrastar y complementar los datos.

## 4.6 Toma de decisiones

La **toma de decisiones** es el proceso mediante el cual se realiza una elección entre las alternativas o formas para resolver diferentes situaciones de la vida, estas se pueden presentar en diferentes contextos: a nivel laboral, familiar, sentimental, es decir, en todo momento se toman decisiones, la diferencia entre cada una de estas es el proceso o la forma en la cual se llega a ellas. La toma de decisiones consiste, básicamente, en elegir una alternativa entre las disponibles, a los efectos de resolver un problema actual o potencial, (aún cuando no se evidencie un conflicto latente).

La toma de decisiones a nivel individual es caracterizada por que una persona haga uso de su razonamiento y pensamiento para elegir una decisión a un problema que se le presente en la vida; es decir, si una persona tiene un problema, ésta deberá ser capaz de resolverlo individualmente a través de tomar decisiones con ese específico motivo.

Para tomar una decisión no importa su naturaleza es necesario conocer, comprender, analizar un problema, para así poder darle solución; en algunos casos por ser tan simples y cotidianos, este proceso se realiza de forma implícita y se soluciona muy rápidamente, pero existen otros casos en los cuales las consecuencias de una mala o buena elección puede tener repercusiones en la vida y si es en un contexto laboral en el éxito o fracaso de la empresa, para los cuales es necesario realizar un proceso más estructurado que puede dar más seguridad e información para resolver el problema.

### CLASES DE DECISIONES

Las decisiones se pueden clasificar teniendo en cuenta diferentes aspectos, como lo es la frecuencia con la que presentan. Se clasifican en cuanto a las circunstancias que afrontan estas decisiones sea en cual sea la situación para decidir y como decidir (Lander Ramos Bazán).

## DECISIONES PROGRAMADAS

Son aquellas que se toman frecuentemente, es decir son repetitivas y se convierte en una rutina tomarlas; como el tipo de problemas que resuelve y se presentan con cierta regularidad ya que se tiene un método bien establecido de solución y por lo tanto ya se conocen los pasos para abordar este tipo de problemas.

En estas decisiones la persona que toma la decisión no tiene la necesidad de diseñar ninguna solución, sino que simplemente se rige a la que se ha seguido anteriormente.

Las decisiones programadas se toman de acuerdo con políticas, procedimientos o reglas, escritas o no escritas, que facilitan la toma de decisiones en situaciones recurrentes porque limitan o excluyen alternativas.

Por ejemplo, los gerentes rara vez tienen que preocuparse por el ramo salarial de un empleado recién contratado porque, por regla general, las organizaciones cuentan con una escala de sueldos y salarios para todos los puestos. Existen procedimientos rutinarios para tratar problemas rutinarios.

Las decisiones programadas se usan para abordar problemas recurrentes. Sean complejos o simples. Si un problema es recurrente y si los elementos que lo componen se pueden definir, pronosticar y analizar, entonces puede ser candidato para una decisión programada. Por ejemplo, las decisiones en cuanto a la cantidad de un producto dado que se llevará en inventario puede entrañar la búsqueda de muchos datos y pronósticos, pero un análisis detenido de los elementos del problema puede producir una serie de decisiones rutinarias y programadas. En caso de Nike, compra tiempo de publicidad en televisión es una decisión programada.

En cierta medida, las decisiones programadas limitan nuestra libertad, porque la persona tiene menos espacio para decidir qué hacer. No obstante, el propósito real de las decisiones programadas es liberarnos. Las políticas, las reglas o los procedimientos que usamos para tomar decisiones programadas nos ahorran tiempo, permitiéndonos con ello dedicar atención a otras

actividades más importantes. Por ejemplo, decidir cómo manejar las quejas de los clientes en forma individual resultaría muy claro y requeriría mucho tiempo, mientras que una política que dice “se dará un plazo de 14 días para los cambios de cualquier compra” simplifica mucho las cosas. Así pues, el representante de servicios a clientes tendrá más tiempo para resolver asuntos más espinosos.

## **DECISIONES NO PROGRAMADAS**

Son decisiones que se toman en problemas o situaciones que se presentan con poca frecuencia, o aquellas que necesitan de un modelo o proceso específico de solución, por ejemplo: “Lanzamiento de un nuevo producto al mercado”, en este tipo de decisiones es necesario seguir un modelo de toma de decisión para generar una solución específica para este problema en común.

Las decisiones no programadas abordan problemas poco frecuentes o excepcionales. Si un problema no se ha presentado con la frecuencia suficiente como para que lo cubra una política o si resulta tan importante que merece trato especial, deberá ser manejado como una decisión no programada. Problemas como asignar los recursos de una organización, que hacer con una línea de producción que fracasó, como mejorar las relaciones con la comunidad –de hecho, los problemas más importantes que enfrentará el gerente –, normalmente, requerirán decisiones no programadas. Un ejemplo de Nike sería cómo diseñar y comercializar calzado para baloncesto, más moderno y avanzado.

Conforme se sube la jerarquía de la organización, la capacidad para tomar decisiones no programadas adquiere más importancia. Por tanto, la mayor parte de los programas para el desarrollo de gerentes pretenden mejorar sus habilidades para tomar decisiones no programadas, por regla general enseñándoles a analizar los problemas en forma sistemática y a tomar decisiones lógicas. Las decisiones nos atañen a todos ya que gracias a ellas podemos tener una opinión crítica.

## **SITUACIONES O CONTEXTOS DE DECISIÓN**

Las situaciones, ambientes o contextos en los cuales se toman las decisiones, se pueden clasificar según el conocimiento y control que se tenga sobre las variables que intervienen o influyen en el problema, ya que la decisión final o la solución que se tome va a estar condicionada por dichas variables.

### **AMBIENTE DE CERTIDUMBRE (CERTeza)**

Se tiene conocimiento total sobre el problema, las alternativas de solución que se planteen van a causar siempre resultados conocidos e invariables. Al tomar la decisión solo se debe pensar en la alternativa que genere mayor beneficio.

### **AMBIENTE DE RIESGO**

La información con la que se cuenta para solucionar el problema es incompleta, es decir, se conoce el problema, se conocen las posibles soluciones, pero no se conoce con certeza los resultados que pueden arrojar.

En este tipo de decisiones, las posibles alternativas de solución tienen cierta probabilidad conocida de generar un resultado. En estos casos se pueden usar modelos matemáticos o también el decisor puede hacer uso de la probabilidad objetiva o subjetiva para estimar el posible resultado.

La probabilidad objetiva es la posibilidad de que ocurra un resultado basándose en hechos concretos, puede ser cifras de años anteriores o estudios realizados para este fin. En la probabilidad subjetiva se determina el resultado basándose en opiniones y juicios personales.

