

## Introducción

Es considerado el padre de la Dinámica de sistemas, una disciplina reciente que representa una extensión a toda clase de sistemas complejos de conceptos aplicados originalmente en ingeniería.

En la monografía se podrá encontrar conceptos básicos de la Dinámica Industrial, Dinámica de Sistemas, Dinámica Urbana, Diseñando el Futuro, sistemas físicos y sociales, un nuevo tipo de formación en la Dirección de Empresa desarrollados por el inventor, ingeniero Eléctrico y filósofo Jay Wright Forrester, por sus aportes a los sistemas Dinámicos y Urbanos.

Se tratará de sistemas en la tecnología y en la sociedad. Todo el mundo habla de sistemas: sistemas de ordenadores, sistemas de control de tráfico aéreo, sistemas económicos y sistemas sociales. Sin embargo sólo algunas personas se dan cuenta de que los sistemas existen en todos los ámbitos. Estos influyen en todo lo que hacemos y crean las desconcertantes dificultades a que nos enfrentamos cada día. La comprensión de los sistemas físicos está mucho más avanzada que la de los sistemas sociales, corporativos, gubernamentales o económicos. El campo de la dinámica de sistemas está llevando a la creación de la nueva profesión de diseñador de empresa. Hoy existen métodos para diseñar la estructura y las políticas de los sistemas humanos con la intención de que éstos sirvan mejor a las personas que forman parte de ellos.

A través del camino recorrido por la investigación descrita en este documento veremos como el Enfoque de Sistemas desde el punto de vista de Forrester que asume un proceso de reconocimiento de la perspectiva ajena como heraldo para la construcción de un mundo más humano, más justo y como sería una Dinámica de Sistemas al servicio de dicho fin.

También trataremos sobre los diagramas de Forrester (diagrama característico de la Dinámica de Sistemas). Forrester construyó un puente entre los métodos empleados por los ingenieros en problemas tecnológicos y los métodos específicos de

estudio de sistemas sociales. Al igual que ocurre en la automática, la búsqueda de los lazos de realimentación que operan dentro de un sistema y la forma en que estos determinan el comportamiento dinámico del mismo constituye la piedra angular sobre la que descansa la Dinámica de Sistemas.

Se cierra el trabajo con la presentación de algunas conclusiones que se derivan del desarrollo realizado.

### Antecedentes

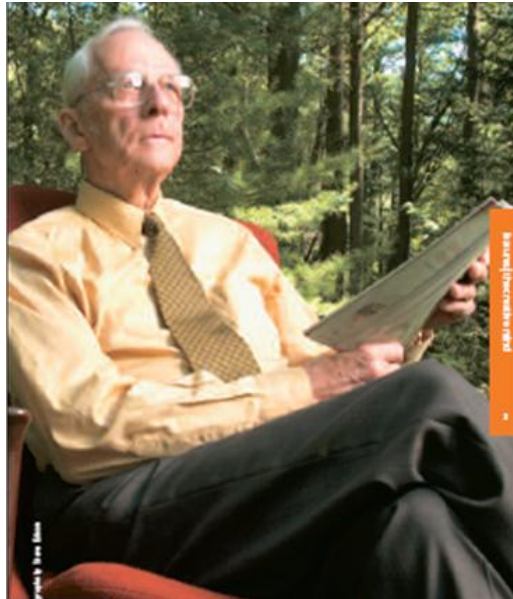
- ✓ Heráclito (siglo 6 A.C.)
- ✓ **Sistemista:** Lo que hay es, o es parte de un sistema (totalidad analizable) cuyas interacciones la determinan.
- ✓ ***La sabiduría es una sola: conocer la razón por la cual todas las cosas son dirigidas por todas.***

*Fragmento 41 heráclito*

- ✓ **Dinamicista::** La propiedad más fundamental de los sistemas es el cambio
- ✓ ***Entramos y no entramos en los mismos ríos, somos y no somos.***

*Fragmento 49 Heráclito*

## Biografía



Jay Wright Forrester nace en 1918 en Anselmo, Nebraska, EUA, y después de haber obtenido el título de Ingeniero Eléctrico en la Universidad de Nebraska, continuó sus estudios en el MIT, Forrester inventó la memoria de acceso aleatorio del magnético-corazón durante la primera onda de calculadoras numéricas modernas, también inició el campo de la dinámica del sistemas, análisis del comportamiento de sistemas. Él persigue tres intereses principales basados en dinámica del sistema: el modelo nacional de la dinámica del sistema, que genera los modos observados principales del comportamiento económico; una nueva educación de la gerencia basada en la complejidad inherente, dinámica de todas las partes relacionadas de una corporación y las trae en un sistema unificado; y dinámica del sistema como metodología para dar la cohesión, el significado, y la motivación a la educación de la Pre Universidad.

