

Teoría General de Sistemas
Resumen Capitulo 1 (Javier Aracil)**Prof. Armando Perdomo G.**
Sept. 95**INTRODUCCIÓN****Teoría de los Servomecanismos.**

Características:

1. El estudio sistemático del concepto de realimentación.
2. Desarrollo del comportamiento dinámico de los sistemas.

Realimentación: Proceso en virtud del cual, cuando se actúa sobre un determinado sistema, se obtiene continuamente información sobre los resultados de las decisiones tomadas, información que servirá para tomar las decisiones sucesivas.

Estudio de procesos socioeconómicos: aquellos procesos en los que además de componentes tecnológicos apareciesen colectividades humanas.

En estos procesos se desconocen, en gran medida, las leyes que rigen las interacciones elementales que se producen en el seno de los mismos.

Dinámica de Sistemas: metodología para la aplicación a los procesos socioeconómicos, íntimamente ligada a la teoría general de sistemas, la teoría de la automática y la cibernética..

La dinámica de sistemas trata de describir las fuerzas que surgen en el interior del sistema para producir sus cambios a través del tiempo, y como se interrelacionan estas fuerzas entre si en un modelo unitario.

Pasos de un estudio de dinámica de sistemas:

1. Identificar los elementos fundamentales.
2. Se buscan estructuras de realimentación que puedan producir el comportamiento observado.
3. Se construye el modelo matemático a partir de las estructuras identificadas, para ser tratado en el computador.
4. El modelo se emplea para simular el comportamiento dinámico implícito en la estructura identificada.
5. Se modifica la estructura hasta que sus componentes y el comportamiento resultante coincidan con el comportamiento observado en el sistema real.
6. Se modifican las decisiones que puedan ser introducidas en el modelo de simulación hasta encontrar decisiones aceptables y utilizables que den lugar a un comportamiento mejorado.

MODELOS Y TOMA DE DECISIONES

Modelo de Sistema: La relación que liga a las posibles acciones con sus efectos.

Los modelos ayudan a tomar decisiones las cuales implican predicciones.

Un modelo constituye una representación abstracta de un cierto aspecto de la realidad y tiene una estructura que esta formada por los elementos que caracterizan el aspecto de la realidad modelado, y por las relaciones entre estos elementos.

Sistema Dinámico: Cuando se consideran elementos constitutivos de un modelo las evoluciones en el tiempo de las magnitudes que lo constituyen.

El proceso de toma de decisiones puede esquematizarse teniendo en cuenta, un aspecto de la realidad sobre el cual se actúa y del que se tienen unos resultados (observaciones). La decisión sobre que acciones tomar para actuar sobre la realidad se adopta a partir del conocimiento de los valores de los resultados. (observaciones)

$y = R(u)$, $u(t)$ y $y(t)$ representan evoluciones del tiempo.

La relación R constituye la representación formal del modelo.

MODELOS MENTALES Y MODELOS FORMALES

Un modelo mental suele ser incompleto y no estar enunciado en forma precisa, es fruto de la experiencia y la intuición.

La dinámica de sistemas intenta incluir en sus modelos formales (matemáticos) aspectos subjetivos de los modelos mentales generalmente empleados.

Los modelos formales están basados en hipótesis, los modelos mentales están limitados por que no tienen la capacidad de proyectar en el tiempo las interrelaciones que se producen entre todas las partes que componen el modelo. Para complementar esta limitación se recurre a la computadora el cual está capacitado para desarrollar las consecuencias del conjunto de interrelaciones que constituyen el mismo.

Los modelos para la computadora pueden mostrar las consecuencias dinámicas de las interacciones entre los componentes del sistema.

En problemas complejos la intuición no es fiable porque se tiende a pensar en relaciones de causa y efecto unidireccionales, olvidando la estructura de realimentación que existe.

Los modelos formales están enunciados de una manera explícita, no da lugar a ambigüedades.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MODELOS.