## **AMBIENTE DE INCERTIDUMBRE**

Se posee información deficiente para tomar la decisión, no se tienen ningún control sobre la situación, no se conoce como puede variar o la interacción de las variables del problema, se pueden plantear diferentes alternativas de solución pero no se le puede asignar probabilidad a los resultados que arrojen.

Con base en lo anterior hay dos clases de incertidumbre:

- Estructurada: No se sabe que puede pasar entre diferentes alternativas, pero sí se conoce que puede ocurrir entre varias posibilidades.
- No estructurada: No se sabe que puede ocurrir ni las probabilidades para las posibles soluciones, es decir no se tienen ni idea de que pueda pasar.

## **PROCESO DE TOMA DE DECISIONES**

La separación del proceso en etapas puede ser tan resumida o tan extensa como se desee, pero podemos identificar principalmente las siguientes:

### **Identificar y analizar el problema.**

Esta etapa consiste en comprender la condición del momento visualizar la condición deseada, es decir encontrar el problema y reconocer que se debe tomar una decisión para llegar a la solución de este. El problema puede ser actual, porque existe una brecha entre la condición presente real y el deseado, o potencial, porque se estima que dicha brecha existirá en el futuro.

### **Identificar los criterios de decisión y ponderarlos.**

Consiste en identificar aquellos aspectos que son relevantes al momento de tomar la decisión, es decir aquellas pautas de las cuales depende la decisión que se tome.

La ponderación, es asignar un valor relativo a la importancia que tiene cada criterio en la decisión que se tome, ya que todos son importantes pero no de igual forma.

Muchas veces, la identificación de los criterios no se realiza en forma consciente previa a las siguientes etapas, sino que las decisiones se toman sin explicitar los mismos, a partir de la experiencia personal de los tomadores de decisiones.

En la práctica, cuando se deben tomar decisiones muy complejas y en particular en grupo, puede resultar útil explicitarlos, para evitar que al momento de analizar las alternativas se manipulen los criterios para favorecer a una u otra alternativa de solución.

### **GENERAR LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

Consiste en desarrollar distintas posibles soluciones al problema. Si bien no resulta posible en la mayoría de los casos conocer todos los posibles caminos que se pueden tomar para solucionar el problema, entre más alternativas se tengan va ser mucho más probable encontrar una que resulte satisfactoria.

De todos modos, el desarrollo de un número exagerado de alternativas puede tornar la elección sumamente dificultosa, y por ello tampoco es necesariamente favorable continuar desarrollando alternativas en forma indefinida.

Para generar gran cantidad de alternativas es necesaria una cuota importante de creatividad. Existen diferentes técnicas para potenciar la creatividad, tales como la lluvia de ideas, las relaciones forzadas, la sinéctica, etcétera.

En esta etapa es importante la creatividad de los tomadores de decisiones.

## **EVALUAR LAS ALTERNATIVAS**

Consiste en hacer un estudio detallado de cada una de las posibles soluciones que se generaron para el problema, es decir mirar sus ventajas y desventajas, de forma individual con respecto a los criterios de decisión, y una con respecto a la otra, asignándoles un valor ponderado.

Como se explicó antes según los contextos en los cuales se tome la decisión, esta evaluación va a ser más o menos exacta.

Existen herramientas, en particular para la Administración de Empresas para evaluar diferentes alternativas, que se conocen como métodos cuantitativos.

En esta etapa del proceso es importante el análisis crítico como cualidad del tomador de decisiones.

## **ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA**

En este paso se escoge la alternativa que según la evaluación va a obtener mejores resultados para el problema. Los siguientes términos pueden ayudar a tomar la decisión según el resultado que se busque:

**Maximizar:** Tomar la mejor decisión posible.

**Satisfacer:** Elegir la primera opción que sea mínimamente aceptable satisfaciendo de esta forma una meta u objetivo buscado.

**Optimizar:** La que genere el mejor equilibrio posible entre distintas meta

## **IMPLEMENTACIÓN DE LA DECISIÓN**

Poner en marcha la decisión tomada para así poder evaluar si la decisión fue o no acertada. La implementación probablemente derive en la toma de nuevas decisiones, de menor importancia.

## **EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Después de poner en marcha la decisión es necesario evaluar si se solucionó o no el problema, es decir si la decisión está teniendo el resultado esperado o no.

Si el resultado no es el que se esperaba se debe mirar si es porque debe darse un poco más de tiempo para obtener los resultados o si definitivamente la decisión no fue la acertada, en este caso se debe iniciar el proceso de nuevo para hallar una nueva decisión.

El nuevo proceso que se inicie en caso de que la solución haya sido errónea, contará con más información y se tendrá conocimiento de los errores cometidos en el primer intento.

Además se debe tener conciencia de que estos procesos de decisión están en continuo cambio, es decir, las decisiones que se tomen continuamente van a tener que ser modificadas, por la evolución que tenga el sistema o por la aparición de nuevas variables que lo afecten.

## **LA INFORMACIÓN COMO MATERIA PRIMA**

El proceso de toma de decisiones utiliza como materia prima información. Esta es fundamental, ya que sin ella no resultaría posible evaluar las alternativas existentes o desarrollar alternativas nuevas.

En las organizaciones, que se encuentran sometidas constantemente a la toma de decisiones, la información adquiere un rol fundamental, y por ello un valor inigualable.

Para procesar los datos de la organización y transformarlos en información, es fundamental el Sistema de información, dentro de los cuales se encuentra la contabilidad. Además de los sistemas de información, existen sistemas diseñados especialmente para ayudar a transitar el proceso de toma de decisiones, que se conocen como Sistemas de soporte a decisiones o Sistemas de apoyo a la decisión.

## 4.7 La búsqueda de alternativas

### BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS

El proceso de búsqueda por el cual la mente genera alternativas, aun se comprende solo parcialmente. Una teoría describe la búsqueda de alternativas como un proceso por el cual en primer lugar se establece una "cadena de medios y fines" para llenar el vacío entre el punto de Salida y el logro del objetivo. Se dice que la mente viaja hacia adelante y hacia atrás en esta cadena, listando caminos alternos y desintegrando el problema y los objetivos principales, en subproblemas y subobjetivos. De acuerdo al "punto de vista de incremento", el proceso de investigación busca alternativas que implican solo ligeras variaciones de las posiciones actualmente sostenidas. Esta estrategia conservadora, se justifica a través de la premisa de que salidas imprudentes implican riesgos considerables, debido a la falta de información y poca comprensión de las posibles consecuencias. A este "punto de vista de incremento" se le critica por no permitir innovación y creatividad. El enfoque de sistemas es opuesto filosóficamente al punto de vista de incremento, debido a que este no considera el problema global ni los sistemas globales. Es obvio que el proceso de generar y buscar alternativas es central y crucial para el buen éxito en el logro de los objetivos.