Él comenzó su carrera como ingeniero eléctrico que trabajaba en los servomecanismos y las calculadoras numéricas en grande. Él era responsable del diseño y de la construcción del torbellino I, una de las primeras calculadoras numéricas de alta velocidad.

En 1956, Forrester comenzó en un *grupo de Dinámica de Sistemas* en la escuela de Sloan y con ella, el campo de la dinámica del sistema. Los cinco libros que él ha escrito en dinámica del sistema están disponibles en las comunicaciones *de Pegasus* en Waltham, Massachusetts.

Ya profesor de la Sloan School of Management del MIT, Forrester crea en 1961 la dinámica industrial (*Industrial Dynamics*). Su objetivo: considerar las empresas como sistemas cibernéticos, para simular (e intentar prever) su comportamiento.

En 1964, enfrentado con problemas del crecimiento y degeneración de las ciudades, extiende la dinámica industrial a la de los sistemas urbanos (*Urban Dynamics*).

Finalmente en 1971, generaliza sus anteriores trabajos creando una nueva disciplina, la «dinámica de los sistemas», y publica la obra *World Dynamics*. Este libro servirá de base a los trabajos de Dennis H. Meadows y de su equipo sobre los límites del crecimiento. Financiados por el Club de Roma, estos trabajos habrían de tener el eco mundial de todos conocido, bajo el nombre de *Informe del MIT* Jay W. Forrester planteaba que el mundo está lleno de sistemas, la mayoría de los cuales pueden ser modelizables utilizando diagramas que expliquen a grandes rasgos el funcionamiento de los mismos. No obstante, los problemas sociales resultan ser sistemas con una gran cantidad de variables y sumamente complejos. Por ello, Forrester propone la utilización de ordenadores para la simulación de sistemas reales a través de la formulación de modelos traducibles a programas informáticos, mediante los cuales el modelo es puesto a prueba y, en su caso, aprovechado. El uso de los ordenadores se hace necesario puesto que, sin una elevada capacidad de cálculo computacional, no es posible probar y analizar dichos modelos. Con esta metodología, se asume que el ser humano pueda aspirar a predecir el comportamiento de sistemas tan complejos como las sociedades, un logro que depende de la calidad de los modelos.

Actualmente se encuentra trabajando en el proyecto modelo nacional, un modelo de la computadora grande de la economía de los E.E.U.U. Él es también el director de la *dinámica del sistema en el proyecto de la educación (SDEP)*, que está desarrollando maneras de utilizar la dinámica y la computadora del sistema que modelan como fundación para una nueva clase de jardín de la infancia.

Jay W. Forrester hablando del Futuro (25<sup>ta</sup> Conferencia Internacional de Dinámica de Sistemas)



Jay Forrester, fundador de la dinámica de sistemas, compartió sus ideas acerca de “los próximos 50 años” del campo (Dinámica de Sistemas). El profesor Forrester esta moderadamente optimista; ve que hay mucho trabajo de buena calidad.

También ve desafíos para el crecimiento; a veces los trabajos que solucionan problemas importantes no son fáciles de publicar en las revistas científicas, pero los académicos deben publicar. Además, sigue siendo una tarea de Sisyphus conquistar a los adultos: “te demoras años en lograr que te comprenden y luego se jubilan”.

La conclusión a la cual llega Forrester es que tenemos que educar. Se requiere un esfuerzo para traer la dinámica de sistemas al mundo escolar y se requiere de universidades que impartan una formación profesional. En pregrado, se estudian modelos y problemas del ámbito de aplicación, y en postgrado, los mejores se inician en el desarrollo de nuevos modelos.

### **La Dinámica de Sistemas**

La Dinámica de Sistemas se entiende, en el sentido de Forrester (1968), como una metodología para entender el cambio, utilizando las ecuaciones en diferencias finitas o ecuaciones diferenciales. 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 las demoras (en las decisiones y acciones) interactúan e influyen en el éxito de la empresa.

En la Dinámica de Sistemas, a la hora de construir modelos, se parte siempre de la distinción esencial entre variables de nivel (población, capital, stock de un producto, etc.) y variables de flujo (tasa de fertilidad, tipo de interés, unidades vendidas al año de un producto, etc.). Lo que distingue a la Dinámica de Sistemas de otras aproximaciones al estudio de los problemas complejos es el uso de bucles de realimentación positiva y negativa, que son los que aportan la característica no-linealidad de que gozan, en realidad, dichos sistemas.

Los bucles o lazos cerrados son relaciones entre las variables de un sistema, provocando su realimentación. La realimentación se produce cuando al menos una de las entradas del sistema es función de al menos una de las variables de salida del mismo. En los bucles de realimentación negativa las variables de nivel tienden a estabilizarse, mientras que en los bucles de realimentación positiva estas variables tienden a desbocarse o desbordarse.