1. La esencia de la construcción de un modelo es la simplificación.
2. El establecimiento de un modelo debe hacerse en forma precisa, sin ambigüedades, no debe negarse la existencia de aspectos difícilmente cuantificables que pueden tener una gran influencia en determinados procesos reales de toma de decisiones.

MODELOS Y COMPUTADORES

La teoría de sistemas suministra un útil analítico para el estudio de sistemas lineales, la dificultad se presenta en el estudio de sistemas socioeconómicos los cuales tienen un

comportamiento no lineal, esto impide normalmente una resolución analítica del modelo. Aparte de que aun siendo el modelo lineal, la complejidad del mismo puede hacer que la resolución analítica sea inoperante.

Por esta razón se requiere recurrir al computador para el estudio de esta clase de sistemas.

LOS MODELOS DE LOS SISTEMAS SOCIALES

Factores que crean desconfianza o reservas en el uso del computador como ayuda para la resolución de sistemas sociales.

1. A que generalmente se tiende a evitar formas de conceptualización distintas a las habituales.
2. A la dificultad de cuantificar las variables que intervienen en la construcción de un modelo de esta naturaleza.

El intento de obtener modelos formales de los sistemas sociales tiene la ventaja de suministrar una referencia objetiva del sistema estudiado.

Un modelo de un sistema social puede reunir en el mejor de los casos la opinión de expertos de una manera razonablemente objetiva, pero que nunca puede pretender desprenderse totalmente de un cierto grado de subjetividad y alcanzar, de lleno, la objetividad de una teoría científica, esta solo se alcanzara si el modelo se construye sobre relaciones que no constituyen opiniones de expertos, sino de leyes científicas. Estas leyes son las que desafortunadamente no abundan en el área de las ciencias sociales.

ESTUDIO POR SIMULACIÓN DE LAS CIENCIAS SOCIALES

Los especialistas en ciencias sociales rara vez descomponen los sistemas en partes ni experimentan con los componentes independientemente, ellos prefieren el siguiente procedimiento, el cual consiste en disponer de una lista de interacciones hipotéticas entre las variables del sistema e intentar dar validez a estas relaciones con ayuda de datos tomados del sistema real, basándose en estas relaciones construyen modelos de simulación.

Se define simulación como el proceso mediante el cual se realizan experiencias sobre el modelo y no sobre la realidad.

En los estudios de simulación no se pretende predecir el futuro, sino mas bien comprender como los posibles cambios que se pueden realizar sobre el sistema están asociados con distintos modos de comportamiento en el tiempo.

DISTINTOS ENFOQUES AL MODELADO DE SISTEMAS SOCIALES

Existen dos puntos de vista en relación al establecimiento de modelos matemáticos de sistemas sociales.

1. Aquel que esta sustentado por especialistas que construyen modelos de un sistema social a partir del procesamiento de datos históricos de evolución del mismo, es un punto de vista conductista porque no trata de establecer la estructura interna del sistema , sino únicamente

ajustar un modelo a los datos reales que se conocen, a este enfoque pertenece la **ECONOMETRIA**.(De lo general a lo particular)

Los modelos de predicción econométrica emplean técnicas de inferencia estadística para estimar, a partir de datos empíricos, la dirección y magnitud de la interdependencia de diferentes variables económicas.

Los modelos econométricos han demostrado ser útiles para periodos cortos de tiempo.

2. Aquel que está sustentado de un análisis cuidadoso y detenido de los distintos elementos que intervienen en el sistema observado, para extraer la lógica interna del modelo, y a partir de la estructura así construida se intenta un ajuste de los datos históricos.(De lo particular a lo general)

Lo fundamental para la construcción de un modelo son el análisis de la lógica interna y de las relaciones estructurales en el modelo. La dinámica de sistemas pertenece a esta segunda escuela. (Estructuralista)

La dinámica de sistemas es una versión especializada del cuerpo de doctrina surgido en torno al estudio de los sistemas de control realimentados y no lineales empleados para el diseño de sistemas físicos. La técnica de Forrester reside en que la estructura del modelo no está previamente determinada y la establece el constructor del mismo..