### LIMITES DE RAZONAMIENTO

El proceso de búsqueda se limita no solo por la variedad y alcance de las alternativas que se consideran, sino también por su número. El razonamiento de un individuo es limitado. "Límites de razonamiento" es un término que March y Simón utilizan para referirse a las limitaciones de las capacidades inherentes del individuo, como comprender y comparar más de unas cuantas alternativas a la vez. La comparación se hace más difícil al aumentar el número de variables que sostienen las alternativas. Para la mayoría de las decisiones, considerar tres alternativas -por ejemplo, un espectro de dos extremos con un punto medio- puede ser suficiente. Sin embargo, ¿puede decirse lo mismo cuando se trata de decisiones importantes, como por ejemplo la elección de un sistema de armamento por el congreso, o la elección de un sistema de

bienestar adecuado para los no privilegiados? En este caso, ¿cuántas alternativas deben considerarse? La respuesta es que, al comienzo del proceso de toma de decisiones, se deben considerar tantas alternativas como sea posible, a fin de cubrir todas las posibilidades.

En segundo término, se pueden separar las alternativas al tomarse en cuenta las necesidades del problema. Se ha notado que "para el votante, las clasificaciones en grupo simplifican la tarea de elección política en un grado notable. Estas le capacitan para responder a los eventos infinitamente complejos del mundo contemporáneo con un criterio muy simple. . . Sin la clasificación por partidos, la elección se vuelve casi imposible".

De esta manera, en una situación compleja como comparar candidatos de partidos políticos que representan diferentes programas y filosofías, quien vota solo se enfrenta a dos o tres alternativas. Aun con esta simplificación de la situación de decisión, hay un amplio lugar para dudar acerca del "razonamiento de elección" del votante. Además, la reducción de la complejidad extrema a la simplicidad manejable, conlleva muchos riesgos. Uno de los más obvios es la dificultad de elegir un presidente que represente una pluralidad de posiciones, un hecho que se ha vuelto cada vez más difícil de lograr. El proceso promedio por el cual se ha logrado esto, puede resultar en compromisos, desprovistos de dirección a fin de satisfacer a todos los bandos.

"Límites de razonamiento", como se aplica a una organización, se ha definido como un conjunto de problemas que la organización se siente competente para tratar, dada la pericia de los individuos que pertenecen a Esta. Por tanto, la organización con un solo miembro, tiene un alcance muy limitado, debido a la limitación de su conocimiento. Sin embargo, al agregarse miembros a la organización, los límites de razonamiento se desarrollan y amplían, ya que cada miembro contribuye a la comprensión de Los problemas sobre los cuales se decide.

## 4.8 Estilos cognoscitivos y sistemas de investigación verdad

### Estilos cognoscitivos

Además del dominio en el cual operan y los supuestos en los que se origina su "cosmovisión", debe reconocerse la influencia que el estilo cognoscitivo de un autor de decisiones desempeña en la formación e implantación de soluciones. El concepto de "estilos cognoscitivos" también se conoce bajo el nombre de "estilos o tipos psicológicos". El término estilo cognoscitivo o tipo psicológico, se refiere a la forma en que un individuo realiza "actividades perceptuales e intelectuales". El estilo cognoscitivo de un individuo puede determinarse por su "composición genética y por los factores del medio como educación y experiencia". Los estilos cognoscitivos recorren un continuo de analítico a heurístico, con todas las combinaciones entre ambos puntos. El razonamiento analítico generalmente se reconoce como lógico; está estructurado con una tendencia para desintegrar en partes un problema. El razonamiento heurístico es más intuitivo; trata de abarcar globalmente un problema. Otros nombres proporcionados a los extremos de este continuo son campo independiente y campo dependiente (campo altamente analítico y poco analítico, respectivamente), "en base a la habilidad de un autor de decisiones para diferenciar un objeto de su contexto." Estos procesos de razonamiento también se han llamado estilos cognoscitivos lógico-analítico (LA) e intuitivo-sintético (IS).

Durante mucho tiempo la psicología ha considerado importante la influencia que los estilos cognoscitivos tienen en los procesos de pensamiento de un individuo. Guilford y Hoepfner recurrieron a estudios taxonómicos de habilidades intelectuales, disposiciones cognoscitivas y estrategias ejecutivas.

Los estilos cognoscitivos o procesos de pensamiento del director, también han sido el estudio de muchos proyectos de investigación. En uno de ellos, se clasificó a los pensadores como sistemáticos, intuitivos, receptivos o preceptivos, con referencia a las pruebas psicológicas estudiadas con ese propósito se encontró que cada uno de esos tipos de pensamiento se acercaba

al problema y evaluaba la información disponible en forma diferente. Por tanto, "el estilo cognoscitivo proporciona al director evaluación de su medio".

También se ha utilizado la tipología sobre la personalidad de C. G. Jung, para describir cuatro tipos diferentes de organización y toma de decisiones, y para mostrar el impacto de las variables de personalidad en: a) las nuevas imágenes que los directores tienen de su ideal de organización, y b) las clases de fuentes de información y metodologías que prefieren usar más comúnmente en situaciones complejas de toma de decisiones. Los cuatro tipos de personalidad jungiana, abarcan el espectro de sensación-pensamiento, sensación-sentimiento, intuición-pensamiento, e intuición-sentimiento.

Kochen sugiere que la respuesta a la pregunta de asignar grados de membrecía a los conceptos borrosos varia con la población, una idea que parece sugerir que la justificación para esta diferenciación se basa en la tipología de los estilos cognoscitivos."

Los estilos cognoscitivos se han estudiado para determinar el papel que desempeñan en la implementación o ausencia de esta en las recomendaciones de la ciencia de la administración.

### **Sistemas de investigación verdad**

Un sistema de investigación es un proceso que está dirigido hacia la adquisición de conocimiento. Este puede entenderse como la "epistemología" del autor de decisiones, por la cual se dan a entender los procesos de pensamiento y razonamiento utilizados para provocar, buscar, explicar y garantizar "la verdad", o por lo menos la propia versión de la verdad. El sistema de investigación es teleológico, en el sentido de que está orientado a un objetivo y busca optimizar la función objetivo. Contribuye al diseño del sistema mediante la creación de la solución aceptada de un problema. Partiendo de datos disponibles, los autores de decisiones formulan una solución en forma de teorías, estrategias, planes o alternativas.

El tema de sistemas de investigación y la validación de la comprensión y conocimiento humanos, lo han tratado filósofos y pensadores desde tiempo inmemorial.

## **EL CICLO PRUEBA - COSMOVISION - SISTEMA DE INDAGACION - VERDAD**

El ciclo de toma de decisiones no es sino una de las funciones en el proceso de diseño de sistemas o paradigma de sistemas, el cual se describe con más detalle en el siguiente capítulo. En el apéndice de este capítulo se ilustran sus aplicaciones a un sistema de mantenimiento del ingreso.

