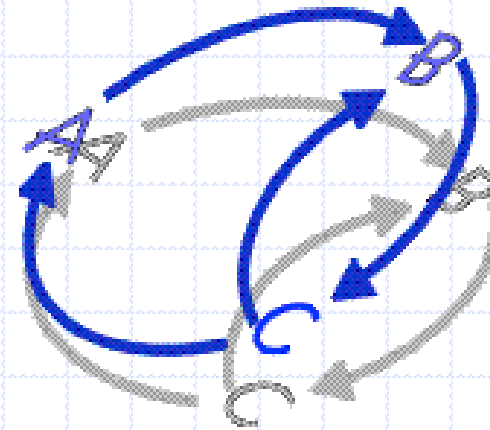
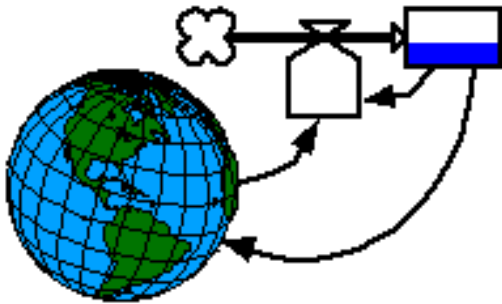


# INTRODUCCIÓN A LA DINÁMICA DE SISTEMAS



*JAY FORRESTER*

M.I. ERNESTO A. LAGARDA L.

# DEFINICIÓN DE LA D.S.

- ◆ Es una metodología de uso generalizado para modelar y estudiar el comportamiento de cualquier clase de sistemas y su comportamiento a través del tiempo con tal de que tenga características de existencias de retardos y bucles de realimentación[1].
- ◆ Estudia las características de realimentación de la información en la actividad industrial con el fin de demostrar como la estructura organizativa, la amplificación (de políticas) y la demoras (en las decisiones y acciones) interactúan e influyen en el éxito de la empresa[2].
- ◆ Es un método en el cual se combinan el análisis y la síntesis, suministrando un ejemplo concreto de la metodología sistémica. La dinámica de sistemas suministra un lenguaje que permite expresar las relaciones que se producen en el seno de un sistema, y explicar como se genera su comportamiento[3].

[1] Martínez Silvio y Requena Alberto. "Simulación dinámica por ordenador" Alianza Editorial, Madrid, 1988.

[2] Forrester, Jay W. "Dinámica industrial". Editorial Ateneo, Buenos Aires, 1981.

[3] Aracil Javier y Gordillo Francisco. "Dinámica de sistemas", Alianza Editorial, Madrid, 1997.



# DEFINICIÓN DE LA DS

- ◆ El primer paso sondea la riqueza de información que la gente posee en sus mentes. Las bases de datos mentales son una fecunda fuente de información acerca de un sistema. La gente conoce la estructura de un sistema y las normas que dirigen las decisiones. En el pasado, la investigación en administración y las ciencias sociales han restringido su campo de acción, indebidamente, a datos medibles, habiendo descartado el cuerpo de información existente en la experiencia de la gente del mundo del trabajo, que es mucho más rico.
- ◆ La dinámica de sistemas usa conceptos del campo del control realimentado para organizar información en un modelo de simulación por ordenador. Un ordenador ejecuta los papeles de los individuos en el mundo real. La simulación resultante revela implicaciones del comportamiento del sistema representado por el modelo.

*Texto inédito: Jay Forrester (universidad de Sevilla, Sevilla España) diciembre de 1998  
<ftp://sysdyn.mit.edu/ftp/sdep/papers/D-4808.pdf>*

# HISTORIA DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS



- ◆ **Forrester**, ingeniero de sistemas del **Instituto Tecnológico de Masachussets (MIT)** desarrolló esta metodología durante la década de los cincuenta. La primera aplicación fue el análisis de la estructura de una empresa norteamericana, y el estudio de las oscilaciones muy acusadas en las ventas de esta empresa, publicada como **Industrial Dynamics**. En 1969 se publica la obra **Dinámica Urbana**, en la que se muestra cómo el "modelado DS" es aplicable a sistemas de ciudades. En 1970, aparece **El modelo del mundo**, trabajo que sirvió de base para que Meadows y Meadows realizasen el ***I Informe al Club de Roma***, divulgado posteriormente con el nombre de **Los límites del crecimiento**. Estos trabajos y su discusión popularizaron la ***Dinámica de Sistemas*** a nivel mundial.

