

“METODOLOGIA DINAMICA PARA EL ANALISIS DE SISTEMAS SOCIALES Y ECONOMICOS”

Autores

Patricio Rodríguez Valiente
Ing. Reinaldo Busso
Ing. Jose M. Oreja
Carlos Alberto Garcia

CACIT Group
cacit@netverk.com.ar
www.cacit.com

Septiembre - 2000

Presentación

El presente trabajo fue realizado en el marco del WORKSHOP ON DYNAMICS OF SOCIAL AND ECONOMICAL SYSTEMS que se realizó entre el 25 y el 27 de Noviembre de 1998 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad nacional de La Plata.

El mismo fue expuesto durante el Workshop y fue realizado a los efectos de divulgar el **Pensamiento Sistémico** y la **Dinámica de Sistemas** como Metodologías Dinámicas para el Análisis y la Resolución de Problemas en Sistemas Sociales y Económicos Complejos.

CACIT s.a. es la empresa representante para Argentina y Latinoamérica de **POWERSIN**, herramienta informática que permite realizar modelos y simulaciones de los mismos utilizando las metodologías que se exponen en el presente paper.

Introducción

La Dinámica de Sistemas es una disciplina que combina la teoría, métodos y filosofía necesarios para analizar el comportamiento de sistemas complejos. Este campo ha avanzado durante las últimas décadas a través del trabajo del System Dynamic Group del MIT.

Con su origen en la Ingeniería de Servomecanismos y el management (gerenciamiento), este enfoque utiliza una perspectiva de análisis basado en la información de realimentación (feedback) y la causalidad mutua o recursiva para consolidar el ENTENDIMIENTO de la Dinámica de sistemas complejos sean estos físicos, biológicos o sociales.

A continuación nos permitimos dar varias definiciones de distintos autores:

System Thinking: "Es una disciplina que permite visualizar la integridad e interrelaciones y el aprendizaje para cómo estructurar dichas interrelaciones en una forma más efectiva y eficiente"

Peter Senge. 1991

System Thinking: "La definición está basada en la especificación y discusión de cuatro características fundamentales:

- 1.- pensamiento en modelos: explícitamente modelado comprensivo
- 2.- pensamiento interrelacionado: estructuras sistémicas
- 3.- pensamiento dinámico: pensar en procesos dinámicos (con demoras, realimentaciones, oscilaciones)

4.- sistemas conductores: facilita la habilidad de práctica en el gerenciamiento y control de sistemas."

Gunter Ossimitz

UNIVERSITÄT KLAGENFURT

System Dynamic" Es un camino para estudiar el COMPORTAMIENTO (behavior) de los sistemas para mostrar COMO las políticas, decisiones, estructura y demoras (tiempo) están interrelacionadas para influenciar sobre el crecimiento y la estabilidad "

Jay Forrester

Industrial Dynamics. 1961

La Dinámica de Sistemas provee la base estructural que puede ser aplicada sobre cualquier tema que desee *Comprender* permitiéndole visualizar los cambios que se producen con la variación en el tiempo.

El proceso de Dinámica de Sistemas comienza con un problema a resolver, una situación que es necesario comprender con mayor profundidad o bien un comportamiento que debe corregirse o evitarse.

El primer paso consiste en recopilar la información que la gente posee, denominado "base mental". Esta constituye una rica fuente de información sobre las partes de un sistema, la información disponible en diferentes puntos de un sistema y de las políticas que se siguen para la toma de decisiones.

El gerenciamiento y las ciencias sociales se han visto restringidas a solamente datos mensurables y se ha desconocido toda la activa información que existe en el entorno de trabajo.

La búsqueda continua del mejor entendimiento de los sistemas económicos y sociales representan las nuevas fronteras de esta disciplina.

Las fronteras del pasado eran la creación de literatura escrita, exploración de límites geográficos de la tierra y espacio y la penetración en las ciencias físicas. Estas ya han dejado de ser fronteras para constituirse en actividades diarias.

Keywords: dinámica de sistemas (system dynamic, system thinking) , modelos dinámicos, simulación , sistemas sociales, sistemas económicos.

Objetivos

Con la presentación del siguiente trabajo se pretende:

- Concientizar sobre la complejidad de los sistemas en tratamiento, alertar a nuestros educadores, gobernantes, empresarios y dirigentes en general que en el complejo y dinámico mundo que nos toca vivir es preciso utilizar nuevos métodos y herramientas para la efectiva toma de decisiones.
- Propiciar y facilitar la Introducción de la Dinámica de Sistemas (System Dynamic) Pensamiento Sistémico (System Thinking) ampliamente difundido por **Peter Senge** en el libro *V Disciplina a través de la Simulación por Modelos*.
- Establecer una diferencia entre el tratamiento *tradicional* de la resolución de problemas de la administración pública y la perspectiva de la Dinámica de Sistemas.

El Paradigma del Diseño de sistemas administrativos, de gestión y sociales.

Con mucha facilidad se habla de sistemas: sistemas informáticos, sistemas de control aéreo, sistemas económicos y sistemas sociales; pero es poca la gente que puede llegar a relacionar:

¿Qué tan inmersos estamos en los sistemas en todo lo que hacemos cotidianamente?

¿Qué fuerte influencia tienen dichos sistemas en la creación de muchas de las dificultades que confrontamos todos los días?

La mayoría de la gente se comporta distinto con los diferentes tipos de sistemas.

Tal es así que los sistemas ingenieriles son diseñados utilizando los métodos más avanzados de análisis dinámico y modelado por computadora para anticipar el **comportamiento** del sistema para cuando finalmente esté construido.

Contrariamente con los sistemas políticos, económicos y de gerenciamiento, se utiliza sólo la **intuición** y el **debate** para la construcción de nuestros sistemas sociales.

Por ejemplo para diseñar una planta química, los ingenieros saben que el comportamiento dinámico es complicado y que el diseño no tendrá éxito basándose solo en reglas de la práctica y experiencia. Es necesario que existan extensos estudios de la estabilidad y el **comportamiento** dinámico de los procesos químicos y sus formas de controlarlos. Por ello se construyen modelos con computadoras para simular el comportamiento antes de construir aunque solo se trate de una prueba piloto.

Sin embargo, observemos la gran diferencia que existe para diseñar sistemas sociales. Se cambian leyes, formas organizacionales, políticas y prácticas del personal basados sólo en la intuición y reuniones de comité o directorio, usualmente sin ningún análisis dinámico adecuado para prevenir consecuencias no esperadas.

El diseño de sistemas sociales y empresas da la impresión de ser mecánico o autoritario. Por ello es importante contrastar el profundo avance durante la última centuria en la comprensión de la tecnología y la relativa ausencia de progreso en la comprensión de los sistemas económicos, sociales y de gerenciamiento.

¿Porqué esta gran diferencia? ¿Porqué el avance tan rápido de la tecnología mientras los sistemas sociales exhiben el mismo tipo de problemas de década en década?

Indudablemente esto se debe a la falta de conocimiento que en realidad permita aceptar la idea que las familias, empresas y gobiernos pertenecen a la misma clase general de estructuras dinámicas donde su diferencia fundamental está en el grado de complejidad de las mismas. La idea de un sistema social requiere la comprensión del origen del comportamiento que está más allá de las personas individuales que conforman el sistema.

Algo propio de la estructura del sistema determina que sucede más allá de la suma de los objetivos y acciones individuales.