La elección de un sistema de investigación en la toma de decisiones gira alrededor de los métodos y procedimientos por los cuales se adquiere el conocimiento y por los cuales se valida la verdad. En los últimos 400 años, ha tenido lugar una dramática evolución en el pensamiento y filosofía científicos. Esta abarca el racionalismo, con su énfasis en lo absoluto; el relativismo, que envuelve las nociones de probabilidad y relatividad ética; y el pragmatismo de hoy en día, con sus implicaciones cognoscitivas y éticas sociales.

El punto de partida de la filosofía de la ciencia de Descartes y del racionalismo, se basaba en la premisa de uno nunca debe aceptar una idea como verdadera, que no esté clara y fuera de dudas. El movimiento científico clásico se deriva de la necesidad de postular la existencia de la verdad absoluta. Durante dos siglos, el diecisiete y el dieciocho, la ciencia y la filosofía lucharon por probarlo. En el siglo diecinueve se reconocieron los principios de la verdad y probabilidad relativas, lo que invalida el concepto de Descartes de certeza absoluta. El principio de verdad absoluta, sufrió un contratiempo adicional cuando el principio de dualidad se consideró científicamente aceptable. Este cambio de eventos fue el resultado de la imposibilidad de explicar los componentes de la materia con una sola teoría. Por tanto, llegó a existir un modelo que abarcaba una dualidad de interpretaciones, la de la materia y la de la partícula. La lógica que era de "dos valores", se convirtió en lógica de "tres valores". Los enunciados ahora eran verdaderos, falsos o indeterminados, una lógica que se volvió muy útil en la mecánica cuántica. En la lógica de la probabilidad, la posición indeterminada toma el nombre de principio de indiferencia o "sin razón para lo contrario".

Sin embargo, estos refinamientos no excluyeron la garantía de que la lógica estuviera libre de contradicciones. El estudio de las contradicciones o "anti paradojas" condujo al estudio formal de los metalenguajes y de la semántica. De cierta mane, puede decirse con verdad, que la teoría sobre el conjunto borroso se deriva de todos estos esfuerzos por encontrar un metalenguaje riguroso con el cual pueda expresarse la ambigüedad. Puede también considerarse una nueva lógica que conducirá a una nueva epistemología. La verdad se redefine y se hace mas adaptiva a nuevas demandas del domino de los problemas "malos" y de los sistemas "flexibles". Este desarrollo abarca el progreso del pensamiento científico y filosofía científica, a través de la trilogía de verdad absoluta, verdad probable y verdad borrosa. Por tanto, puede expresarse que la teoría sobre el conjunto borroso parece ser la adecuada para definir la imprecisión en el domino de las ciencias inexactas y satisfacer los requerimientos de una mayor exactitud y rigor en el diseño de sistemas, en particular en áreas donde surgen problemas cuando se trata de describir cuantitativamente la ambigüedad. Esta teoría tiene el potencial de desempeñar un papel importante en el paradigma de sistemas.

#### **4.9. Diseño de un sistema X de mantenimiento de ingresos. (Una ilustración).**

El siguiente informe presenta el cumplimiento de los objetivos del anteproyecto bajo modalidad de monografía, desarrollado en la Planta de Coque de la empresa Acerías Paz del Río S.A., el objetivo general del proyecto es aumentar la eficiencia, rentabilidad y competitividad de la Planta de Coque mediante el diseño de un sistema de mantenimiento con base en Análisis de Criticidad y análisis de efectos y modos de falla.

La primera parte del informe, resume la creación de Acerías Paz del Río S.A., además de su evolución hasta el día de hoy, así como una descripción breve del proceso de manufactura del acero utilizado por la empresa.

La segunda parte del informe presenta una descripción detallada de los subprocesos de la Planta de Coque y la relación que existe entre equipos,

funciones y procesos, por medio de diagramas de flujo que hacen parte de una completa base de datos de todos los equipos que operan actualmente en la planta, esta base contiene un desglose de las principales partes de las máquinas y una relación entre los diferentes códigos manejados en la empresa.

La tercera parte del informe muestra los resultados obtenidos al aplicar dos de las herramientas del sistema integrado de Confiabilidad Operacional: el Análisis de Criticidad (CA) y el Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA). Por medio del CA se realiza una lista ponderada de equipos, desde el más crítico hasta el menos crítico, en función de su impacto global con el fin de priorizar las ordenes de trabajo, proyectos de inversión, diseñar políticas de mantenimiento, etc.

UNIDAD  
5  
METODOLOGÍA  
DE  
SISTEMAS DUROS

## 5.1 Paradigma de análisis de los sistemas duros y blandos

El ciclo de toma de decisiones, puede dividirse en tres fases distintas y aplicarse al proceso del diseño de sistemas, como se muestra en la figura 5.1. Estas fases son como sigue:

**Estas fases son:**

### 1. Fase de diseño de políticas o pre planeación

### 2. Fase de evaluación

### 3. Fase de action-implantation

#### ***Fase 1. Diseñó de políticas o pre planeación es la fase durante la cual***

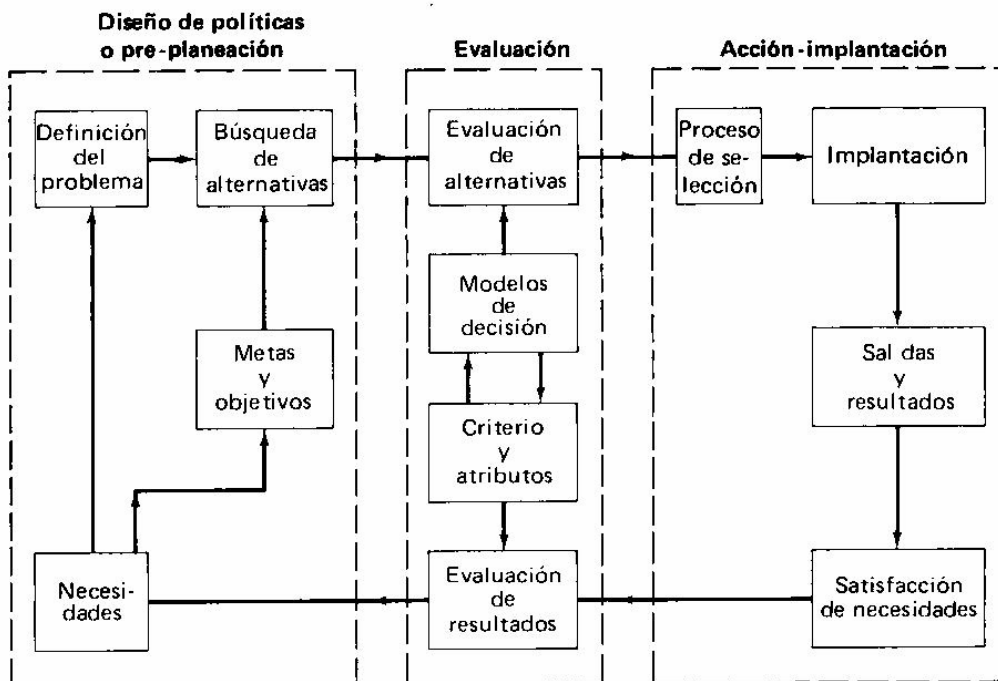
- Se llega a un acuerdo de lo que es el problema.
- Los autores de decisiones llegan a una determinación de sus
- Cosmovisiones (premisas, supuestos, sistemas de valor y estilos
- Cognoscitivos).
- Se llega a un acuerdo sobre los métodos básicos por los cuales se
- Interpretaran las pruebas.
- Se llega a un acuerdo sobre qué resultados (metas y objetivos)
- Esperan los clientes (expectativas) y los planificadores (promesas).
- Se inicia la búsqueda y generación de alternativas