## El Club de Roma

Asociación internacional informal, con una cantidad de miembros que actualmente ha llegado aproximadamente a setenta personas de veinticinco nacionalidades. Ninguno de sus miembros mantiene cargos públicos, ni tampoco el grupo busca expresar un punto de vista ideológico, político o nacional único. Sin embargo, todos se unen por su fervorosa convicción de que los principales problemas a los que se enfrenta la humanidad son de tal complejidad y están tan interrelacionados, que las instituciones y políticas tradicionales ya no son capaces de enfrentarlos ni incluso luchar con toda su capacidad<sup>1</sup>.

En 1968, Forrester se reúne en Roma con otras 34 personalidades, entre científicos, investigadores, economistas, políticos, etc. para hablar del impacto del hombre sobre el planeta. Crean un grupo al que denominan Club de Roma, aunque no se formaliza su creación hasta el año 1970. Este club tiene por objetivo el estudio y análisis de los grandes procesos y fenómenos que atañen a la humanidad para su desarrollo equilibrado y su supervivencia, así como la divulgación y promoción de la concienciación sobre los grandes temas y retos a los que se ha de enfrentar la humanidad para lograr los anteriores objetivos. En aquel entonces reinaba una inquietud creciente en torno al fenómeno de la creciente superpoblación o al consumo exponencialmente creciente de recursos finitos y no renovables.

Se encargó un estudio al mencionado MIT System Dynamics Group, al frente del cual estaban Donella Meadows, Jorgen Randers y Dennis Meadows. El informe de dicho estudio se llamó "Los Límites Del Crecimiento" y fue publicado en 1972, poco antes de la primera crisis del petróleo de 1973. Con este último evento, el informe y el Club de

---

<sup>1</sup> El club de Roma merece una ligera atención.( Lo describe Williams Watts)

Roma cobraron más protagonismo, si cabe, en el incipiente ecologismo. A partir de ese momento surgieron y se pusieron los cimientos para la aparición de movimientos y corrientes como la ecología política, el ambientalismo (capitalismo con sensibilidad medioambiental), la Economía Ecológica y la Termoeconomía.

### Los Límites del Crecimiento

El citado trabajo "The Limits To Growth" ("Los Límites Del Crecimiento") [Meadows, Randers, Meadows, 1972] mostraba datos y resultados de simulaciones efectuadas por ordenador de un modelo denominado World 3. En este modelo se incorporaron nuevos aspectos no tenidos en cuenta en el anterior desarrollo de Forrester, el World2. En estos esquemas de simulación se analizaron principalmente cinco subsistemas, con multitud de variables (tanto de flujo como de nivel). Dichos subsistemas eran: la población, los recursos no renovables, la producción industrial, la producción agroalimentaria y la polución. Las simulaciones se hicieron sobre un período de 100 años a partir de entonces (o sea, hasta el 2075 aprox.) y en casi todas las ejecuciones del modelo el resultado es un crecimiento poblacional y una extralimitación en el uso de los recursos y su progresivo agotamiento, seguido por el colapso de las estructuras de producción agrícola e industrial y finalmente por un descenso brusco de la población.

En lo que se denomina Análisis de Sensibilidad, en las diversas modificaciones de parámetros clave se consigue variar únicamente la amplitud del crecimiento y de su posterior declive. Lo cierto es que con ese modelo, sólo bajo unas restricciones muy fuertes (y en ese momento imposibles de hacer cumplir, como drásticas caídas en las tasas de fertilidad del Tercer Mundo o draconianas reducciones en el ritmo de consumo de recursos en las sociedades de los países ricos) se conseguía un escenario bastante estable y sin sobresaltos. La conclusión de dicho informe es que "en un planeta limitado no es posible un continuo crecimiento económico" si todo continúa según las



proyecciones mostradas en el mismo. Estos límites pueden ser de dos tipos: de recursos naturales y de la capacidad de la Tierra para absorber la polución y regenerarse sin mermar la capacidad de hacerlo con el tiempo.

### **Más Allá de los Límites**

El "Los Límites Del Crecimiento" se actualizó 20 años después, en 1992, con una versión titulada "Beyond The Limits" ("Más Allá De Los Límites") [Meadows, Meadows, Randers, 1972], en donde se exponían los resultados de la simulación del modelo World3/91, basado en el anterior, pero reajustado y revisado. En este trabajo se presentan hasta 13 futuros escenarios en los que se nos muestra que sólo podemos evitar el colapso eliminando el crecimiento exponencial en la población y en la producción industrial: Si el mundo situase a partir de ese año 1992 la tasa de fertilidad en dos hijos por pareja y la renta per cápita en la equivalente a la de Corea del Sur, entonces se evitaría el colapso y se encontraría un equilibrio en 7.700 millones de habitantes para el año 2100.