# HISTORIA DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS

- ◆ **Forrester** estableció un paralelismo entre los sistemas dinámicos (o en evolución) y uno hidrodinámico, constituido por depósitos, intercomunicados por canales con o sin retardos, variando mediante flujos su nivel, con el concurso de fenómenos exógenos.
- ◆ la **dinámica de sistemas**, permite en estos días ir más allá de los estudios de casos y las teorías descriptivas. La dinámica de sistemas no está restringida a sistemas lineales, pudiendo hacer pleno uso de las características no-lineales de los sistemas. Combinados con las computadoras, los modelos de dinámica de sistemas permiten una simulación eficaz de sistemas complejos. Dicha simulación representa la única forma de determinar el comportamiento en los sistemas no-lineales complejos.

## CONCEPTO DE SISTEMA

- ◆ Un sistema lo entendemos como una unidad cuyos elementos interaccionan juntos, ya que continuamente se afectan unos a otros, de modo que operan hacia una meta común. Es algo que se percibe como una identidad que lo distingue de lo que la rodea, y que es capaz de mantener esa identidad a lo largo del tiempo y bajo entornos cambiantes [1].

[1] Javier Aracil y Francisco Gordillo, 1997: Dinámica de Sistemas

# CONCEPTO DE SISTEMAS

- ◆ Un sistema[2] es una totalidad percibida cuyos elementos se “aglomeran” porque se afectan recíprocamente a lo largo del tiempo y operan con un propósito común, La palabra deriva del verbo griego *sunislánai* que originalmente significaba “causar una unión”. Como sugiere este origen, la estructura de un sistema incluye la percepción unificadora del observador.
- ◆ Como ejemplos de sistemas podemos citar los organismos vivos (incluidos los cuerpos humanos), la atmósfera, las enfermedades, los nichos ecológicos, las fábricas, las reacciones químicas, las entidades políticas, las comunidades, las industrial, las familias, los equipos y todas las organizaciones. Usted y su trabajo son elementos de muchos sistemas diferentes.

[2] Senge Peter, 1998: La quinta disciplina en la práctica; pags. 93, 95

# El pensamiento Sistémico<sup>[1]</sup>

- En su nivel más amplio, el pensamiento sistémico abarca una amplia y heterogénea variedad de métodos, herramientas y principios, todos orientados a examinar la interrelación de fuerzas que forman parte de un proceso común.
- Hay una forma del pensamiento sistémico que se ha vuelto sumamente valiosa como idioma para describir el logro de un cambio fructífero en las organizaciones. Esta forma, llamada “dinámica de sistemas”,
- Los métodos y herramientas que se describirán en este proyecto -eslabones y ciclos, arquetipos, modelación, tienen sus raíces en la dinámica de sistemas, que permite comprender que los procesos complejos de realimentación pueden generar conductas problemáticas dentro de las organizaciones y los sistemas humanos en gran escala<sup>[2]</sup>.

[1] Senge Peter, 1998: *La quinta disciplina en la práctica*; pags. 93, 95

[2] Senge Peter, 1998: *La quinta disciplina en la práctica*; pags. 93, 95

# Estructura sistémica

- ◆ Algunos piensan que la “estructura” de una organización es el organigrama.
- ◆ Otros piensan que “estructura” alude al diseño del flujo de trabajo y los procesos empresariales.
- ◆ En el pensamiento sistémico la “estructura” es la configuración de interrelaciones entre los componentes claves del sistema.

# MODELOS Y AYUDA EN LA TOMA DE DECISIONES

- ◆ Un modelo es una representación de algún equipo o sistema real. El valor de un modelo surge cuando éste mejora nuestra comprensión de las características del comportamiento en forma más efectiva que si se observará el sistema real.
- ◆ Un modelo, comparado con el sistema verdadero que representa, puede proporcionar información a costo más bajo y permitir el logro de un conocimiento más rápido de las condiciones que no se observan en la vida real.