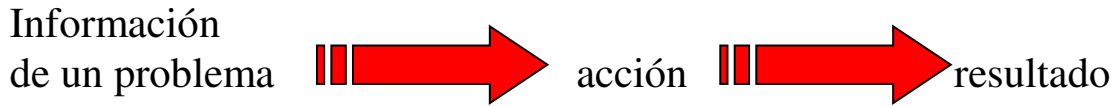
En otras palabras, el concepto del SISTEMA implica que las personas no son agentes enteramente libres sino que sustancialmente están inmersas en su entorno.

La estructura de realimentación de una empresa puede dominar la toma de decisiones más allá de lo que las personas de las mismas desean.

Por estructura de realimentación debe entenderse que la fijación de condiciones existentes conduce a decisiones que provocan cambios en las condiciones de entorno que influyen las decisiones posteriores. Esto es lo que sucede en la mayor parte de las situaciones que nos rodean.

No vivimos en un mundo *Unidireccional* donde un problema conduce a una acción la cual conduce a una solución.

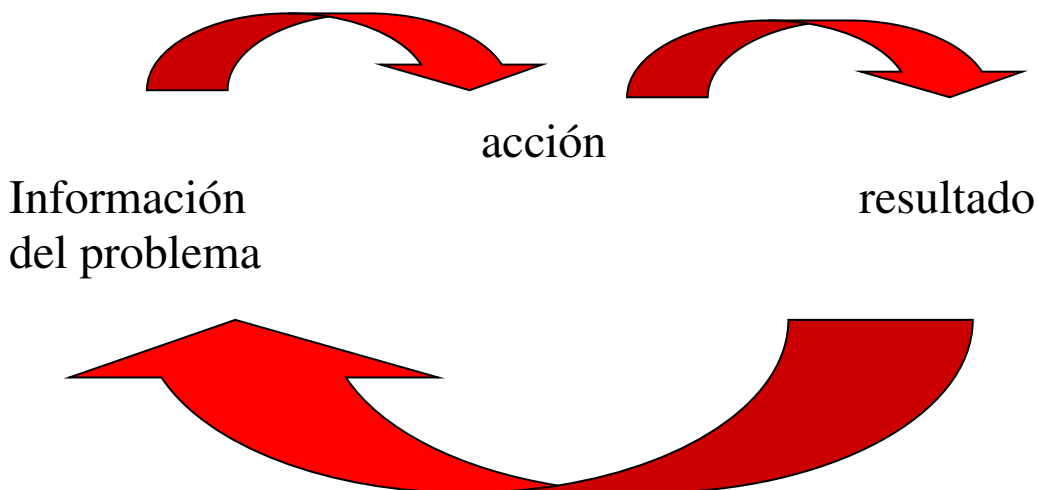
Impresión del Mundo: Lazo Abierto



La imagen de la figura nos sugiere que el mundo es unidireccional, que el problema es estático y solo necesitamos actuar para obtener el resultado deseado.

En realidad vivimos en un entorno *Circular Continuo* como lo muestra la figura en el cual cada acción está basada en las condiciones actuales, tales acciones afectan las condiciones y este cambio de condiciones se transforma en el punto de partida para futuras acciones. No hay un principio o fin del proceso. Las personas están interconectadas y son muchos los lazos que intervienen.

Impresión del Mundo: Lazo Cerrado



En estudios realizados en empresas se descubrieron cosas realmente sorprendentes que se pueden trasladar a todos los sistemas sociales.

- Primero, la mayoría de las dificultades son causadas internamente, si bien existe una irresistible y engañosa tendencia de cargar las culpas a "fuerzas externas".
- Segundo, los actos que al gente tiene conciencia de que los está realizando usualmente los realiza convencida de que son las soluciones a las dificultades existentes o planteadas y en realidad son muchas veces las causas de los problemas que se están experimentando.
- Tercero, la verdadera naturaleza de las estructuras dinámicas con realimentación que conforman los sistemas sociales puede conducir erróneamente a las personas a realizar actos inefectivos o bien contraproducentes.
- Cuarto, por lo general las personas saben:

Qué información está disponible y

Cómo se utiliza la misma para la toma de decisiones

El problema es que las personas no comprenden correctamente cómo es que el comportamiento general que da los resultados proviene de las complejas interacciones existentes.

En trabajos realizados de Dinámica de Sistemas en empresas con inconvenientes permitieron poner al descubierto las razones de sus problemas. Las dificultades analizadas son la caída del market share, fluctuaciones en producción con tasa de empleo disminuyendo la fuerza de trabajo o bien la disminución en la rentabilidad a otras empresas.

Este tipo de análisis permite profundizar el *conocimiento* sobre cómo la ESTRUCTURA y las POLÍTICAS (acciones, decisiones) se relacionan con el *comportamiento*.

¿Que es la Dinámica de Sistemas?

- ✓ Un lenguaje universal para administradores de recursos, ecologistas, economistas. Facilita la genuina integración y planificación cooperativa.
- ✓ Un poderoso enfoque a una Planificación Integral que es fácilmente accesible a cualquier administrador.
- ✓ El modelado por computadora orienta al APRENDIZAJE. Desarrolla la perspicacia dentro de la complejidad del mundo real y los problemas de gerenciamiento permitiendo la identificación de los puntos de NIVEL o PRESIÓN más adecuados para conducir los sistemas en su correcta dirección con el menor desgaste posible. Es decir, identificar los mejores puntos de apalancamiento.
- ✓ El modelado por computadora es fácil de usar, permitiendo realizar análisis tan poderosos para explorar los límites de la complejidad y el caos.
- ✓ Permite integrar los distintos componentes de un sistema
- ✓ Una poderosa herramienta para planificación de negocios. Inventado por científicos es adoptado por economistas, ecologistas y un sinnúmero de profesionales por lo que está transformando a una nueva generación de ADMINISTRADORES DE NEGOCIOS. La ecología es una de las nuevas áreas donde se está transformando en una herramienta universal para explorar sistemáticamente los grandes problemas ecológicos a resolver en el mundo.
- ✓ En las últimas décadas la Dinámica de sistemas ha estado siendo utilizada en todo tipo de áreas: cambios ambientales, desarrollo económico, problemas sociales, urbanismo, psicología y fisiología, entre otras. Consecuentemente se ha producido un crecimiento en las herramientas bases utilizadas, tales como diagramas causales, teoría del caos, análisis estadístico y entornos interactivos de aprendizaje.

Sistemas Complejos

Los sistemas complejos presentan un comportamiento que puede ser en muchos casos, precisamente el opuesto al que sería intuitivo esperar. A este modo de comportamiento Forrester lo denomina "anti-intuitivo" (counter-intuitive). La intuición que preside el análisis de los sistemas se ha elaborado a partir del análisis de sistemas simples por lo que las conclusiones que se extraen de la aplicación de esta intuición a sistemas complejos puede llegar a resultados exactamente opuestos a los que aparecen en la realidad.

Así, en los sistemas simples, la causa y el efecto se suelen producir, normalmente, de forma cercana en el espacio y en el tiempo. Por el contrario, en los sistemas complejos, la causa y el efecto no se encuentran cercano, a menudo, ni en el espacio ni en el tiempo.

En los sistemas complejos existe una gran multiplicidad de lazos de realimentación (feedback). De ellos, algunos son positivos y gobiernan los procesos de crecimiento, mientras que otros son negativos y gobiernan los procesos estabilizadores.

Lo interesante a resaltar es que debido precisamente a la complejidad de las interacciones, la causa de un 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 que resalta la Dinámica de Sistemas es que las causas de los problemas que aparecen en los problemas del tipo social se encuentran habitualmente no tanto en sucesos previos, como en la ESTRUCTURA misma del sistema.

Por ejemplo, en la aplicación de la Dinámica de Sistemas al estudio de los problemas URBANOS se observa cómo el proceso de determinados programas urbanos no es debido exclusivamente a una falta de control por las autoridades, sino más bien a un conjunto de procesos de realimentación que actúan en el interior del sistema y que están, normalmente, fuera del alcance de dichas autoridades.

