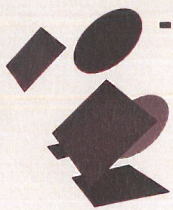
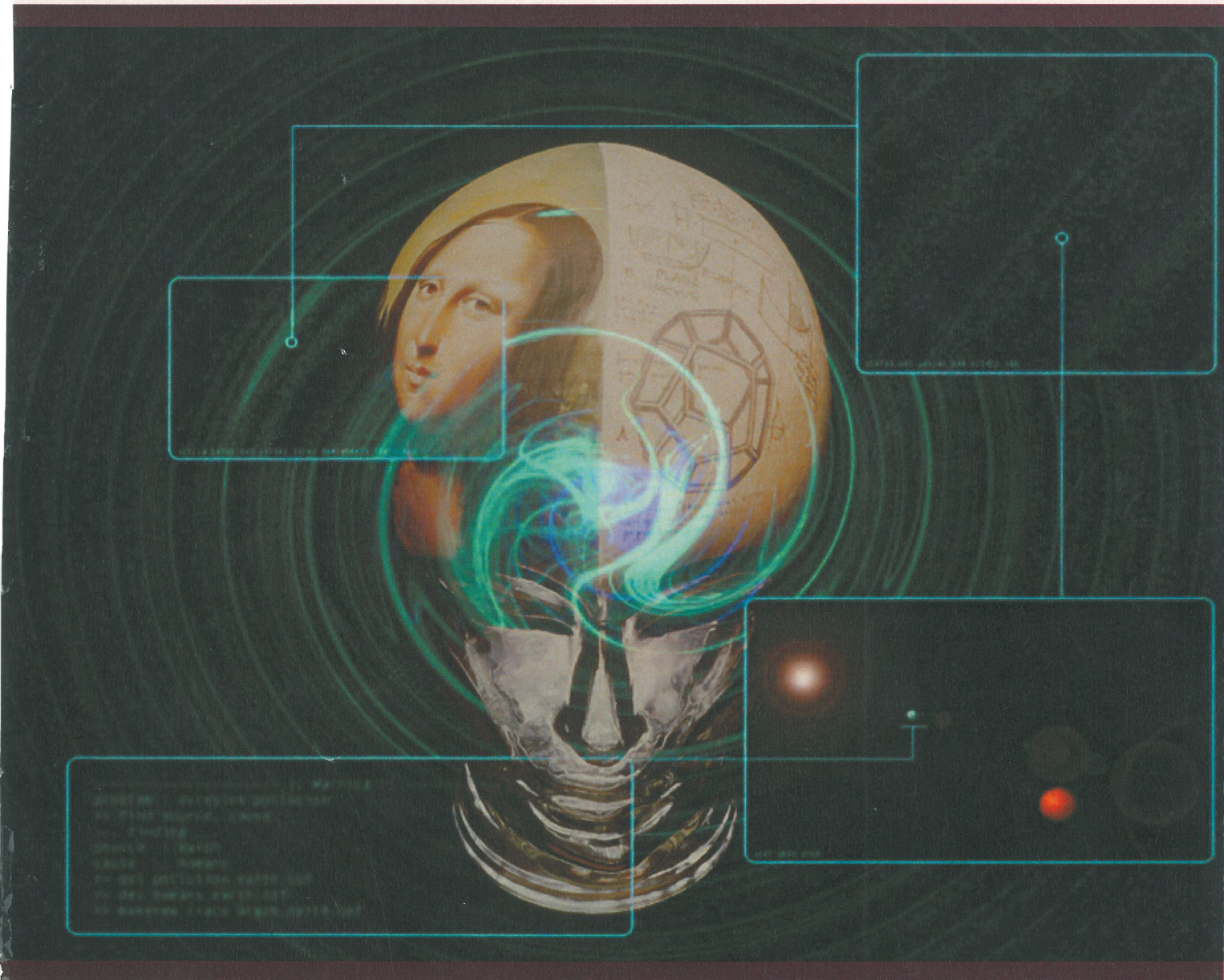