#### ***Fase 2. La evaluación consiste en fijar las diferentes alternativas Propuestas, para determinar el grado en el cual satisfacen las metas y Objetivos implantados durante la fase anterior. La evaluación incluye:***

1. Una identificación de los resultados y consecuencias derivados de cada alternativa.
2. Un acuerdo de que los atributos y criterios elegidos con los cuales se evaluarán los resultados, re presentan verdaderamente
3. las metas y objetivos preestablecidos a satisfacer, Una elección de la medición y modelos de decisión, los cuales se usaran para evaluar y comparar alternativas.
4. Un acuerdo en torno al método para el cual se hará la elección de una alternativa en particular.
5. Una auditoria o evaluación de los resultados obtenidos del implemento del diseño de sistemas, lo cual significa optimismo o pesimismo sobre si los objetivos pueden realmente satisfacerse y proporcionarse los resultados prometidos.
6. Reciclamiento desde el comienzo, el cual ocurre a pesar de sí. Los resultados obtienen éxito o fracaso

**Fase 3. La implantación de la acción es la fase durante la cual el diseño elegido se realiza, La implantación incluye todos los problemas "malos" de:**

1. Optimización, que describe donde está la "mejor" solución.
2. sub-optimización, que explica por que no puede lograrse la "mejor" solución.
3. Complejidad, que trata con el hecho de que, de tener solución, debe simplificarse la realidad, pero para ser real, las soluciones deben ser "complejas".
4. Conflictos, legitimación y control, son problemas que afectan, pero no son exclusivos de la fase de implantación del diseño de sistemas.
5. Una auditoria o evaluación de los resultados obtenidos del implemento del diseño de sistemas, lo cual significa optimismo o pesimismo sobre si los objetivos pueden realmente satisfacerse y proporcionarse los resultados prometidos.
6. Reciclamiento desde el comienzo, el cual ocurre a pesar de si los resultados obtienen éxito o fracaso.



**FIGURA 5.1.** El ciclo de toma de decisiones desintegrado en las tres fases del diseño de sistemas.

La tabla 9.1 compara los métodos de la ciencia fundamentales al enfoque analítico-mecánico, como el paradigma de ciencia aplicable al dominio de sistemas rígidos, con los métodos de la ciencia fundamentales al enfoque de sistemas y al paradigma de sistemas, que son aplicables a los dominios de sistemas flexibles, encontrados en las ciencias sociales y otras relacionadas.

Es normal esperar que las ciencias físicas estén más de acuerdo con las derivaciones lógico-matemáticas y los procesos de razonamiento más formales, que las ciencias sociales. Aunque la lógica y las matemáticas tienen un papel que desempeñar en estas estos métodos nunca remplazara los procesos menos estructurados que son más adecuados a un dominio menos preciso. Esto es engañoso, por otro lado, para caracterizar completamente el dominio de las ciencias físicas como "exacto" y el de su contraparte, las ciencias sociales, como "inexacto".

Los procesos de razonamiento informal desempeñan un papel importante en todas las ciencias. Como lo subrayan Helmer y Rescher.

**TABLA 9.1 COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN APLICABLES A LOS DOMINIOS DE SISTEMAS RÍGIDOS Y FLEXIBLES**

	<i>Métodos científicos que se aplican a los dominios de sistemas rígidos (el paradigma de ciencia)</i>	<i>Métodos científicos que se aplican a los dominios de sistemas flexibles (el paradigma de sistemas)</i>
Propiedades de los dominios de sistemas	Refiérase a la tabla 2.1, columna 2, de este libro	Refiérase a la tabla 2.1, columna 3, de este libro
Procesos de razonamiento	Formalizados: derivación logicomatemática	Proceso de razonamiento informal y uso de juicio intuitivo
Datos comprobados	Totalmente confirmados mediante observación y réplica	Hechos percibidos en forma intuitiva con poca réplica
Terminología	Precisa	Conceptualmente más vaga
Generalizaciones	Leyes; fundamento sólido para predicciones	“Cuasi-leyes” (no tan universales como las leyes); fundamento limitado para la predicción
Modelos	Algoritmos	Heurística
Explicaciones	Basadas en relaciones causales probadas, “deben establecer, más allá de la duda razonable, sus hipótesis como más creíbles que su negación”	Relaciones causales percibidas, no siempre sujetas a prueba
Predicciones	Basadas en datos fuertes y “cuya articulación se razona tan estrechamente como cualquier explicación”, “debe establecerse su hipótesis como más creíble que cualesquier alternativas comparables”	Predicciones basadas en consideraciones intuitivas y en “datos más débiles que las explicaciones... Deficiente en la articulación explícita”
Continuum	Transiciones graduales; discontinuidades debidas solamente a un conocimiento imperfecto	Dominio con discontinuidades inherentes; importancia del acontecimiento único
Pruebas	Derivación exacta	Derivación matemática no esperada; se aceptan datos subjetivos
Confiabilidad de las predicciones	Se adjudica probabilidad elevada a los estados alternos posibles de la naturaleza	Se adjudica baja probabilidad a los estados alternos posibles de la naturaleza

TABLA 9.1 (Continuación)

	<i>Métodos científicos que se aplican a los dominios de sistemas rígidos (el paradigma de ciencia)</i>	<i>Métodos científicos que se aplican a los dominios de sistemas flexibles (el paradigma de sistemas)</i>
Resultados	La conducta observada es generalmente el producto del resultado promedio esperado de un número infinito de eventos como los encontrados en sistemas de "complejidad no organizada"	La conducta observada está dictada por las interacciones de un número finito de elementos y procesos, como los encontrados en sistemas de "complejidad organizada"
Medición de confianza	Basada en frecuencias relativas de eventos observables (probabilidades objetivas)	Basada en frecuencias relativas de eventos observables (probabilidades objetivas), y en juicios subjetivos de la ocurrencia probable de eventos (probabilidades subjetivas)
Papel de la pericia	Para obtener datos, implantar y probar hipótesis y estructurar teorías	Necesario para averiguar el "peso evidencial que se da a varias piezas de... información", para proporcionar un antecedente no sistematizado en la formulación de conclusiones predictivas, y para proporcionar una evaluación intuitiva de factores intangibles
Metodología de la pericia	Aplicación rigurosa de los métodos científicos y matemático	Aplicación y adaptación de métodos científicos y cuantitativos; diseño de métodos especiales; método de Delfos y convergencia de opinión; pronósticos tecnológicos; simulación y juego; experimentos controlados; heurística; operaciones evolucionarias; técnicas de búsqueda y ascenso; conjuntos borrosos; teoría de catástrofe