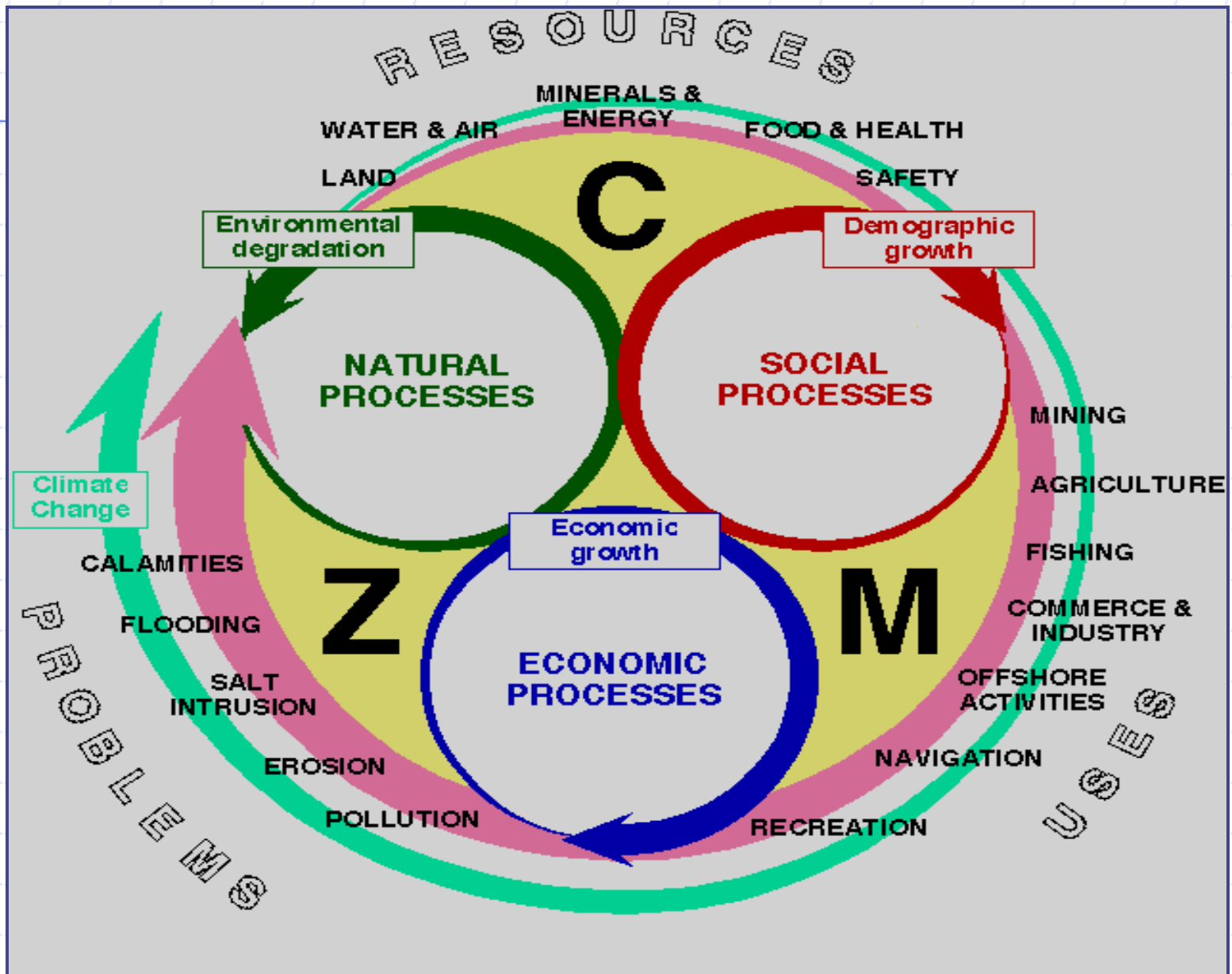
# Modelos estáticos

▶ Los modelos estáticos describen un sistema, en términos de ecuaciones matemáticas, donde el efecto potencial de cada alternativa es evaluada a través de ecuaciones. La actuación del sistema es determinada sumando los efectos individuales. Los modelos estáticos ignoran las variaciones en el tiempo