# DINAMICA DE SISTEMAS

simuladores empresariales



**UNIVERSIDAD FASTA**

Facultad: Ciencias Económicas y Sociales

Carrera: Contador Público Nacional

Tutor: CPN Alberto E. Della Maggiora

Seminario de graduación

Profesor Titular: Laura Cipriano

2007

Noelia Mariel Lovrinich



Es mi propósito expresar a través de estas líneas, y renovando el compromiso de preservar la confidencialidad de la información utilizada, mi más sincero agradecimiento hacia el Consulado de Italia en Mar del Plata y las autoridades consulares que confiaron en este trabajo y facilitaron la realización de la presente tesis de graduación. Con el mayor reconocimiento y orgullo, mi considerada gratitud, hoy y siempre.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Se ha efectuado la reserva intelectual de la obra.



“Conessione” es una de las habilidades de pensamiento con que contaba uno de los más grandes genios de la humanidad, Leonardo Da Vinci.

“Conessione” es la capacidad de ver las conexiones e interdependencias en el mundo que nos rodea.

“Conessione” es Pensamiento Sistémico.

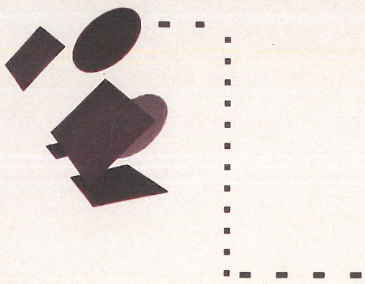
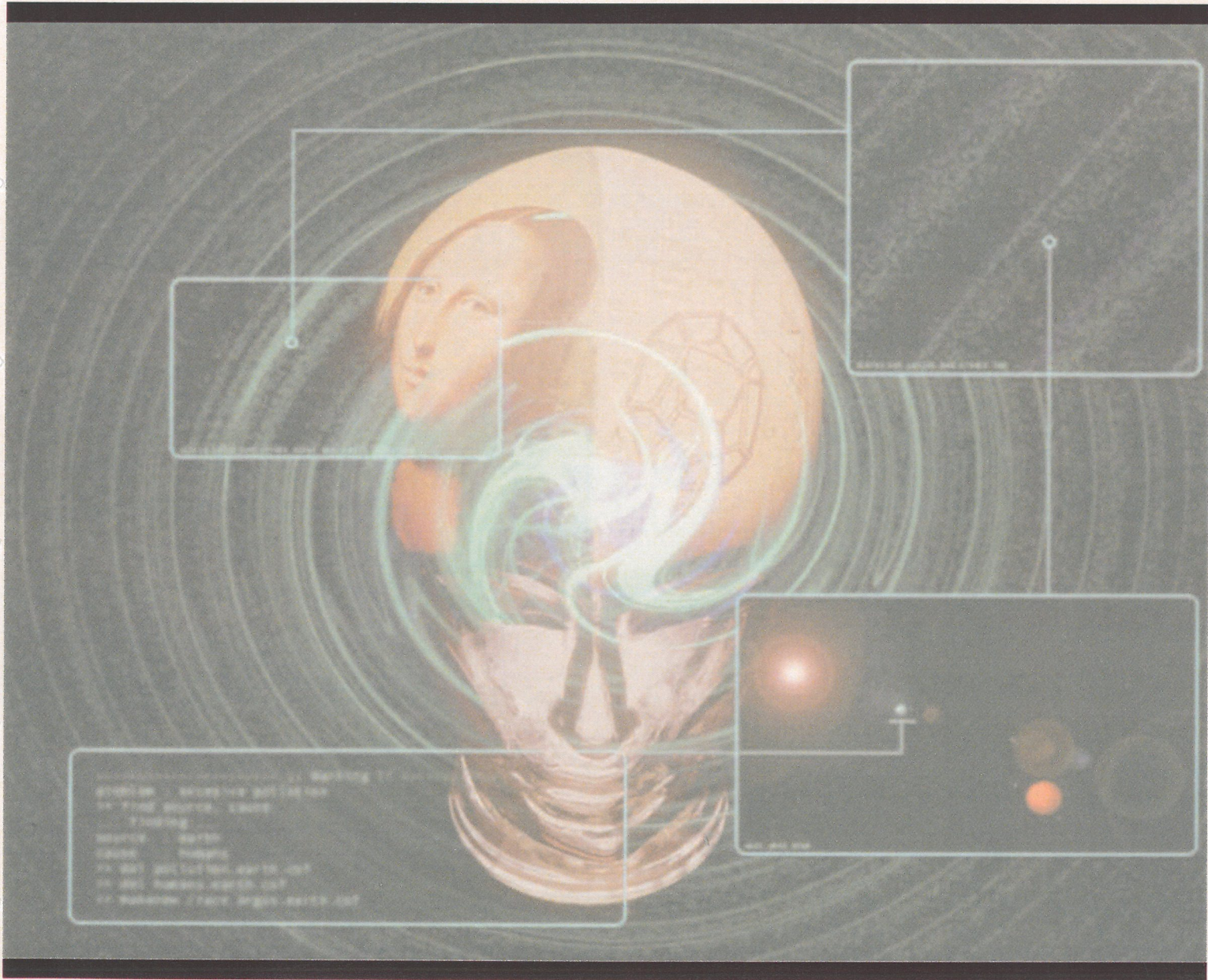
El problema que se plantea es el de la utilización de simuladores empresariales, diseñados en base a modelos dinámicos, para visualizar a la organización como un sistema y comprender las causas estructurales que provocan ciertos comportamientos.