FUENTE: Adaptado de O. Helmer y N. Rescher, "On the Epistemology of the Inexact Sciences", *Management Science*, 6, núm. 1, 25-52, © 1959. Utilizado con permiso de los autores y del Institute of Management Sciences.

causas de una recesión, debe estudiar los eventos como ocurren, o reconstruir el curso de los datos obtenidos en ese tiempo. La forma idéntica de recesión nunca ocurre

## 5.2 Metodología de hall y jenking

### Metodología de Hall

#### Introducción

Uno de los campos en donde con más intensidad se ha sentido la necesidad de utilizar conceptos y metodologías de Ingeniería de Sistemas es en el desarrollo de tecnología. Esto se debe a que los sistemas técnicos, que sirven para satisfacer ciertas necesidades de los hombres, están compuestos de elementos interconectados entre sí de tal forma que se hace necesario pensar en términos de sistemas, tanto para el desarrollo de nueva tecnología como para el análisis de la ya existente.

#### METODOLOGÍA

Los pasos principales de la metodología de Hall son:

- 1 Definición del problema
- 2 Selección de objetivos
- 3 Síntesis de sistemas
- 4 Análisis de sistemas
- 5 Selección del sistema
- 6 Desarrollo del sistema
- 7 Ingeniería

**1. Definición del Problema:** se busca transformar una situación confusa e indeterminada, reconocida como problemática y por lo tanto indeseable, en un estatuto en donde se trate de definirla claramente. Esto sirve para:

- a) Establecer objetivos preliminares.
- b) El análisis de distintos sistemas.

De la definición del problema los demás pasos de la metodología dependen de cómo haya sido concebido y definido el problema. Si la definición del problema es distinta a lo que realmente es, lo más probable es que todo lo que se derive del estudio vaya a tener un impacto muy pobre en solucionar la verdadera situación problemática.

La definición del problema demanda tanta creatividad como el proponer soluciones. El número de posibles soluciones aumenta conforme el problema es definido en términos más amplios y que disminuyen al aumentar el número de palabras que denotan restricciones dentro de la restricción.

Existen dos formas en cómo nacen los problemas que son resueltos con sistemas técnicos:

- a) La búsqueda en el medio ambiente de nuevas ideas, teorías, métodos, y materiales, para luego buscar formas de utilizarlos en la organización.
- b) Estudiar la organización actual y sus operaciones para detectar y definir necesidades.

Estas dos actividades están estrechamente relacionadas y se complementan una a otra.

## **Investigación de necesidades**

**Las necesidades caen dentro de tres categorías.**

- a) Incrementar la función de un sistema. Hacer que un sistema realice mas funciones de las actuales.
- b) Incrementar el nivel de desempeño. Hacer que un sistema sea más confiable. Más fácil de operar y mantener, capaz de adaptarse a niveles estándares más altos.
- c) Disminuir costos, hacer que un sistema sea más eficiente.

### **1. INVESTIGACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

Se trata de entender y describir el medio ambiente en donde se encuentra la organización, “entre otras cosas, se realiza un peinado del medio ambiente en búsquedas de nuevas ideas, métodos, materiales y tecnologías que puedan ser utilizados en la satisfacción de necesidades”. De este último se desprende que el criterio para decidir si algo que existe en el medio ambiente es útil para la organización está en función de las necesidades de esta última.

## **2. SELECCIÓN DE OBJETIVOS.**

Se establece tanto lo que esperamos del sistema como los criterios bajo los cuales mediremos su comportamiento y compararemos la efectividad de diferentes sistemas.

Primero se establece que es lo que esperamos obtener del sistema, así como insumos y productos y las necesidades que este pretenda satisfacer.

Ya que un sistema técnico se encuentra dentro de un suprasistema que tiene propósitos, aquel debe ser evaluado en función de este. No es suficiente que el sistema ayude a satisfacer ciertas necesidades. Se debe escoger un sistema de valores relacionados con los propósitos de la organización, mediante el cual se pueda seleccionar un sistema entre varios y optimizarlo. Los valores más comunes son: utilidad (dinero), mercado, costo, calidad, desempeño, compatibilidad, flexibilidad o adaptabilidad, simplicidad, seguridad y tiempo.

Los objetivos deben ser operados hasta que sea claro como distintos resultados pueden ser ocasionados a ellos para seleccionar y optimizar un sistema técnico.

Cuando un sistema tiene varios objetivos que deben satisfacerse simultáneamente, es necesario definir la importancia relativa de cada uno de ellos. Si cada objetivo debe cumplirse bajo una serie de valores a estos también debe asignarse un peso relativo que nos permita cambiarlos en el objetivo englobado.

## **3. SÍNTESIS DEL SISTEMA.**

Lo primero que se debe hacer es buscar todas las alternativas conocidas a través de las fuentes de información a nuestro alcance. Si el problema ha sido definido ampliamente, el número de alternativas va a ser bastante grande. De aquí se debe obtener ideas para desarrollar distintos sistemas que puedan ayudarnos a satisfacer nuestras necesidades. Una vez hecho esto, se procede a diseñar (ingeniar) distintos sistemas.

En esta parte no se pretende que el diseño sea muy detallado. Sin embargo, debe de estar lo suficientemente detallado de tal forma que los distintos sistemas puedan ser evaluados.

## **METODOLOGIA DE JENKINS**

Ingeniería de Sistemas no es una nueva disciplina, ya que tiene sus raíces en la práctica de la Ingeniería Industrial. Sin embargo, enfatiza el desempeño global del sistema como un todo, en contraposición al desempeño de partes individuales del sistema. Una característica importante de la Ingeniería de Sistemas es el desarrollo de modelos cuantitativos, de tal forma que una medida de desempeño del sistema pueda optimizarse.

La palabra “Ingeniería” en Ingeniería de Sistemas se usa en el sentido de “diseñar, construir y operar sistemas”, esto es, “ingeniar sistemas”. Otra de las características de la Ingeniería de Sistemas es la posibilidad de poder contemplar a través de su metodología, la solución de problemas completamente diferentes que provienen de áreas muy diferentes como la tecnología y la administración, enfatizando sus características comunes a través de isomorfismos que puedan relacionarlos. Es por esto que cuando la Ingeniería de Sistemas se aplica a la solución de problemas complejos, incluye la participación de profesionales en áreas muy diferentes y no sólo la participación de ingenieros.