En este trabajo los autores reconocen que "el futuro no estriba en estar a vueltas con el uso de recursos o en simplemente atacar el fenómeno del crecimiento poblacional de los países pobres. Un futuro sostenible requiere profundos reajustes sociales y psicológicos tanto en el mundo desarrollado como en el no desarrollado". Por último, cabe citar que la conclusión más importante de este estudio es que, según los análisis de los autores, en el año 1992 la humanidad ya había superado la capacidad de carga del planeta para sostenerla. Dicha conclusión fue reflejada de lleno, como se ve, en el título de esta versión.

## Los Límites del Crecimiento: 30 años después

La última actualización de este estudio fue publicada en el año 2004 bajo el título "Limits To Growth: The 30-Year Update" ("Los Límites Del Crecimiento. 30 Años Después") [Meadows, Randers, Meadows, 2004]. El modelo empleado para la simulación es el World3/2000. En este trabajo se hace una clara distinción entre crecimiento y progreso. En los 14 capítulos del libro, los autores explican por qué no sólo es deseable sino incluso imperativo:

1. Incrementar los niveles de consumo de los pobres.
2. Reducir la huella ecológica total de la humanidad.
3. Apoyar los avances tecnológicos (por ejemplo, para alcanzar el objetivo 1).
4. Promover el cambio personal (por ejemplo, para conseguir el objetivo 2).
5. Pensar en términos de planificación a largo plazo.

Los autores nos brindan con un abanico de hasta 10 posibles escenarios de cómo podría evolucionar el siglo XXI, además de ofrecer 7 líneas generales para acelerar la transición hacia la sostenibilidad:

1. Extender la planificación a largo plazo (Objetivo 5 de la anterior lista)
2. Mejorar y aumentar el sistema de señalización para obtener una mejor calidad de la realimentación o 'feedback' de la información de los fenómenos y procesos del medio ambiente.
3. Acelerar la respuesta temporal a la crisis ecológica.
4. Minimizar el uso de los recursos no renovables
5. Prevenir la erosión de los recursos renovables
6. Utilizar todos los recursos con la máxima eficiencia
7. Frenar e incluso detener el crecimiento exponencial de la población y del capital físico.

Para el año 2012 tienen previsto publicar una nueva actualización de dichos estudios, coincidiendo con el 40ª aniversario de la edición del primer trabajo. Con esta introducción quiero abrir este hilo para debatir acerca de la Dinámica de Sistemas, de las simulaciones del modelo World3 implementado por los autores, por los libros publicados por ellos para dar a conocer los resultados de dichas simulaciones, y por la relación de todos estos aspectos con el Club de Roma, que fue el grupo de personas que originalmente encargó el estudio.

### **Pensamiento Sistémico**

El concepto de “Pensamiento Sistémico” fue acuñado en 1956 por el profesor Jay Forrester del MIT. (Massachusetts Institute of Technology). Este pensamiento consiste en que, en lugar de centrarse en cada uno de los componentes del asunto que estudia, identifica cómo esta cuestión está relacionada e interactúa con los demás constituyentes del sistema.

En el libro “Industrial Dynamics” de Jay Forrester, se recogen los planteamientos dinámico-sistémicos:

“Es solamente a través de errores y experiencias costosas que los administradores han sido capaces de desarrollar un juicio intuitivo efectivo. Necesitamos hacer expedito este proceso de aprendizaje. Otras profesiones en circunstancias similares han recurrido a experimentos en laboratorios.” (Forrester, 1.961.Traducción libre).

Forrester enuncia una situación problemática en la organización: El proceso de aprendizaje organizacional es costoso, ineficiente, por ensayo y error. Para mejorarlo, propone la experimentación con laboratorios administrativos, que tienen como instrumento principal de experimentación un modelo construido mediante la dinámica de sistemas y simulable en el ordenador. La argumentación de Forrester inicia

caracterizando ciertas limitaciones del proceso “natural” de aprendizaje organizacional que lo hacen ineficiente. Como solución, plantea la constitución de un proceso “diseñado” (que se desarrolla en laboratorio) de aprendizaje organizacional.

### **La respuesta de Jay Forrester: Las bases de datos en la mente humana**

El profesor Forrester propone como comunes a todos los hombres tres categorías de información en la Base de Datos Mental. La primera categoría da cuenta de las representaciones de las estructuras observadas y políticas. La segunda categoría hace referencia a las expectativas acerca de la conducta del sistema representado estructuralmente en la categoría anterior. La tercera categoría recoge la conducta observada del sistema real.

### **Los Sistemas Sociales y La Complejidad**

Ideas complementarias provenientes de Jay W. Forrester establecen cómo los sistemas sociales alcanzan grados de complejidad tales que las decisiones intuitivas que se toman en torno de los mismos casi siempre producen resultados distintos de los esperados, momento en el cual se recurre a estrategias racionales rechazadas al inicio. Políticamente hablando, los organismos de toma de decisiones tienden a rechazar soluciones contrarias a la intuición, identificarlas con un mayor grado de acercamiento a la opinión pública.