En resumen para obtener los valores más probables tomados por un suceso futuro normalmente se emplean métodos estadísticos (Estudios a corto plazo), pero para comprender la respuesta del sistema a un conjunto de condiciones futuras es preferible el empleo de la dinámica de sistemas (Estudios a largo Plazo)

El modelo de construcción de modelos de la dinámica de sistemas es de fácil accesibilidad porque proviene de la opinión de especialistas en el área, en cambio el otro enfoque depende de un algoritmo.

En la fácil accesibilidad reside la mayor garantía contra los posibles falseamientos que se introduzcan al construir el modelo.

La mayor parte de las ciencias sociales solo tienen un conocimiento parcial de las leyes que regulan el comportamiento de sus objetos de estudio, la elección de variables que deben incluir los modelos, su estructura y los valores de los parámetros que aparecen en los mismos reflejan la imagen que el constructor del modelo a desarrollado con relación a los elementos que intervienen en el mismo, de esta manera los juicios o hipótesis subjetivos prevalecen en los modelos desarrollados con ayuda de la dinámica de sistemas lo cual no debe considerarse negativo porque estos juicios subjetivos no están ocultos sino que son explícitos en el modelo.

ORIGEN HISTÓRICO Y FUNDAMENTOS DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS

La informática, la cibernética y la teoría general de sistemas.

La informática se puede considerar como la ciencia y el arte de hacer fácil, cómodo y fecundo el empleo del computador.

Cibernética, tiene por objeto el estudio de la comunicación y el control tanto en el animal como en la máquina, también se le define como el estudio de mecanismos de realimentación en los sistemas físicos, biológicos y sociales.

Aportes de Wiener, precursor de la cibernética.

1. Importancia de los estudios interdisciplinarios, mostrando el gran interés para cada una de las disciplinas consideradas.
2. Advierte la presencia de procesos realimentados, de control en una amplia clase de sistema, tanto naturales como sociales.

La cibernética ha establecido la existencia de analogías entre los procesos auto-reguladores de los organismos vivos, el funcionamiento de determinados dispositivos técnicos (servomecanismos) y ciertas formas de desarrollo de sistemas sociales.

Teoría general sistemas, pretende capitalizar la existencia de paralelismo entre diferentes campos científicos y suministrar las bases para una teoría integrada de la organización y de la complejidad.

Basamento teórico:

- Existe una tendencia general hacia la integración en todas las ciencias, tanto naturales como sociales.
- Esta integración parece centrarse en una teoría general de sistemas.
- Esta teoría puede ser un medio importante para conseguir una teoría exacta en los campos no físicos de la ciencia.
- Esta teoría conduce a la unidad de la ciencia, al desarrollar principios unificadores que integren, verticalmente, el universo de las ciencias individuales.
- Todo ello puede conducir a una integración, ampliamente necesitada, en la educación científica.

Objetivos que se persiguen en la investigación de la teoría general de sistemas

1. Investigar el isomorfismo de conceptos, leyes y modelos en varios campos y facilitar transferencias de un campo a otro.
2. Promover desarrollo de modelos teóricos adecuados en aquellos campos que carecen de ello.
3. Minimizar la duplicación de esfuerzo teórico en campos diferentes.
4. Promover la unidad de la ciencia a través de la mejora de comunicación entre especialistas de distintos campos.

La dinámica de sistemas hace su aparición en el contexto histórico que se crea con las disciplinas informática, cibernética y teoría general de sistemas.

El conjunto de todas estas disciplinas constituye la manifestación del llamado paradigma de sistemas, el cual está formado por los métodos científicos de estudio de los problemas del mundo real que adoptan una óptica globalizadora (holística) por oposición a los métodos de tipo analítico y reduccionista.