## **UNA METODOLOGIA DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

### **Un enfoque de sistemas a la solución de problemas**

En esta sección se proporcionan las líneas de guía generales que usaría un Ingeniero para confrontar y solucionar problemas. Las diferentes etapas que se describen posteriormente, representan un desglose de las cuatro fases siguientes:

## **FASE 1: Análisis de Sistemas**

El Ingeniero inicia su actividad con un análisis de lo que está sucediendo y por qué está sucediendo, así como también de cómo puede hacerse mejor. De esta manera el sistema y sus objetivos podrán definirse, de forma tal que resuelva el problema identificado.

### **➤ ANALISIS DE SISTEMAS**

Identificación y formulación del problema

Organización del proyecto

Definición del sistema

Definición del suprasistema

Definición de los objetivos del suprasistema

Definición de los objetivos del sistema

Definición de las medidas de desempeño del sistema

Recopilación de datos e información

## **FASE 2: Diseño de Sistemas**

Primeramente se pronostica el ambiente futuro del sistema. Luego se desarrolla un modelo cuantitativo del sistema y se usa para simular o explorar formas diferentes de operarlo, creando de esta manera alternativas de solución. Por último, en base a una evaluación de las alternativas generadas, se selecciona la que optimice la operación del sistema.

### **➤ DISEÑO DE SISTEMA**

Pronósticos

Modelación y simulación del sistema

Optimización de la operación del sistema

Control de la operación del sistema

Confiabilidad del sistema

### **FASE 3: Implantación de Sistemas**

Los resultados del estudio deben presentarse a los tomadores de decisiones y buscar aprobación para la implantación del diseño propuesto. Posteriormente, tendrá que construirse en detalle el sistema. En esta etapa del proyecto se requerirá de una planeación cuidadosa que asegure resultados exitosos. Después de que el sistema se haya diseñado en detalle, tendrá que probarse para comprobar el buen desempeño de su operación, confiabilidad, etc.

#### ➤ **IMPLANTACION DE SISTEMAS**

Documentación y autorización del sistema

Construcción e instalación del sistema

### **FASE 4: Operación y Apreciación Retrospectiva de Sistemas**

Después de la fase de implantación se llegará al momento de “liberar” el sistema diseñado y “entregarlo” a los que lo van a operar. Es en esta fase donde se requiere mucho cuidado para no dejar lugar a malos entendimientos en las personas que van a operar el sistema, y generalmente representa el área más descuidada en el proyecto de diseño. Por último, la eficiencia de la operación del sistema debe apreciarse, dado que estará operando en un ambiente dinámico y cambiante que probablemente tendrá características diferentes a las que tenía cuando el sistema fue diseñado. En caso de que la operación del sistema no sea satisfactoria en cualquier momento posterior a su liberación, tendrá que iniciarse la fase 1 de la metodología, identificando los problemas que absolutizaron el sistema diseñado.

#### ➤ **OPERACIÓN Y APRECIACION RETROSPECTIVA DE SISTEMAS**

Operación inicial del sistema

Apreciación retrospectiva de la operación del sistema

Mejoramiento de la operación del sistema diseñado

## 5.3 Aplicaciones

Después de la Segunda Guerra Mundial, los problemas complejos de logística del manejo de recursos, se convierte en el nacimiento del análisis cuantitativo de los sistemas cerrados. Fue con esta orientación con la cual la Investigación de Operaciones y el Management Science emergieron durante los años cincuentas.

La Investigación de Operaciones se aplicó exitosamente durante los sesentas, pero en los setentas, debido a la cambiante naturaleza de los contextos de los sistemas socio-técnicos, los análisis tuvieron una menor orientación cuantitativa.

La Ingeniería de Sistemas, por su parte, está relacionada con el diseño de sistemas cerrados hombre-máquina y sistemas socio-técnicos de gran escala. La Ingeniería de Sistemas puede ser vista como un sistema de métodos y herramientas, cuya actividad específica es la solución de problemas.

Al hablar de herramientas se incluyen en éstas al lenguaje, a las matemáticas y a las gráficas por las cuales la Ingeniería de Sistemas se comunica. El contenido de la Ingeniería de Sistemas incluye una variedad de algoritmos y conceptos que posibilitan varias actividades.

El primer trabajo importante en Ingeniería de Sistemas fue publicado por Hall en 1962. El presentó una morfología comprensiva, tridimensional para la Ingeniería de Sistemas. En la década de los setentas se sugirió un cambio en la dirección en Ingeniería de Sistemas: el uso del término "system" para referirse a la aplicación de la ciencia de los sistemas y a las metodologías asociadas con esa ciencia para la solución de problemas.

La palabra "engineering" significó no sólo el dominio y manipulación de datos físicos, sino también consideraciones de comportamiento social, como parte inherente del proceso de ingeniería de diseño.

Durante los sesentas y principios de los setentas, practicantes de la Investigación de Operaciones intentaron transferir su enfoque al contexto de sistemas sociales. Esto fue un desastre. Fue el período cuando emergió la 'social engineering' como un enfoque dirigido a los problemas sociales. Un reconocimiento de la falla de estos intentos, ha llevado a un cambio de dirección, mejor manifestada por la posición de identificar metodologías sociales.

No obstante, el enfoque de la Ingeniería de Sistemas puede proveer de conceptos básicos, herramientas de análisis y métodos de ingeniería a usarse en el análisis y diseño de un sistema tecnológicamente complejo. Ejemplos de problemas relativos a la modelación: toma de decisiones, control y optimización.

En este caso las relaciones e interacciones entre los diversos componentes son modelados. Esta información es entonces usada para determinar la mejor forma de regular y controlar las diferentes contribuciones y que se ejecute la meta, la cual puede ser la mejoría para una componente individual pero no necesariamente la mejor para el sistema como un todo.

Son conceptos y técnicas para tratar con grandes problemas de optimización encontrados en el diseño de grandes estructuras de ingeniería, control de sistemas interconectados, reconocimiento de patrones, planeación y operación de sistemas complejos; enfoques para particionar, relajar, restringir, descomponer, entre otras operaciones.

Un ejemplo más completo acerca de sistemas suaves y duros lo encontramos hoy en día en las computadoras, en donde se mezcla el software y el hardware, el sistema suave, el componente en si y el duro el sistema que lo hace funcionar, es el mas claro ejemplo de aplicación de sistemas suaves y duros.