Naturaleza de los sistemas complejos

La Dinámica de Sistemas es particularmente adecuada para estudiar el COMPORTAMIENTO (behavior) de Sistemas Complejos. Algunas características de los mismos son las siguientes:

- ✓ Los sistemas complejos son de ORDEN SUPERIOR, es decir existen muchos estados o niveles de variables en el sistema.
- ✓ Los sistemas complejos son de LAZOS MÚLTIPLES, tienen un número importante de lazos de realimentación que interactúan con signo positivo o negativo.
- ✓ Los sistemas complejos son NO LINEALES, este acoplamiento no lineal de los lazos de realimentación permite que un determinado lazo domine la estructura un tiempo para luego ser reemplazado por otro lazo con profundas consecuencias para el comportamiento del sistema.
- ✓ Los sistemas complejos RESISTEN LOS CAMBIOS DE POLÍTICAS, las políticas son reglas que describen cómo la información disponible en un punto del tiempo va a ser utilizada para determinar una acción futura.
- ✓ Los sistemas complejos contienen puntos de presión influyentes para alterar el balance del sistema.
- ✓ Los sistemas complejos compensan los esfuerzos correctivos externos.
- ✓ Los sistemas complejos reaccionan distinto a cambios de políticas de corto plazo.

Los cambios en el comportamiento de los sistemas complejos por lo general causan respuestas en el corto plazo OPUESTAS a los efectos de largo plazo.

Distintos enfoques al modelado de Sistemas Sociales

Se puede considerar que hay dos puntos de vista radicalmente opuestos con relación al problema del establecimiento de modelos matemáticos de sistemas sociales. El primero y probablemente el más usual está soportado por aquellos especialistas que a través del procesamiento de datos " históricos " de evolución pretenden construir el modelo.

Así trata de ajustar un modelo previo, normalmente lineal a los datos disponibles.

Este punto de vista se le puede denominar *conductista* porque pretende ajustar un modelo a los datos que dispone. A este enfoque del problema de construcción de modelos pertenece la ECONOMETRÍA.

Las técnicas econométricas de construcción de modelos se iniciaron en la década del 30 y se pueden asociar al nombre de *TINBERGEN*.

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.

Para predecir los valores de un determinado conjunto de variables, se asume una dependencia de éstas variables, llamadas variables dependientes, respecto a otras variables independientes.

El otro punto de vista surge en la década del 50 con el Profesor Jay W. Forrester en el MIT y el mismo trata de construir un modelo tras un análisis cuidadoso y detenido de los distintos elementos con el sistema observado. A través de este análisis se extrae la lógica interna del modelo y a partir de la estructura se intenta un ajuste con los datos históricos.

Debe notarse que este ajuste ocupa un lugar secundario ya que el fundamental lo constituye el profundo *conocimiento* de la *lógica interna* y las *relaciones estructurales*.

Por este motivo se suele considerar a la Dinámica de Sistemas estructuralista.

En la práctica se hace uso de modelos contruídos por las dos metodologías.

Para obtener los valores más probables tomados por un suceso futuro normalmente se emplean métodos estáticos, pero para comprender la respuesta del sistema a un conjunto de condiciones futuras es preferible la Dinámica de Sistemas.

Los métodos estadísticos son útiles en estudios a corto plazo, mientras que la Dinámica de Sistemas permite visualizar la previsión de las tendencias a largo plazo.

"El error de casi todos las políticas de estabilidad es que no se insertan en un plan de crecimiento a largo plazo. Si la Argentina crece durante los próximos cinco años *su tasa de desempleo* se reducirá"

Lester Thurow

La construcción de modelos econométricos implica el empleo de técnicas sofisticadas que las manejan especialistas calificados.

En cambio, el proceso de construcción de un modelo empleando la Dinámica de Sistemas requiere de la conformación de grupos Multidisciplinarios que pueden ser guiados o conducidos (coaching) por un especialista en Dinámica de Sistemas.

Así mismo merece destacarse la facilidad que tiene la metodología que se utiliza (diagramas causales, diagramas stock-flow, brainstorming, etc).

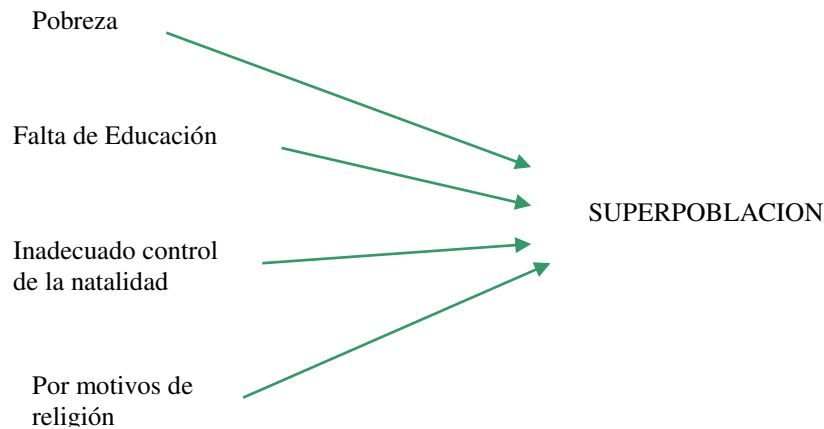
El paradigma del pensamiento

Es muy difícil poder saber que utiliza una persona para poder Visualizar cualquier situación.

Para ello tratemos de responder la siguiente pregunta:

¿Qué está causando el problema de la superpoblación en muchos países de la actualidad?

Si se toma varios minutos, seguramente podrá conforma la respuesta a esta pregunta en una lista. Tratando de reflejar el proceso de la estructura de su "modelo mental" que lo llevó a realizar esa lista podríamos decir que se parece a la gráfica siguiente:



A este proceso de modelado mental vamos a referirnos pudiendo considerar que en Occidente predomina un paradigma del pensamiento que ante una pregunta del tipo: ¿Qué causa que?. La respuesta será una lista de factores causales.

Implícitamente, cada factor adquiere o tiene un determinado peso en la lista: este es el más importante, este es el segundo, y así sucesivamente.

Este tipo de modelado mental se puede asociar a una expresión analítica denominada ecuación de regresión múltiple. Muchos estamos familiarizados con la misma:

$$Y=a_0+a_1x_1+a_2x_2+\dots+a_nx_n$$

Donde y = variable dependiente

x_i = variable independiente

a_i = coeficiente (o factor de peso)

Es importante notar que lo que se asumió implícitamente en el proceso del pensamiento al realizar la lista era:

1. Cada factor contribuye como una causa al efecto, por ejemplo la causalidad va en un solo sentido.
2. Cada factor actúa independiente.
3. El factor de peso es fijo.
4. La forma que cada factor influye para causar el efecto se deja implícito (representado únicamente por el signo de los coeficientes).

El paradigma del pensamiento sistémico ofrece alternativas a cada una de estas suposiciones.