Origen histórico de la dinámica de sistemas.

El origen de la dinámica de sistemas se remonta a una situación no esperada de una compañía que producía partes eléctricas y que contaba con un número reducido de clientes

muy especiales por lo que se esperaba que el flujo de pedidos se mantuviese aproximadamente constante.

Sin embargo con el tiempo se observó que los pedidos sufrían fuertes oscilaciones, oscilaciones que recuerdan a las que presentan los servomecanismos incorrectamente compensados.

Se encargó un equipo del M.I.T., bajo la dirección de Jay Forrester, el estudio de este problema. Forrester descubrió el papel primordial que jugaban en el funcionamiento del proceso las estructuras de realimentación de información que se presentaban en el mismo. En particular, observo como la combinación de retrasos en la transmisión de información, con las estructuras de realimentación, estaban en gran medida, en el origen de las oscilaciones. Según esto se concluye, que si se tiene una cadena cerrada de acciones, que sea autoreguladora, y en esta cadena se introducen importantes retrasos en la transmisión, el sistema puede convertirse en oscilante. A partir de esta idea se tiene que los elementos que intervienen en un proceso, así como las relaciones entre los mismos cuentan en ocasiones con cadenas de realimentación negativa que justificaban la existencia de oscilaciones.

Fundamentos de la dinámica de sistemas

En la dinámica de sistemas se combinan tres líneas de desarrollo científico técnico.

1. Las técnicas tradicionales de gestión de sistemas sociales.
2. La teoría de sistemas realimentados.
3. La simulación por computadora.

Las técnicas tradicionales de gestión de sistemas sociales

Estos métodos tradicionales de gestión están basados en la experiencia acumulada por el que toma la decisión, esta experiencia se reduce a una información recogida mas o menos directamente sobre situaciones previas, de esta forma se van construyendo modelos mentales de las situaciones habitualmente encontradas, estos modelos se corrigen y perfeccionan por un proceso de aprendizaje.

Una metodología para la construcción de modelos formales con vistas a facilitar los procesos de decisión debe contar, con la posibilidad de incorporar en sus modelos la experiencia acumulada en los métodos tradicionales de gestión.

La teoría de los sistemas realimentados

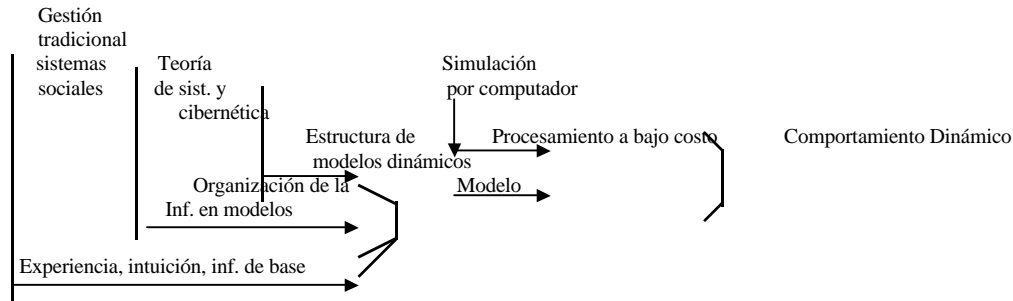
La teoría de sistemas realimentados suministra estructuras básicas que permiten generar una amplia variedad de comportamientos dinámicos y que pueden emplearse para describir las formas de comportamiento dinámico encontradas en la realidad.

La simulación por computador

Gracias al desarrollo de los computadores, se pueden conseguir a un bajo costo y en tiempos muy cortos los cálculos implícitos en un modelo, pudiéndose realizar diferentes pasadas del modelo, correspondientes a las distintas condiciones que se quieren analizar.. De

esta forma se consigue una operatividad sobre lo que en ultimo extremo se basa el interés practico de la metodología.