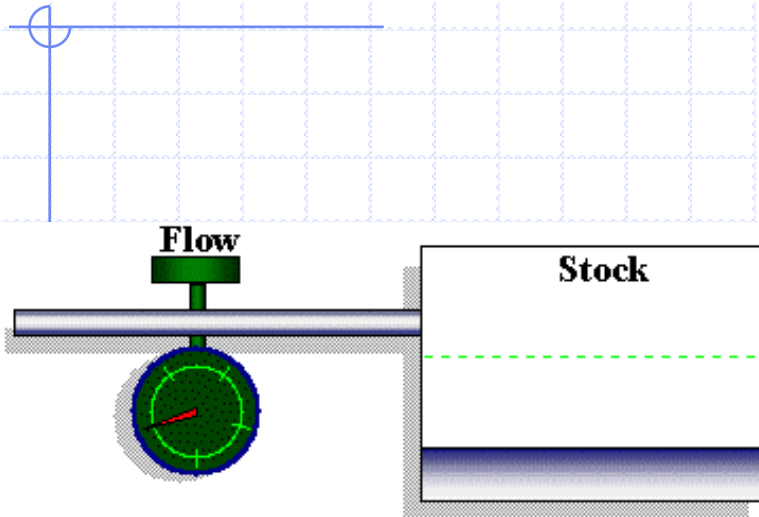
# Modelos dinámicos

▶ Los modelos dinámicos son una representación de la conducta dinámica de un sistema, Mientras un modelo estático involucra la aplicación de una sola ecuación, los modelos dinámicos, por otro lado, son reiterativos. Los modelo dinámicos constantemente aplican sus ecuaciones considerando cambios de tiempo.

# Tipos de modelos a estudiar con la dinámica de sistemas



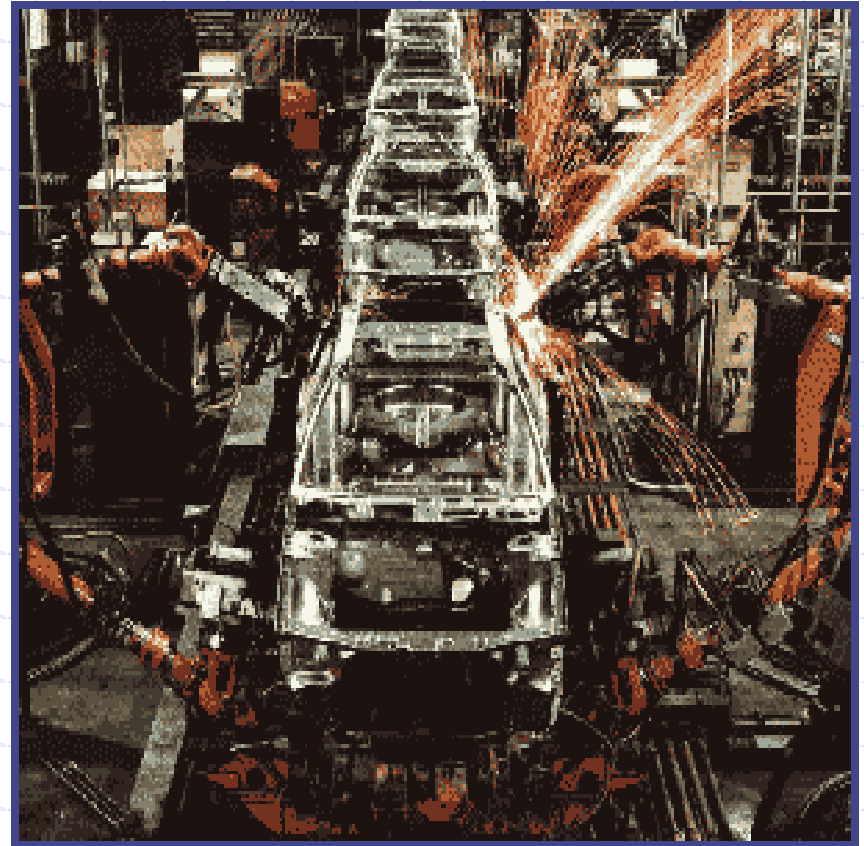
# Evento Continuo



- La simulación continua son análogas a un deposito en donde el fluido que atraviesa una cañería es constante. El volumen puede aumentar o puede disminuir, pero el flujo es continuo. En modelos continuos, el cambio de valores se basa directamente en los cambios de tiempo.

# Evento discreto

- ◆ La llegada de órdenes, o las partes que están siendo ensambladas, así como los clientes que llaman, son ejemplos de eventos discretos. El estado de los cambios en los modelos sólo se dan cuando esos eventos ocurren. Una fábrica que ensambla partes es un buen ejemplo de un sistema de evento discreto. Las entidades individuales (partes) son ensambladas basadas en eventos (recibo o anticipación de órdenes). El tiempo entre los eventos en un modelo de evento discreto raramente es uniforme:



# Simulación



- ◆ La simulación involucra el diseño de modelos de un sistema, llevando a cabo experimentos en él.
- ◆ El propósito de éstos ("que pasa si") experimentos son determinar cómo el sistema real realiza y predice el efecto de cambios al sistema a través del tiempo.

Por ejemplo, se acostumbra emplear la simulación al contestar preguntas como:

¿Qué efectos tiene un incremento en la tasa poblacional en una comunidad?

¿Qué pasaría si aumento el número de programas para evitar que los niños jóvenes y adultos comentan robos?