La obra de Forrester, como concepción teórica y resultado de una tarea de investigación factual, abrió espacios de reflexión novedosos para la comprensión de sistemas complejos.

Sus aportes continúan siendo una continua admonición para aquellos que pretenden reducir a lo simple, a lo inmediato o a lo mecánico vastos dominios de incertidumbre y de acción continua y soterrada que constituyen los sistemas sociales

El trabajo de Forrester ha constituido una, influencia importante en la transmisión del pensamiento de sistemas en el nivel de ideología popular, tanto por sus propios escritos como por su asociación con el Club de Roma y su ahora ya famoso documento “Los límites del crecimiento”, el cual se basa explícitamente en el trabajo de Forrester.

Jay Wright Forrester es considerado el padre de la Dinámica de sistemas, una disciplina reciente que representa una extensión a toda clase de sistemas complejos de conceptos aplicados originalmente en ingeniería.

La aportación personal de Forrester incluye la aplicación a problemas del campo de las ciencias sociales, inicialmente a través de la modelización de la organización empresarial. Forrester es también el autor de una de las formalizaciones más empleadas en la formulación de modelos cibernéticos, el llamado diagrama de Forrester.

## Aportes de Jay Wright Forrester

### 1. Sistema

Jay Forrester aporta el concepto de sistema, entendiendo como tal un conjunto de partes que operan entre ellas para obtener un propósito en común. Cabe destacar que todo el mundo habla de sistemas, pero que muy pocas personas se dan cuenta que los sistemas existen en todos los ámbitos, influyendo en todo lo que hacemos y creando dificultades a las que nos enfrentamos todos los días.

Son numerosos los sistemas que se observan a diario en cualquier lugar. Por ejemplo, en el ámbito urbano, el complejo entramado de semáforos, sentido de las calles, señalización, etc. O el funcionamiento de cualquier empresa, el gobierno o gestión de pueblos y ciudades, el sistema de transportes, el sistema de mercado y tantos que nos resulta imposible pensar alguna actividad humana o alguna rama de la ciencia que no constituya o forme un sistema.

La comprensión de los sistemas físicos está mucho más avanzada que la de los sistemas sociales, corporativos, gubernamentales o económicos. El campo de la dinámica de sistemas está llevando a la creación de la nueva profesión de diseñador de empresa. Hoy existen métodos para diseñar la estructura y las políticas de los sistemas humanos con la intención de que éstos sirvan mejor a las personas que forman parte de ellos.

### **1.1. Sistemas físicos y sistemas sociales**

La gente es reacia a pensar que los sistemas físicos y los humanos tienen la misma naturaleza. Aunque los sistemas sociales son más complejos que los físicos, pertenecen a la misma clase de sistemas altamente organizados, realimentados y no lineales que los sistemas físicos.

La idea de sistema social da a entender que las relaciones entre sus partes influyen decisivamente sobre la conducta humana. Un sistema social limita la conducta de los individuos en gran medida. En otras palabras, el concepto de sistemas contradice la creencia de que las personas actúan de forma totalmente libre. De hecho, los individuos son profundamente sensibles a los cambios en sus circunstancias. Por ejemplo: un sistema de gobierno de un país, o de la familia, etc.

Los sistemas físicos o de ingeniería son aquellos en que las diferentes partes que los compone son de carácter, generalmente, tecnológico. Las diferentes partes que lo

forman actúan de forma mecánica y/o programada (ordenadores, control de tráfico urbano,...)

## 2. Dinámica de sistemas

Su origen se encuentra ligado al desarrollo de una aplicación práctica para la compañía Sprague Electric. Ésta fabricaba componentes electrónicos de alta precisión. Por las características de estos productos, sus clientes eran pocos y fuertes; cabría esperar, pues, que el flujo de pedidos se mantuviese constante. A mediados de los años 50 se observó que los pedidos sufrían unas fuertes oscilaciones.

Un equipo del MIT, bajo la dirección de Jay W. Forrester se encargó de estudiar este problema y de esta forma introdujo una nueva técnica que es la Dinámica de Sistemas (DS).

La dinámica de sistemas combina la teoría, los métodos y la filosofía para analizar el comportamiento de los sistemas. Su aplicación se ha extendido ahora al cambio medioambiental, la política, la conducta económica, la medicina y la ingeniería, así como a otros campos. La dinámica de sistemas muestra cómo van cambiando las cosas a través del tiempo.

Un sistema es dinámico cuando los elementos que lo constituyen varían a lo largo del tiempo. Si estos elementos del sistema y las relaciones entre ellos son inmutables, el sistema es estático.

Un modelo es la representación formal de un sistema, éste puede ser representado por una gran cantidad de modelos, lo que diferencia unos modelos de otros es su utilidad. La clave para construir un modelo útil es identificar de manera adecuada los elementos iniciales, definirlos de manera precisa y operativa y establecer las principales relaciones entre ellos.