**UNIDAD**

**6**

**METODOLOGÍA**

**DE**

**SISTEMAS BLANDOS**

## 6.1 Metodología de Checkland

La Metodología de Sistemas (SSM) de Peter Checkland es una metodología sistémica fundamentada en el concepto de perspectiva o en el lenguaje de la metodología “Weltanschauung”. Un “weltanschauung” representa la visión propia de un observador, o grupo de ellos, sobre un objeto de estudio, visión ésta que afecta las decisiones que el(los) observador(es) pueda(n) tomar en un momento dado sobre su accionar con el objeto. La SSM toma como punto de partida la idealización de estos “weltanschauung” para proponer cambios sobre el sistema que en teoría deberían tender a mejorar su funcionamiento. En este punto es conveniente aclarar la noción de “weltanschauung”, para ello se puede considerar como ejemplo, las diferencias que entre un observador y otro presenta el propósito de las universidades:

- Para algunos estudiantes pueden ser centros de estudio donde asisten para formarse con miras a ingresar a un mercado de trabajo profesional, para otros pueden ser centros donde tomar experiencia en la diatriba política, para otro grupo pueden ser centros donde converge el conocimiento universal y acuden a entrar en contacto con él, etc.

- Para algunos profesores pueden ser centros de enseñanza donde acuden a laborar impartiendo conocimientos entre sus estudiantes, para otros son centros de docencia e investigación donde, a través del desarrollo de la investigación, nutren su actividad de docencia, siempre con la intención de brindar lo mejor posible de sus conocimientos a sus estudiantes, así mismo para otro grupo de profesores la universidad puede ser un centro donde ellos y los estudiantes acuden a intercambiar experiencias dentro de un proceso interactivo de enseñanza aprendizaje, etc.

Como se puede ver, en ambos casos, la visión que se tiene sobre las universidades es diferente, e incluso entre estudiantes y entre profesores se pueden tener diferentes visiones. Estas visiones son los “weltanschauung” sobre las universidades, es importante hacer notar que éstos no son correctos o erróneos, ni unos son mejores que otros, todos son igualmente válidos e incluso complementarios.

La SSM está conformada por siete estadios cuyo orden puede variar de acuerdo a las características del estudio, a continuación se describen brevemente estos estadios.

**Estadio 1:** La Situación Problema no Estructurada: en este estadio se pretende lograr una descripción de la situación donde se percibe la existencia de un problema, sin hacer hincapié en el problema en sí, esto es sin dar ningún tipo de estructura a la situación.

**Estadio 2:** La Situación Problema Expresada: se da forma a la situación describiendo su estructura organizativa, actividades e interrelación de éstas, flujos de entrada y salida, etc.

**Estadio 3:** Definiciones Raíz de Sistemas Pertinentes: se elaboran definiciones de lo que, idealmente, según los diferentes “weltanschauung” involucrados, es el sistema. La construcción de estas definiciones se fundamenta en seis factores que deben aparecer explícitos en todas ellas, estos se agrupan bajo el nemónico de sus siglas en ingles CATWOE (Bergvall-Kareborn et. al. 2004), a saber: consumidores, actores, proceso de transformación, weltanschauung, poseedor y restricción del ambiente.

**Estadio 4:** Confección y Verificación de Modelos Conceptuales: partiendo de los verbos de acción presentes en las definiciones raíz, se elaboran modelos conceptuales que representen, idealmente, las actividades que, según la definición raíz en cuestión, se deban realizar en el sistema (Ramírez 1983). Existirán tantos modelos conceptuales como definiciones raíz. Este estadio se asiste de los subestadios 4a y 4b.

**Estadio 4a:** Concepto de Sistema Formal: este consiste en el uso de un modelo general de sistema de la actividad humana que se puede usar para verificar que los modelos construidos no sean fundamentalmente deficientes.

**Estadio 4b:** Otros Pensamientos de Sistemas: consiste en transformar el modelo obtenido en alguna otra forma de pensamiento sistémico que, dadas las particularidades del problema, pueda ser conveniente.

**Estadio 5:** Comparación de los modelos conceptuales con la realidad: se comparan los modelos conceptuales con la situación actual del sistema expresada, dicha comparación pretende hacer emerger las diferencias existentes entre lo descrito en los modelos conceptuales y lo que existe en la actualidad en el sistema.

**Estadio 6:** Diseño de Cambios Deseables, Viables: de las diferencias emergidas entre la situación actual y los modelos conceptuales, se proponen cambios tendientes a superarlas, dichos cambios deben ser evaluados y aprobados por las personas que conforman el sistema humano, para garantizar con esto que sean deseables y viables.

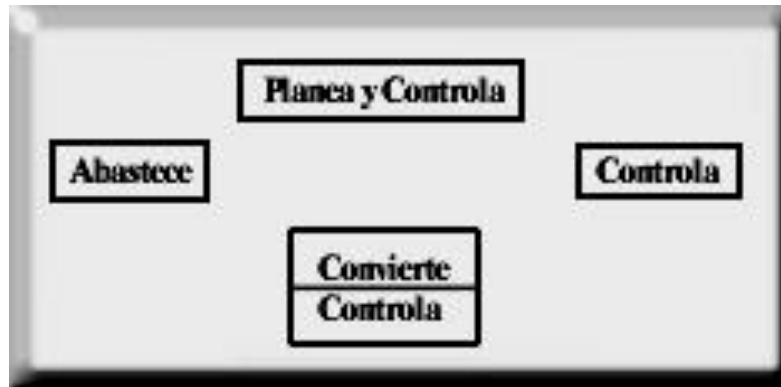
**Estadio 7:** Acciones para Mejorar la Situación Problema: finalmente este estadio comprende la puesta en marcha de los cambios diseñados, tendientes a solucionar la situación problema, y el control de los mismos. Este estadio no representa el fin de la aplicación de la metodología, pues en su aplicación se transforma en un ciclo de continua conceptualización y habilitación de cambios, siempre tendiendo a mejorar la situación.

## **6.2 Los sistemas de actividad humana y el concepto de control**

Por lo general, describen los seres humanos que emprenden una actividad determinada, como los sistemas hombre-máquina, la actividad industrial, los sistemas políticos, etc.

Un sistema de actividad humana se describe como un conjunto de subsistemas interactuando o como un conjunto de actividades ínter actuantes. Un subsistema no es diferente a un sistema excepto en términos del nivel de detalle y por lo tanto un subsistema puede redefinirse como un sistema y ser

modelado como un conjunto de actividades. Así los términos "SISTEMA" y "ACTIVIDAD" pueden intercambiarse. La palabra "ACTIVIDAD" implica acción y, por lo tanto, el lenguaje en el que los sistemas de actividad humana se modelan están en términos de verbos. Un modelo de un sistema de ACTIVIDAD HUMANA (SAH) en su forma más básica.



## SISTEMA DE PRODUCCIÓN

El sistema de actividad humana puede usarse para definir que cambiar. No hay bases teóricas, pero si derivan de la experiencia de resolución de problemas del mundo real y son parte importante de la actividad.