Las conclusiones arriban a la idea de que el pensamiento sistémico facilita los procesos de diseño, implementación y monitoreo de políticas, estrategias y decisiones, además de permitir anticipar sus efectos dentro de la red de valor donde la organización se desenvuelve.

Resuelve el abordaje a escenarios complejos, su análisis e interpretación de forma integral y contextualizada.



# ● Protocolo





## **TÍTULO**

Dinámica de sistemas - Dinámica estratégica: El uso de simuladores empresariales para el diseño y la evaluación estratégica.

## **ÁREA TEMÁTICA**

Administración de empresas.

## **DISCIPLINAS QUE CONVERGEN**

- \* Administración de empresas.
- \* Aplicaciones administrativo-contables de empresas.
- \* Contabilidad gerencial.

## **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

- Finalidad: Básica-aplicada
- Naturaleza metodológica: Descriptiva
- Fuente: Secundaria
- Técnica de contrastación: Explicativa no experimental

## **TEMA**

El enfoque dinámico estratégico para la visualización de la empresa como un sistema que posee un comportamiento específico, provocado por determinadas causas estructurales, a través de simuladores diseñados en base a los modelos dinámicos.

## **JUSTIFICACIÓN/FUNDAMENTACIÓN**

El tema en particular reviste, tanto para los profesionales en Ciencias Económicas como para los gerentes y administradores de empresas en general; una singular importancia desde el punto de vista de que, por hallarnos inmersos en una realidad muy compleja y cambiante, nos vemos en la absoluta necesidad de conocer sistemáticamente a las empresas. La Dinámica de Sistemas encuentra sus principales aplicaciones en entornos complejos y poco definidos, donde intervienen las decisiones del ser humano que suelen estar guiadas por la lógica.

Es por ello que se intentará explicar el sentido de la aplicación de la Teoría de la Dinámica de Sistemas para el estudio de las empresas; y ésto se ve claramente en la construcción de modelos de simulación tras un análisis cuidadoso de los elementos



del sistema; lo que permite extraer la lógica interna del modelo y conocer la evolución a largo plazo del mismo (empresa en ésta investigación).

## **PROBLEMA**

El uso de simuladores empresariales, en base al diseño de modelos dinámicos, para visualizar la empresa como un sistema y comprender las causas estructurales que provocan ciertos comportamientos.

## **OBJETIVOS**

- Generales:

1-Efectuar precisiones sobre los recursos.