Evidentemente lo más interesante de la Dinámica de Sistemas es que éstos se pueden simular bajo hipótesis diferentes, de forma que una herramienta tan rápida como el ordenador simule unos estados del sistema que nos hacen ahorrar recursos de todo tipo.

La Dinámica de Sistemas es aplicable también al estudio de lo social, de los comportamientos de las personas y las repercusiones de sus acciones. Forrester comienza caracterizando ciertas limitaciones del proceso “natural” de aprendizaje organizacional que lo hacen ineficiente. Como solución plantea la constitución de un proceso “diseñado” de aprendizaje organizacional que se desarrolla en el laboratorio.

La “Dinámica de Sistemas” es la metodología para el diseño del laboratorio y de sus instrumentos, y para la experimentación simulada. Este proceso “diseñado” debe superar alguna de las ineficiencias del “natural” y de ese modo debe hacer más eficiente el aprendizaje en la organización.

Existe diversos software’s para la construcción de modelos según la DS, que funcionan bajo Windows y en ordenadores Macintosh, que está disponible en la red Internet.

### **2.1. Actuación de la dinámica de sistemas**

Un proyecto de dinámica de sistemas comienza con un problema que hay que resolver o un comportamiento indeseable que hay que corregir o evitar. En el primer paso se sondea la riqueza de información que la gente posee en sus mentes.

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.



Se entrevista a la gente en relación al modo en que toman sus decisiones. Las declaraciones que describen los motivos por los cuales se toman las decisiones constituyen las políticas que gobiernan una determinada acción. Un modelo de dinámica de sistemas es una estructura de políticas en interacción. Ellas determinan las decisiones cotidianas. Cuando uso el término política, éste representa todas las causas de una acción y no solamente una norma formal escrita.

Las discusiones varían ampliamente, tratándose en ellas desde operaciones normales hasta acciones que serían la consecuencia de diversos tipos de crisis. Se examina los intereses individuales y la localización de centros de poder influyentes. Las entrevistas versan sobre lo que una persona hace para ayudar a resolver los graves problemas que afectan a la firma.

Existe una cierta coherencia al describir las políticas de actuación de una organización. Además, éstas se justifican como una ayuda a la hora de corregir las dificultades que sufre la compañía. Las entrevistas llevan a un modelo descriptivo que es demasiado complejo para que la mente humana lo pueda resolver fiablemente.

Después de describir políticas importantes, flujos de información e interconexiones dentro de una compañía, el paso siguiente consiste en trasladar dicha descripción a un modelo de ordenador. Dicho modelo permite representar cada punto de decisión en el sistema.

En los primeros desarrollos de la dinámica de sistemas Jay Forrester y sus colaboradores descubrieron algunos hechos sorprendentes sobre las corporaciones que se aplican a todos los sistemas sociales:

- ✓ La mayor parte de los problemas se originan en causas internas, aunque generalmente se culpa a causas externas.

- ✓ Las acciones que se emprenden, normalmente en la creencia de que son una solución para los problemas, son a menudo la causa de los problemas que se están experimentando.
- ✓ La propia naturaleza de la estructura dinámica realimentada de un sistema social tiende a conducir, erróneamente, a acciones que son ineficaces e incluso contraproducentes.
- ✓ Los individuos disponen de suficiente información sobre un sistema como para permitir, con éxito, su modelado.

Refiriéndose a las políticas como a las normas que gobiernan las decisiones que controlan la acción presente. Por contraste, las políticas son las reglas que determinan la toma de decisiones. Si se conoce la política que gobierna un punto en el sistema, se sabe qué decisión se producirá a partir de cualquier combinación de entrada de información.

A diferencia de las decisiones, las políticas son duraderas, independientes del tiempo. Si una de ellas es lo suficientemente inclusiva, puede continuar aplicándose a lo largo de un período de tiempo prolongado. Dependiendo de los objetivos de un modelo, las políticas pueden permanecer inmutables y seguir siendo efectivas durante años, décadas, e incluso siglos.

La dinámica de sistemas es muy útil a la hora de entender cómo las políticas afectan al comportamiento. El énfasis se debería poner en el diseño de políticas capaces de producir sistemas con un comportamiento más favorable. Se construye un modelo de simulación partiendo de políticas que, a su vez, generan decisiones. El modelo produce corrientes de decisiones controladas por políticas incorporadas a él. Las políticas generan todas las decisiones, paso a paso, a medida que se va desarrollando la simulación. Consiguientemente, si el comportamiento resultante es

indeseable, se busca un mejor conjunto de políticas que produzcan una mejora en los resultados.