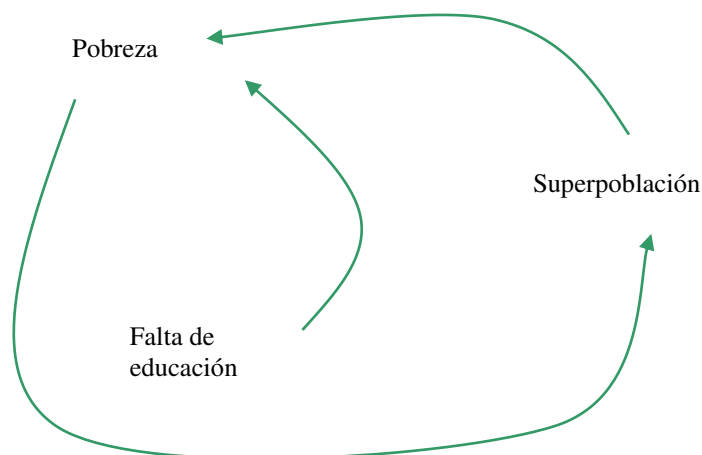
Primero, de acuerdo a este paradigma, cada causa está vinculada en un proceso circular al efecto y cada una de las otras causas. El pensador sistémico se refiere a estos procesos circulares como lazo de realimentación (feedback loop)

La siguiente figura ilustra este proceso:

Es muy profundo el cambio de causalidad unidireccional a circular y de factores independientes a relaciones interdependientes.

En efecto, la forma de ver el mundo como una serie estática, con relaciones en respuesta a estímulos es muy distinta a verlo interdependiente y como un proceso dinámico.

Esto causa que quien practica esta disciplina ven de una forma muy diferente lo que sucede en el mundo y alrededor de ellos.



El tercer supuesto implícito en la lista es el factor de peso fijo. En contraste con ello la pensamiento sistémico tal como lo sugiere la figura anterior, la fortaleza o peso fluctúa en el tiempo por la relación del lazo cerrado.

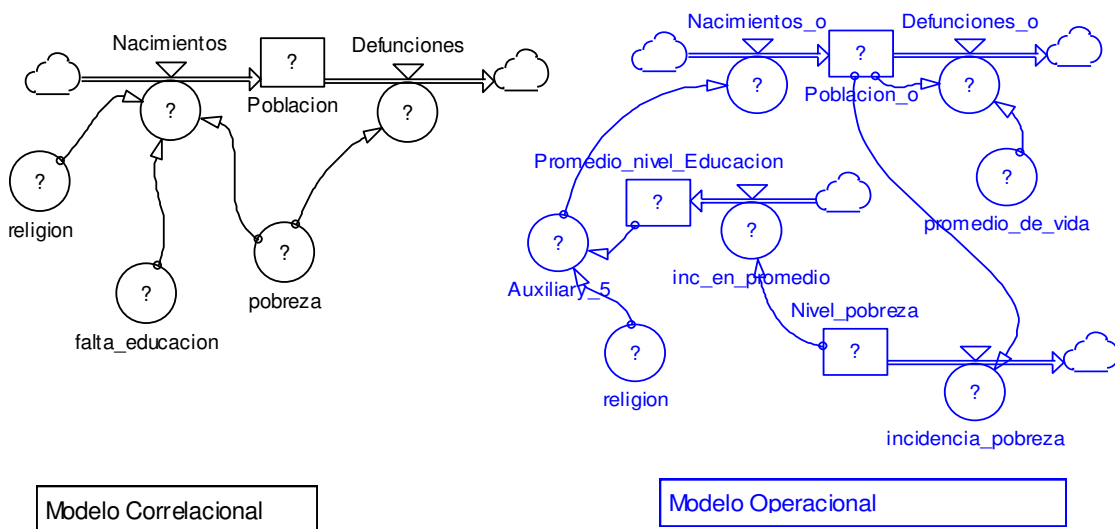
Un lazo puede dominar primero, luego el otro y así continuar. Por lo tanto no se puede llegar a la resolución del problema con un "solo golpe". Es necesario considerar en términos de las relaciones interdependientes cuyo peso varía en el tiempo, parte en respuesta a intervenciones que se han implementado en el sistema.

La suposición final asociada a la "lista" es que la correlación es lo suficientemente buena para explicar Cómo trabaja el sistema.

El pensamiento sistémico desafía la aproximación del análisis por regresión, ofreciendo en su lugar MODELOS OPERACIONALES sobre COMO trabajan las cosas.

Es decir , para alguien que está involucrado en el pensamiento sistémico no será suficiente identificar factores que están correlacionados con la superpoblación. En realidad, será necesario poder ofrecer una explicación OPERACIONAL de cómo se generó la superpoblación

El contraste entre el modelo correlacional y operacional del proceso de superpoblación está ilustrado en la siguiente figura (denominada diagramas de Forrester):



La Simulación como Tecnología

Es una poderosa herramienta para aquellos que desean analizar, diseñar y operar sistemas complejos.

Permite a los usuarios crear modelos de procesos reales que son muy difíciles de analizar por medio de hojas de cálculo o flujos de trabajo.

Es la manera menos costosa para explorar nuevos procesos sin tener que llegar a invertir en una prueba piloto

También es una excelente herramienta de comunicación, ya que permite mostrar como se realiza una determinada operación o proceso, estimulando la creatividad para implantar mejoras u optimizaciones.

Es utilizada en la industria, gobierno y en Instituciones Educativas ya que disminuye el ciclo de diseño, reduce costos y permite maximizar el aprendizaje.

El Modelo

En todo momento de nuestra vida, quizás sin considerarlo como tal, cada vez que se intenta resolver un problema acudimos a la ayuda de un modelo.

Un Modelo es un simple ordenamiento de suposiciones sobre determinado SISTEMA complejo.

Es un intento de COMPRENDER algunos aspectos de una infinita variedad a través de la selección de una serie de observaciones generales obtenidas por percepción y experiencia pasada aplicadas al problema planteado

El modelo es la descripción lógica de *cómo* se comporta un sistema, proceso o componente. En lugar de interactuar con el sistema real, puede generar un modelo que se corresponda con el mismo.

La simulación involucra el diseño del modelo de un sistema, proceso o componente y permite que se ejecuten todos los experimentos posibles en el mismo. El propósito de experimentos *¿Que pasa si?* permite determinar como se comportará el sistema real y predecir el efecto de los cambios en el sistema en el transcurso del tiempo.

Por ejemplo se pueden responder preguntas del tipo:

¿Puedo rediseñar el televisor con menores componentes y mantener la claridad de la pantalla?

¿Cuanta gente necesitaré para mantener un determinado servicio a un nivel específico?

Con la simulación se puede plantear hipótesis de testeó a una fracción del costo que significaría llevarlas a cabo. Por ejemplo es mucho menos costoso y consume menos tiempo que la construcción de experiencias piloto.

Si bien experimentar con modelos existentes es lo más común, la simulación permite explorar lo desconocido y no probado.

Debido a que la simulación fuerza al modelador a analizar la dinámica del proceso, lo conduce también a un conocimiento mas profundo del proceso que esta evaluando.

El entendimiento ganado ayudara al modelador a rediseñar el proceso para ajustarse mejor a las metas u objetivos de negocios, de ejecución de inversiones.

Podemos establecer una clasificación en la cual decimos que hay dos tipos de simulación por modelos: estática y dinámica.

Los modelos estáticos son sistemas de ecuaciones que se resuelven una sola vez. Un claro ejemplo de los mismos son las planillas de calculo, las cuales por supuesto pueden recalcularse o bien programar macros que faciliten dichas ejecuciones.

Los modelos dinámicos agregan la dimensión del TIEMPO.

Las ecuaciones matemáticas vinculadas a los procesos se realizan en intervalos de tiempo, permitiendo al modelador estudiar un sistema a medida que evoluciona en el tiempo.

Los continuos avances en las últimas décadas, experimentados en la informática ha dado como resultado una dramática expansión en el uso de la simulación.

En realidad cada vez son más las empresas que crean y analizan los modelos de simulación antes de asignar un presupuesto para determinada acción tal como una nueva construcción, cambios en fabricación, etc.