1.1- Comprender la importancia de los recursos en el Enfoque Dinámico Estratégico.

1.2-Explicar la dinámica de los recursos.

1.3-Efectuar la clasificación de los recursos.

1.4-Explicar su evolución en el tiempo.

1.5-Explicar su relación con las ventajas competitivas empresariales, la realimentación y el crecimiento.

2- Explicar las teorías del Enfoque Dinámico Estratégico basadas en las teorías de la Dinámica de Sistemas.

3-Explicar la importancia y los beneficios de los simuladores empresariales, de su uso como herramienta de asistencia de gestión empresaria.

- Específicos: 1-Efectuar precisiones sobre el Enfoque Dinámico Estratégico.

2-Explicar los diferentes tipos de sistemas y las estructuras genéricas.

3-Exponer la dinámica para la construcción de un modelo de simulación.



## HIPÓTESIS

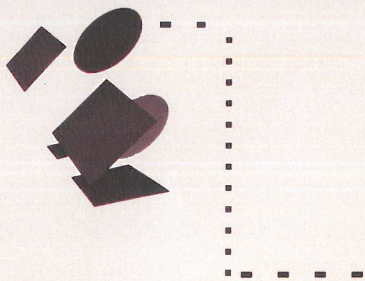
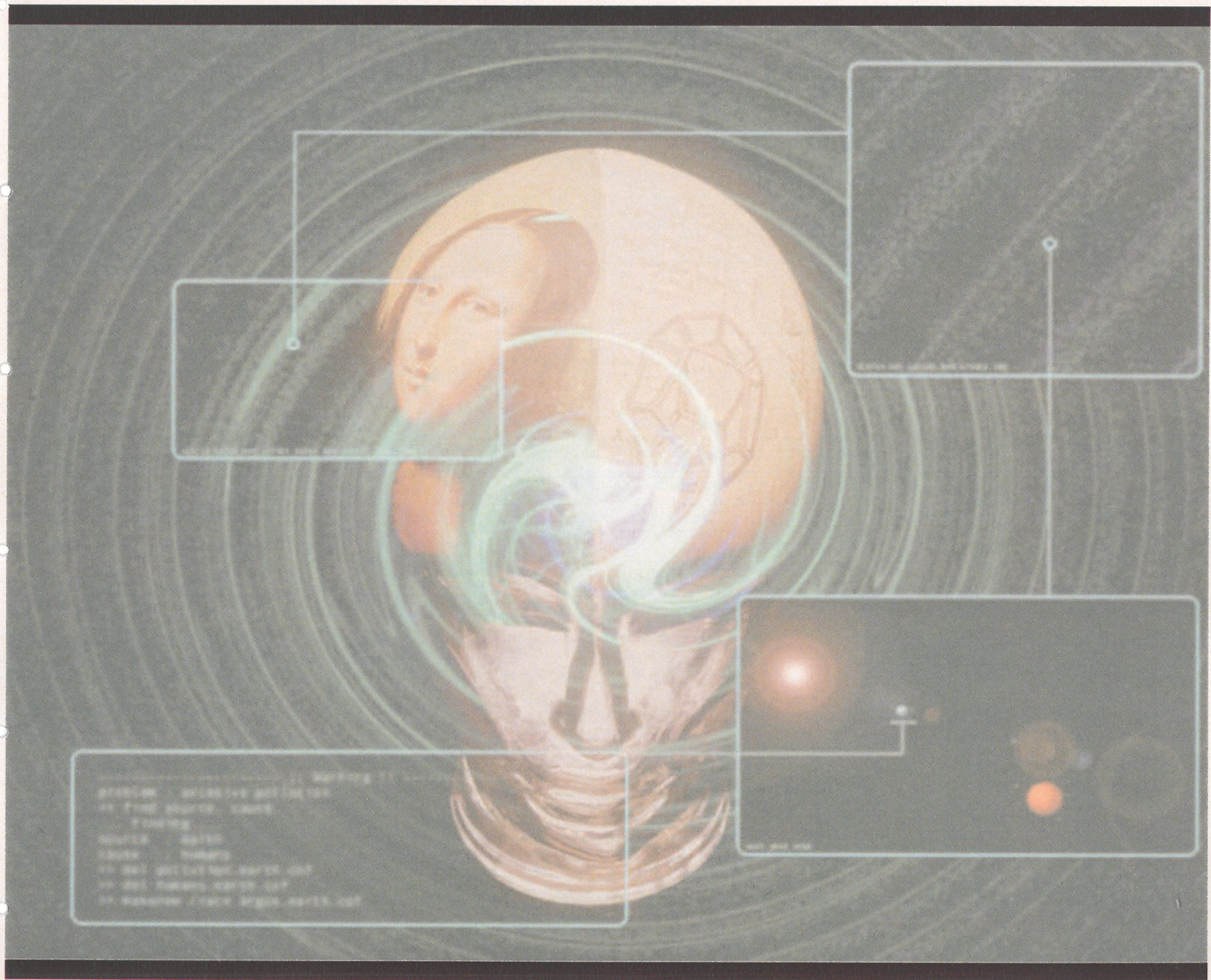
El uso de simuladores empresariales, en base al diseño de modelos dinámicos, permite visualizar a la empresa como un sistema y comprender las causas estructurales que provocan sus comportamientos más comunes.