### **Conclusiones del Club de Roma**

(<http://www.paralibros.com/passim/p20-soc/pg2068cr.htm>)

"Es cierto que la contaminación, la sobrepoblación, las enfermedades, la escasez de comida, la guerra, o alguna otra fuerza igualmente poderosa, pondrán un límite el crecimiento de la población si la persuasión o factores psicológicos no lo hacen.

El crecimiento exponencial no puede continuar por siempre.

De seguir creciendo al ritmo actual, habrá sólo un metro cuadrado por persona antes de 400 años.

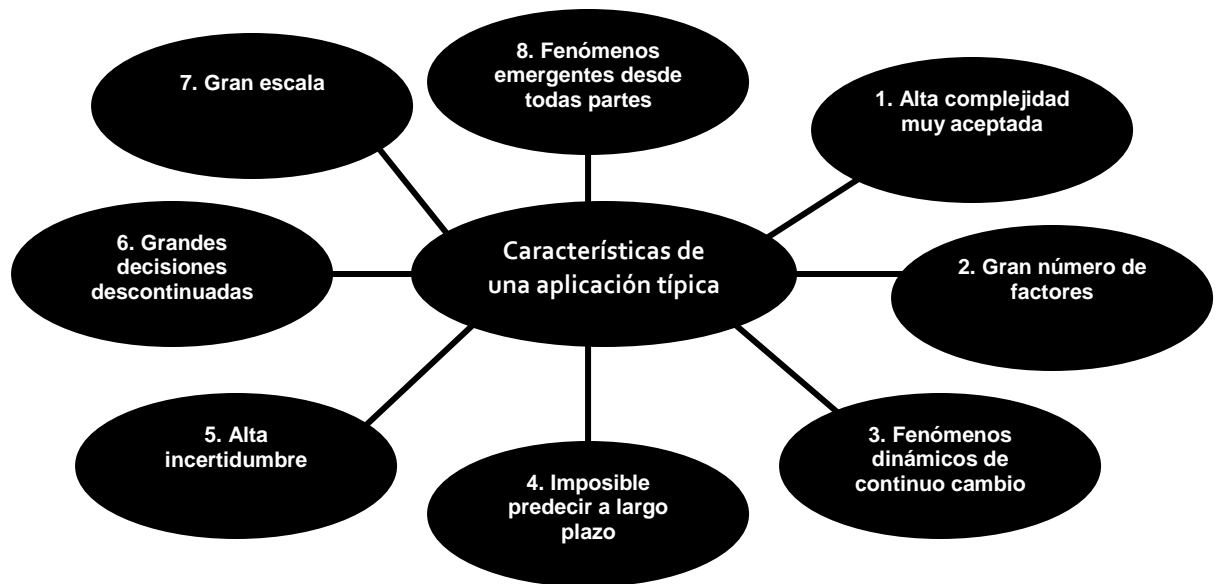
Nuestro gran reto esquiar la transición del crecimiento al equilibrio.

A menos que el mundo entienda y comience a actuar pronto, la civilización será sobrepasada por fuerzas que nosotros mismos hemos creado pero que ya no podremos controlar nunca más".

Jay Forrester

## Características de una aplicación de dinámica de sistemas

Aplicaciones de la dinámica de sistemas:

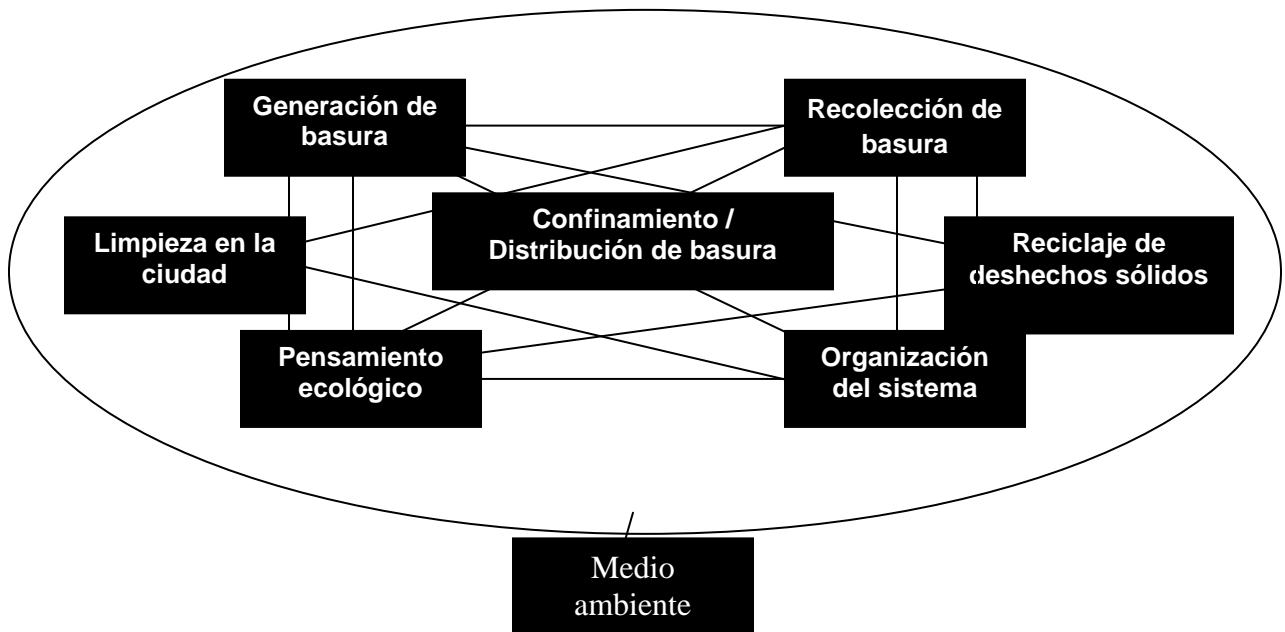


Casos típicos.

- Problema de crecimiento poblacional en el estado de México contra el incremento de la población.
- Generación de residuos sólidos y qué hacer con ellos para evitar polución en el largo plazo.
- Qué estrategia usar: legalizar las drogas o seguir como actualmente se está.
- Cómo integrar unidades de negocios para competir globalmente.
- Cómo predecir si un cambio organizacional va a tener éxito.
- Cuáles son las esencias de las elecciones del país.
- Cómo se extiende una epidemia en cualquier zona del país.

- Cómo se comportará el sistema de ahorro para el retiro en los siguientes 25 años.

Modelo del sistema para manejo de basura



Cosas que no son aceptables para la modelación dinámica.

- Control de producción.
- Inventario.
- Práctica administrativa.
- Actividad empresarial aislada.
- Proceso ya definido y estructurado.
- Simulación de actividades rutinarias que no tiene ninguna de las características mencionadas al inicio.

## Conclusiones

Se trató sobre la biografía de Jay Wright Forrester, sus obras más relevantes, aportes a los sistemas físicos y sociales, aplicación de la Dinámica de Sistemas, un nuevo tipo de formación en la Dirección de Empresa, sistemas complejos, diagramas de Forrester y algunas aplicaciones desarrollados por la Dinámica de Sistemas.

El sistema social, al ser un sistema, también es un subsistema de otro sistema más complejo, es por eso que no podemos ver el sistema social como un todo. Sin embargo el ver el sistema de manera holística nos ayudara a una óptima solución de los problemas sociales.

La dinámica de sistemas es una metodología que permite entender mejor la complejidad, y que está siendo enseñada en un gran número de Universidades, Escuelas de Negocios y Colegios.

El presente trabajo como se expreso al inicio del mismo es de divulgación, lo cual se cree que en un evento de esta naturaleza y con el debido respecto de quienes hacen investigación básica en la materia, es muy importante refrescar el conocimiento sobre algunas metodologías como la Dinámica de Sistemas que conjuntamente con lo que se ha dado a llamar Pensamiento Sistémico y con el gran avance de las computadoras – potencial de las PC's – se ha convertido en una gran y potente herramienta para dar soluciones a las problemáticas planteadas en Sistemas Complejos Socioeconómicos, los cuales por sus características son esencialmente Dinámicos.

El Diagrama de Flujos, también denominado Diagrama de Forrester, es el diagrama característico de la Dinámica de Sistemas. Es una traducción del Diagrama Causal a una terminología que facilita la escritura de las ecuaciones en el ordenador. Básicamente es una reclasificación de los elementos.

No hay reglas precisas de cómo hacer esta transformación, pero si hay algunas forma de abordar este proceso, como por ejemplo: Hacer una fotografía mental al sistema, buscar o crear elementos que sean "la variación de los Niveles", (personas/día, litros/hora,...) y el resto de elementos del sistema, Variables Auxiliares.

A través de éste trabajo, se pudo entender claramente que el diagrama de Forrester es un paso intermedio entre el diagrama causal y el diseño del diagrama digitalizado por computador (simulación), que nos sirve para la profundización del diagrama causal y una buena explicación de algún sistema cualquiera. También se habló sobre los sistemas sociales y complejos, modelos computacionales.

La conclusión a la cual llega Forrester es que tenemos que educar. Se requiere un esfuerzo para traer la dinámica de sistemas al mundo escolar y se requiere de universidades que impartan una formación profesional. En pregrado, se estudian modelos y problemas del ámbito de aplicación, y en postgrado, los mejores se inician en el desarrollo de nuevos modelos.

En cuanto a la opinión de Jay Forrester sobre que un buen funcionamiento de una empresa se basa en el correcto diseño de la empresa, es discutible, puesto que si se realiza o se ejecuta un buen diseño de ésta pero al cargo un directivo no competente, la empresa estará destinada al fracaso. En mi opinión, tanto el buen diseño de la empresa como su manejo son igual de importantes para que la empresa funcione correctamente.