La TECNOLOGIA de la SIMULACION ya no está limitada a la existencia de poderoso hardware y un ingeniero dedicado.

Hoy, las herramientas disponibles gozan de una sólida reputación, son mucho más amigables e intuitivas, incorporan una importante capacidad gráfica y elementos para facilitar la construcción de simuladores.

Con todo ello en un tiempo prudencial se puede obtener un modelo con detalles que represente las condiciones asignadas, ofreciendo de esta manera la habilidad de la MEJORA CONTINUA de sus operaciones.

Beneficios que se Pueden Obtener a Través de la Simulación por

Modelos

- ✓ Disciplina para hacer sus suposiciones explícitas
- ✓ Provee de un marco de experimentación libre de riesgos
- ✓ Permite a la empresa **organizar** sus piezas de información dispersas.
- ✓ Puede utilizarse para aprendizaje, memoria organizacional, diseño de políticas y de procesos.

- ✓ Provee una herramienta que lo ayudará a comprender el balance necesario, en las políticas de **CORTO** y **LARGO PLAZO** para la efectividad en sus sistemas que son muy difíciles de simular intuitivamente.
- ✓ Determinación de factores de impacto en las **DEMORAS** en la toma de decisiones
- ✓ Realización o conversión del modelo conceptual a la simulación en computadora que permitirá a sus grupos de tarea experimentar con políticas y desarrollar robustas estrategias y decisiones.

Utilización de la SIMULACION en Planificación de Escenarios

La Simulación es especialmente efectiva cuando se la utiliza como herramienta de planificación de escenarios. En lugar de proveerle de una estimación de ventas para el próximo año en un mercado en particular, la simulación estratégica es utilizada para **COMPRENDER** las mejores consecuencias de un cambio en la inversión en publicidad, la respuesta de un competidor ante la introducción de una mejora en el producto.

Una efectiva simulación estratégica es un útil complemento al proceso de planificación estratégica. Si se realiza bien, estas simulaciones pueden ser utilizadas con continuidad por los administradores que deseen testear nuevas suposiciones.

Los grupos de trabajo pueden discutir nuevas estrategias e incluso utilizar la simulación computada como un complemento en el diálogo.

En lugar de enfatizar los aspectos analíticos del problema, la simulación establece énfasis en el diálogo y la comprensión e interiorización del problema en cuestión.

La combinación de la dinámica de sistemas y la planificación de escenarios nos proveen de métodos para abandonar las incertidumbres, mejorar la toma de decisiones realizar torbellinos de ideas (brainstorming) sobre posibles futuros e identificar opciones y estrategias diferentes.

Simuladores para la práctica del Gerenciamiento

Una vez realizado y concretado el modelo de negocios, al mismo se le puede adicionar una interface que permitirá el uso de dicho modelo a gente que necesariamente no tiene porque tener ningún tipo de conocimiento de la técnica y metodologías utilizadas para su implementación.

De ésta manera se transforma dicho modelo en una aplicación de computadora que puede compartir fácilmente con sus colegas. La facilidad de uso de la interface permitirá a los administradores modificar las suposiciones, entrar decisiones y visualizar en gráficos y reportes mucho más atractivos, la toma de decisiones y el manejo de ideas.

Los administradores lo utilizarán en dos formas diferentes:

1. Como herramienta estratégica
2. Como herramienta de aprendizaje para enseñarle a otros temas específicos de sus negocios.

Los simuladores permitirán obtener un aprendizaje e interiorización en sus negocios que de otra manera solo se pueden obtener luego de años de experiencia.

Nuevas Aplicaciones de la Metodología

En la actualidad su creador está liderando el grupo que está introduciendo la Dinámica de Sistemas en la Educación secundaria en los Estados Unidos con extraordinarios resultados. Mayor información se puede obtener en la actualidad suscribiéndose al un "listserves" en Internet para k-12 Schools Nlux mit.edu.

Existe también una publicación que se recibe por Internet denominada Creative Learning - The Exchange en: <http://sysdyn/mit/edu/>

Esto ha generado un nuevo campo de reciente aparición que se lo ha denominado Entornos de Aprendizaje (Learning Environment), que haciendo uso de la tecnología (CD ROM, Multimedia y Simulación) facilita el aprendizaje focalizando sobre áreas de interés con modelos específicos, de tal manera que la **Harvard Business School** tiene publicados dos CD's:

Building Services

Driving Profits and Managing Customers for profits

Ya están disponibles:

Balancing the Scorecard

Nurturing Successful International Joint Ventures

De otra firma están disponibles:

Next Step. Simulación para empresas

Design a Cell (el primero focalizado en el aprendizaje de una ciencia)

Las actividades vivenciales han sido reconocidas como un poderoso camino para demostrar la significación del punto de vista sistémico en el aprendizaje. Por ello las simulaciones en las cuales los participantes son parte de la estructura crean un entorno donde las personas se encuentran con muchas de las cambiantes e incluso frustrantes situaciones de la vida real.

La Dinámica de Sistemas desde sus inicios está siendo empleada en múltiples aplicaciones y la enumeración de ellas indudablemente no es el objetivo de este trabajo.

Si nos interesa hacer hincapié en la denominada Dinámica Urbana, ya que entendemos puede ser un origen de análisis de los problemas del desempleo.

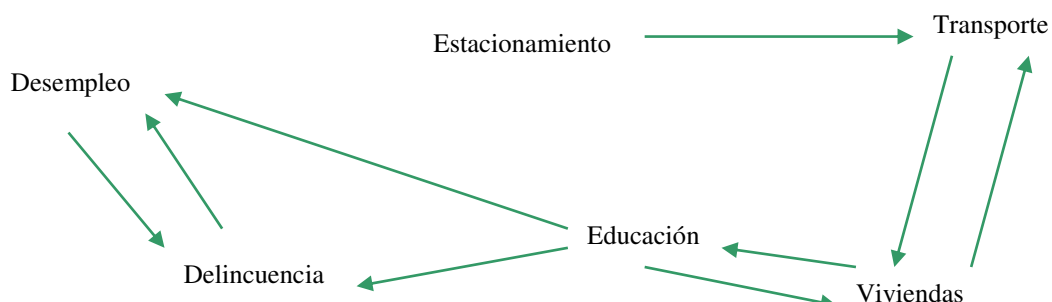
Esta área de aplicación tuvo sus orígenes en la década del 60, justamente con Jay Forrester, de hecho se han realizado trabajos de impacto demográfico, modelado de áreas urbanas aplicado a regiones donde es posible estudiar con detenimiento temas como la difusión de la droga, la delincuencia, el tránsito, el desempleo, inmigración/emigración entre otros.

El modelo de Dinámica Urbana de Forrester es un modelo particular de simulación de un área urbana. Como sucede con todos los modelos contiene una visión particular de la estructura urbana y de sus relaciones internas.

El modelo constituye una selección, a partir de numerosas alternativas, de los factores que se creen pertinentes para responder a cierto inconveniente detectado.