En conclusión, la dinámica de sistemas trata de construir, basándose en la opinión de expertos, modelos dinámicos en los que juega un papel primordial los bucles de realimentación, y empleando el computador como útil básico de simulación.



Características de los sistemas sociales

La característica esencial de los sistemas sociales, reside en la consideración de que en el interior de los mismos se generan las fuerzas que determinan la evolución en el tiempo, en el interior de un sistema se realizan una serie de interacciones entre sus elementos constituyentes que generan el comportamiento dinámico del mismo .

El estudio, análisis e integración de todas estas interacciones elementales para explicar en conjunto el comportamiento global del sistema, constituye uno de los objetivos básicos de la dinámica de sistemas.

El bucle de realimentación, o cadena cerrada de acciones elementales entre los elementos que forman un sistema, constituye el concepto básico para la comprensión del comportamiento dinámico del mismo.

La existencia de retrasos en la transmisión de información entre estos distintos elementos conduce a un comportamiento oscilatorio del conjunto. El análisis de los componentes del bucle tomados aislados no suministra, normalmente, ninguna luz respecto al comportamiento global del sistema.

Los sistemas complejos presentan un comportamiento anti-intuitivo, la intuición que preside el análisis de los sistemas se ha elaborado a partir de análisis de sistemas simples, por lo que las conclusiones que se extraen de la aplicación de esta intuición a sistemas complejos puede llevar a resultados exactamente opuestos a los que aparecen en la realidad.

Así, en los sistemas simples, la causa y efecto se suelen producir, normalmente, de forma cercana en el espacio y en el tiempo.

En los sistemas complejos existe una gran multiplicidad de bucles de realimentación en interacción. De estos bucles algunos son positivos y gobiernan los procesos de crecimiento mientras que otros son negativos y gobiernan los procesos estabilizadores.

Lo importante es entender que la causa de cierto problema puede estar situada muy lejos en el tiempo de los síntomas que produce, o puede estar situada en una parte completamente diferente y remota del sistema.

Uno de los aspectos resultantes de la dinámica de sistemas es que las causas de los problemas sociales se encuentran habitualmente, no tanto en sucesos previos, como en la estructura misma del sistema.

Sensibilidad de los sistemas sociales

La noción de sensibilidad pretende establecer en que medida se altera el comportamiento normal de un modelo como consecuencia de la modificación del valor de uno de sus parámetros. Así se dice que el modelo es muy sensible a un cierto parámetro si una pequeña desviación del valor del mismo de su valor normal da lugar a una importante modificación del comportamiento global del modelo.

Un resultado convencional de la teoría de sistemas es el que la existencia de bucles de realimentación en un sistema reduce notablemente la sensibilidad del mismo a los parámetros que aparecen en dichos bucles. Sucede a veces que en un sistema social no modifica su comportamiento básico cuando se le somete a una determinada acción , como en otros casos pequeñas acciones producen grandes efectos .

Un análisis de sensibilidad del modelo permite explicar hechos como estos, al tiempo que permite conocer cuales son los parámetros mas sensibles, lo que ayuda a establecer como actuar sobre el sistema si se pretende modificar su comportamiento.

Conflicto entre objetivos.

En los sistemas sociales habitualmente hay conflicto entre políticas a corto y a largo plazo, el disponer de los modelos que suministra la dinámica de sistemas constituye un útil de gran valor en el estudio de estas alternativas, ayuda a evaluar las decisiones políticas habituales con respecto a un cierto sistema real, actúan a favor o en contra de los objetivos a largo plazo de dicho sistema.

Consideración Final.

La dinámica de sistemas estudia fundamentalmente aquellos aspectos de los sistemas sociales que son susceptibles a ser interpretados en términos de bucles de realimentación, habiendo muchos problemas sociales que pueden ser descritos con éxito de esta forma.