En dicho modelo se pueden distinguir dos conceptos fundamentales

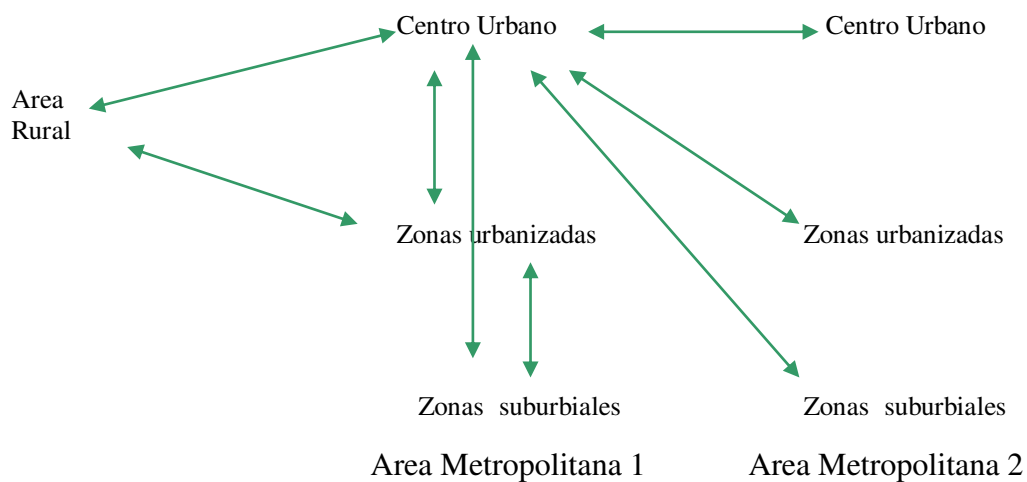
1. Atracción (repulsión) que el área urbana ejerce sobre las empresas y las distintas categorías sociales de la zona.
2. Interconexión de los problemas. Esto evidencia lo difícil que se hace el tratamiento de estos problemas sobre la base de la sola intuición ya que es imposible actuar sobre alguno de los problemas sin afectar a los demás.



El área urbana que se considera puede ser una ciudad, o parte de ella. Tal es así que el modelo ha sido aplicado con éxito a Lowell (Massachussets) indudablemente con características propias de las ciudades norteamericanas.

Pero ello no impidió que realizando las modificaciones pertinentes se lo aplicara a una pequeña ciudad francesa Decazeville.

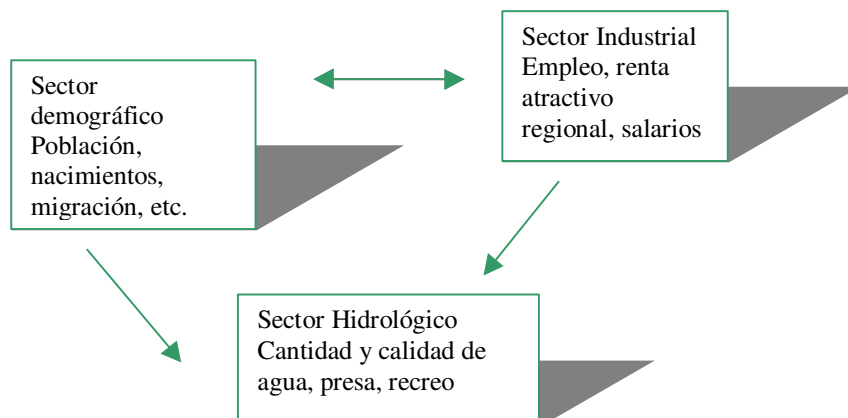
También está el modelo de Kadanoff que permite incluir varias áreas metropolitanas y un sector rural.



La importancia de este modelo radica en la capacidad de análisis de actividades migratorias.

En otras ocasiones puede interesar construir modelos regionales en los que existan peculiaridades específicas.

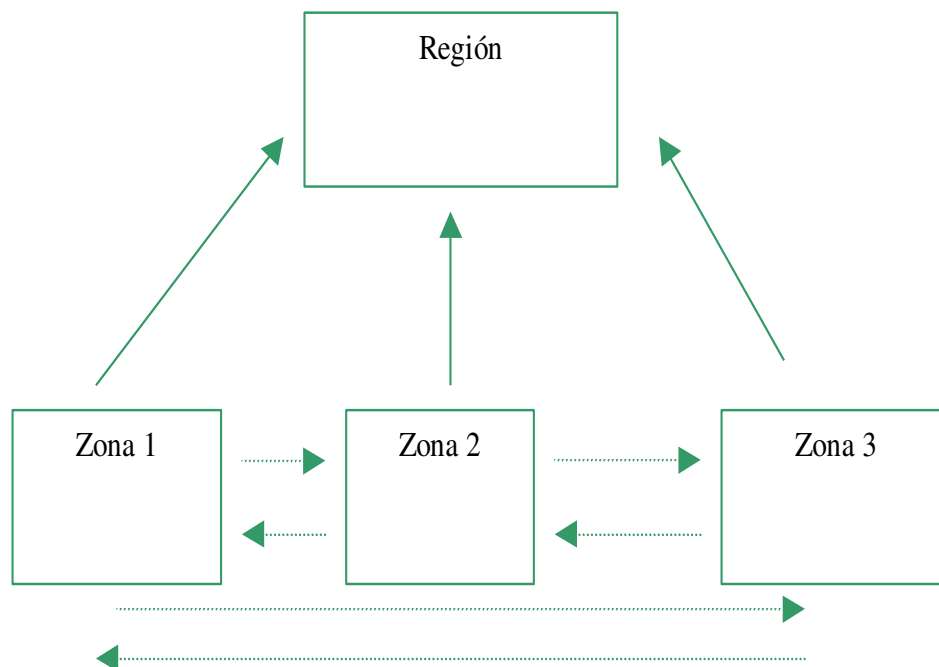
Así por ejemplo está el modelo de la cuenca del Susquehanna (parte de Maryland, Pennsylvania y New York), el cual es un río que soporta una región de gran importancia económica.



Otro ejemplo de aplicación de estos modelos se realizó en la ciudad de Navarra donde se hizo un modelo regional con dos estratos. En el sentido en que se emplea este término en la teoría de los sistemas jerarquizados. Los estratos considerados son los siguientes

1. Estrato regional, en el cual se consideran características macroeconómicas con un alto grado de agregación a nivel regional
2. Estrato comarcal o zonal, mediante cual se definen dentro de la región zonas homogéneas con respecto a ciertas magnitudes.

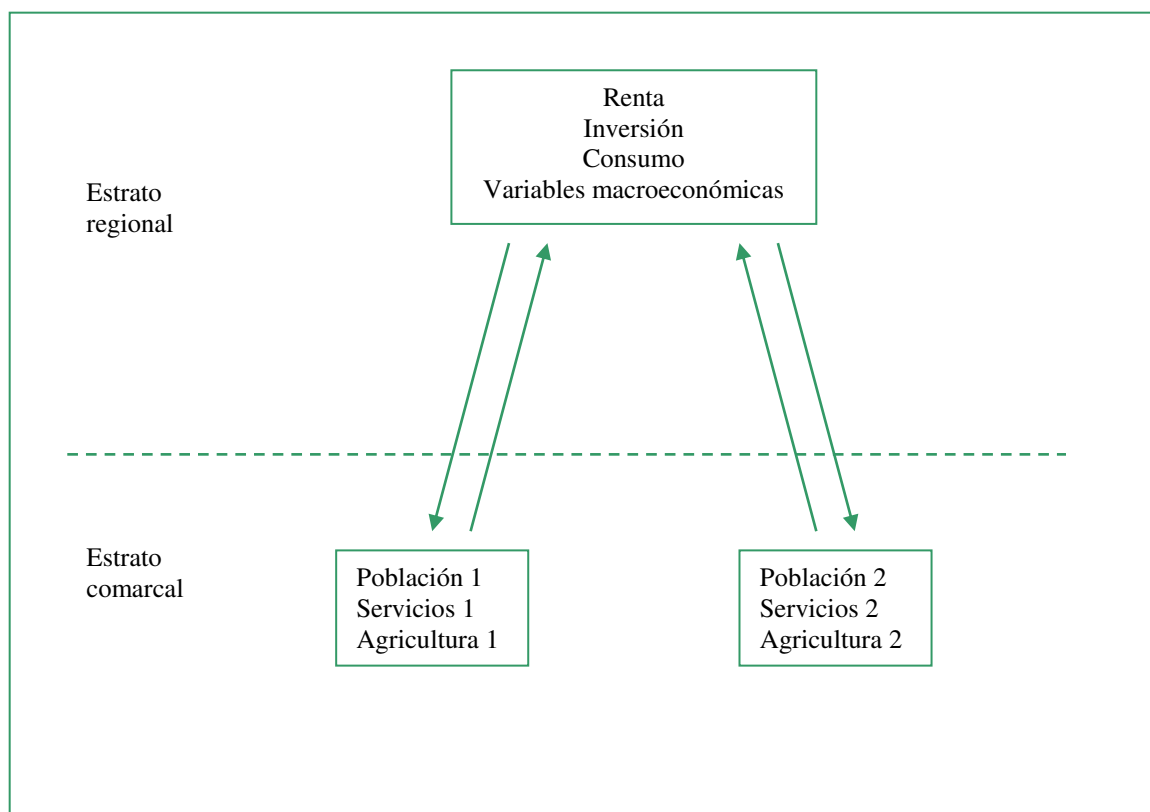
A continuación damos un esquema en bloques del modelo:



En la estructura básica de este modelo se deben diferenciar claramente

- ✓ La estructura y funcionamiento de cada estrato considerado aisladamente
- ✓ La coordinación entre los mismos

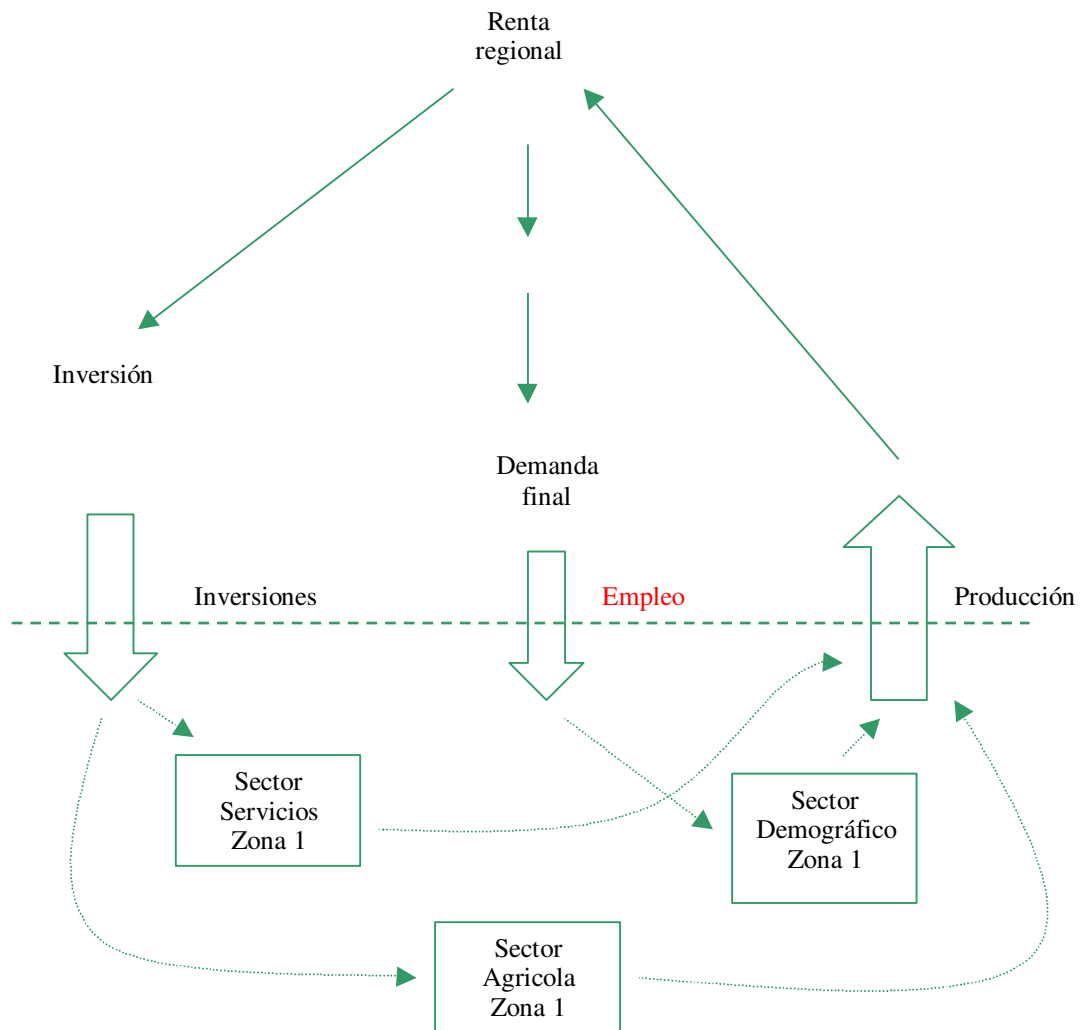
A continuación desarrollamos el diagrama en el que se muestran de forma simplificada las magnitudes más importantes de cada submodelo:



La relación en el modelo regional entre los estratos regional y comarcal se hace de la siguiente manera: se considera que el estrato regional determina a partir de la renta regional, la inversión total de la región, y a partir del consumo, las necesidades de empleo.

Por medio de una acción política se asignan las inversiones y estos puestos de trabajo a las distintas zonas y comarcas. Las inversiones y la creación de nuevos puestos de trabajo en cada una de las zonas comarcas, y la dinámica de su propio sector productivo, determina el comportamiento dinámico de estas, por lo que respecta a aspectos tales como los movimientos migratorios o los desajustes financieros.

En la siguiente figura se muestra de forma más detallada, la posible estructura, así como la interacción entre ambas.



Esta estructura permite construir modelos de dinámica regional en los que se pueden utilizar técnicas de optimización con el fin de determinar políticas más adecuadas para determinados propósitos.

Esto en realidad permite visualizar a través de experiencias concretas una de las características más notables de la Dinámica de Sistemas: la FLEXIBILIDAD de su aplicación.

CONCLUSION

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 P.C.'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.

Copiando a Mario Bunge de su excelente libro *Sistemas Sociales y Filosofía*; el mencionado y reconocido científico e investigador argentino escribe al respecto: ***“ El enfoque sistémico es una manera de concebir las cosas, así de abordar y formular problemas. Se caracteriza por concebir todo objeto como una totalidad compleja o un componente de tal. Por consiguiente, quien adopta este enfoque intenta descubrir los diversos aspectos de una cuestión, así como los problemas relacionados con ella. Evita así las visiones unilaterales o sectoriales, y las correspondientes soluciones simplistas.***

El enfoque sistémico es una alternativa tanto al individualismo (atomismo), como al totalismo (holismo). Admite la necesidad de estudiar los componentes de un sistema pero no se limita a ellos. Y reconoce que los sistemas poseen características de las que carecen sus partes; pero aspira a entender esas propiedades sistémicas en función de las partes del sistema y sus interacciones, así como en función de circunstancias ambientales. En otras

palabras, el enfoque sistémico invita a estudiar la composición, el entorno y la estructura de los sistemas de interés”.

La época que nos ha tocado vivir es la denominada **Era de la Información** (enunciado por Druker en 1969), lamentablemente hay quienes creen que esto significa acopio de información, y justamente es todo lo contrario, lo importante es el **MANEJO** de la información lo que nos hace más poderosos y competentes, ya que ello nos conduce a poder disponerla en *tiempo y forma* para que signifique **VALOR**. Situación esta, por la cual, casi sin darnos cuenta estamos en una transición entre **La Era de la Información** y la venidera “**La Era del Conocimiento**”.

Como si esto fuera poco, ya han comenzado a aparecer analistas y futurólogos que hablan e introducen nuevas terminologías tales como Digital Economy (Don Tapscott) y Network Economy (Kevin Kelly -WIRED) que en definitiva implican nuevas reglas del comportamiento de los mercados y el mundo.

Esta breve descripción previa, se produce en un contexto mundial que ha sido hallado, el de la **Globalización**, el cual en lugar de ser el **Planeta Tierra** en una verdadera **Aldea Global**, ***en un mundo para todos para todos***, es un modelo **hipercompetitivo**, ***donde la exclusión económica de regiones enteras y la exclusión social de millones de personas es un tema cotidiano***.

En esta realidad, es donde la utilización del Pensamiento Sistémico, conjuntamente con la Dinámica de Sistemas, sumado a la construcción de **Modelos** y **Simulación por Computadora** de los mismo son verdaderamente importantes, dado que **racionalizan y fundamentan la Toma de Decisiones**.

Por todo lo expuesto, es que quienes presentan este trabajo, creen que estas Metodologías son fundamentales en el Sector Estatal en todos sus niveles y en todas las Instituciones que lo componen, como paso estratégico cuando se planifican Políticas Sociales.

Un párrafo especial merece esta Metodología y Herramientas aplicadas a los Municipios, dado que si ha lo expuesto en los renglones anteriores se le suma además las políticas de descentralización y de autonomía tan en boga hoy, hace que los Municipios cobren vital importancia y en sus agenda política se incluyan temáticas impensadas hace 30 o 40 años, como desarrollo local y regional, producción, empleo, privatizaciones, etc., lo cual lleva a los funcionarios de los mismos a utilizar herramientas de administración y organización cada vez más complejas, pues en frente tienen problemas sumamente complejos y dinámicos.

En estos escenarios es cuando los sistemas de información deben no solo procesar datos, sino generar información estratégica y predictiva, pues cuando se decide que camino tomar, que acción llevar adelante se hace en base a la información que se posee y/o al conocimiento que se tenga.

En el sector privado las Mega Corporaciones y Consultoras de Nivel Internacional utilizan estas herramientas, es sumamente importante y vital que los Sectores Productivos de un País de las características como la Argentina comiencen a comprender la potencialidad de las mismas.

Como se ha explicado a lo largo del presente paper, la **DINAMICA de SISTEMAS**, los **MODELOS** y la **SIMULACION** de los mismos son una muy buena herramienta a utilizar cuando se trata de tomar decisiones vitales en sistemas complejos y dinámicos de carácter económico y social..

Por lo tanto, desde ningún punto de vista podemos aceptar continuar con viejos y totalmente perimidos métodos intuitivos, de debate, y de prueba y error en la **TOMA DE DECISIONES**, que en definitiva perjudican a nuestros ciudadanos.

Debemos propiciar y alentar el uso de nuevos métodos y herramientas que de alguna manera nos conduzcan a poder **ACOPLARNOS** en el mundo actual facilitando de esa manera nuestro tránsito a un posible, claro y sostenido **FUTURO...**

REFERENCIAS

Alfeld, Louis Edward, Alan Graham.1976. Introduction to Urban Dynamics. Portland, OR : Productivity Press. 333 pp.

Aracil -Bueno.1976 . Dinámica de Sistemas y Planificación Urbana

Aracil -Bueno.1979. "Modelling the Demographic Impact of a New Factory".Londres

Aracil Javier.1979. Introducción a la Dinámica de Sistemas. Alianza Universidad Textos

Balckman A.1972. "Forecasting through Dynamic Modelling".

Barron J.1984. "On recall, layoff, variable hours, and labor adjustment costs. Journal of Economic Dynamics & Control"

Beenstock, Waburton. 1988. " A neoclassical model of the U.K. labour market"

Bruner, Jerome.1963. The Process of Education.New York.

Bueno-Ruiz-Camacho-Aracil.1976. "Aplicación de la Dinámica de Sistemas a la Planificación regional".

Burnett-Cionne.1973"Globeg: A multiregion interactive world simulation"

Bunge Mario. 1995. "Sistemas Sociales y Filosofía"

Draper, Frank.1989. Letter to Jay Forrester.Orange Grove Junnior High School.1991

Forrester Nathan.1982. " A Dynamic Synthesis of Basic Macroeconomic Theory: Implications for Stabilization Policy Analysis. Ph .D. thesis , Sloan School, MIT. 268 pp

Forrester, Jay.1958. "Industrial Dynamics- a mayor breakthrough for Decision Makers". Harvard Busness review.Vol 36 N° 4 pp37-66.

Forrester, Jay.1961. Industrial Dynamics.Portland,OR: Productivity Press 464 pp

Forrester, Jay.1964. "Common foundations underlying Engineering and Management". IEEE Spectrum, Vol 1 N°9 pp 66-77

Forrester, Jay.1968."Market Growth as Influenced by capital Investment" Industrial Management Review (MIT). Vol 9 N°2 pp 83-105

Forrester, Jay.1969. Urban Dynamics. Portland, OR: Productivity Press. 285 pp

Forrester, Jay.1971. World Dynamics. Portland, OR: Productivity Press. 144 pp

Forrester, Jay.1975. Collected papers. Portland, OR: Productivity Press. 284 pp

Forrester, Jay.1976. Moving into the 21st Century . Liberral Education, VolLXII, N° 2, pp 158-176.

- Forrester, Jay.1977. "Growth Cycles" De Economist. Vol 125, N°4 , pp 525-543
- Forrester, Jay.1979. " An Alternative Approach to Economic Policy: Macrobbehavior from Microstructure.
- Forrester, Jay.1980. " Inflation and Unemployment". Universite Paris IX Dauphine.
- Forrester, Jay.1980. "Information Sources for Modeling the National Economy"
- Forrester, Jay.1990. "System Dynamic as a Foundation for Pre -College Education"
- Freeman Christopher.1983. "Long Waves in the World Economy", London and Boston.
- Kondratieff Nikolai.1984. The Long Way Cycle. New York: Richardson and Snyder
- Leban R.1980. "The firm's inveestment and employment policy througha business cycle. European Economic Review,13,pp 43-80
- Leban R.1982." Employment and wage strategies of the firm over a business cycle. Journal of Economic Dynamics and Control.
- Low Gilbert-1980. "The Multiplier-Accelerator Model of Business Cycles Interpreted from a System Dynamic Perspective"
- Mass Nathaniel.1974. Readings in Urban Dynamic: Volume 1. Portland, OR: PP, 303 pp
- Mass Nathaniel.1975. Economic Cycles: An Analysis of Underlying Causes. Portland OR: PP 185 pp
- Maté J.J.1994. Demanda, oferta y ajustes salariales en el mercado de trabajo español. Valladolid
- Meadow Donella 1972. The Limits to Growth. New York: Universe Books. 205 pp
- Radzicki M. y Sterman J..1993. "Evolutionary Economics and System Dynamic"
- Richardson George.1991. Feedback Thought in Social Science and System Theory. Philadelphia, PA: University of Pennsylvania Press, 413 pp
- Roberts Nancy .1978. "Teaching Dynamic Feedback System Thinking: An Elementary View". Management Science, Vol 24 N° 8 ,pp 836-43
- Roberts Nancy .1987. " Modeling Tools for Problem Solving".
- Saeed K. Y Radzicki M.1993. " A Post Keynesian Model of Macroeconomic Growth,, Instability and Income Distribution" . Zepeda Machuca.
- Senge Peter.1990. The Fifth Discipline. New York. 424 pp