## VARIABLES

TIPO	VARIABLES	INDICADORES
INDEPENDIENTE	1-Simuladores empresariales	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Expresión matemática de las relaciones vinculares.</li> <li>-Expresión gráfica del problema complejo.</li> <li>-Expresión de una realidad compleja y cambiante.</li> <li>-Identificación de los puntos de presión.</li> </ul>
	2-Modelos dinámicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Retroalimentación desde la salida a la entrada del sistema (teoría de los servomecanismos)</li> <li>-Relación de elementos en forma estable</li> <li>-Rigen leyes de mercado, lógica, demográficas, etc.</li> </ul>
DEPENDIENTES	1-Empresa como sistema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Conjunto de elementos interrelacionados</li> <li>-Objetivo en común.</li> <li>-Integración de los componentes.</li> </ul>
	2-Causas estructurales de comportamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Comportamiento anti-intuitivo</li> <li>-Imposibilidad de plantear un modelo mental.</li> <li>-Complejidad y cantidad de variables vinculadas que se multidimensionan.</li> </ul>



# ● Introducción





En esta investigación se va a tratar el tema de la Dinámica de Sistemas en primer lugar y como base para el análisis de problemas complejos. Esta teoría estudia las aplicaciones en modelos, los que permiten conocer cualitativamente la dinámica del sistema bajo análisis. Que seguidamente provocará el análisis y desarrollo del novedoso enfoque de la Dinámica Estratégica.

El enfoque teórico de la Dinámica de Sistemas, según lo entiende Forrester, surge en 1968 como una metodología para entender el cambio, utilizando las ecuaciones en diferencias finitas o ecuaciones diferenciales. Dada la representación de estos procesos podemos estudiar la dinámica del conjunto de los estados disponibles, que es el tema central de la modelación. La Dinámica de Sistemas tiene su origen en la década de los años 30 cuando se desarrolló la teoría de los servomecanismos, que son instrumentos en los que existe una retroalimentación desde la salida a la entrada.

En la década de los años 50, aprovechando los iniciales avances de la informática, Jay Forrester desarrolla en el MIT (Massachussets Institute of Technology) la Dinámica Industrial. Con este instrumento, que aúna el enfoque sistémico y la simulación por ordenador, consigue avanzar en la resolución de problemas que se producen en el seno de la empresa industrial. Al final de la década publica "Industrial Dynamics" (1961).

La siguiente década, los años 60, es la década del traspaso desde el mundo de la industria al ámbito social, al final de la década aparecen los primeros resultados "Principles of Systems" (1968), "Urban Dynamics" (1969), "World Dynamics" (1971) para el Club de Roma, "Counterintuitive Behavior of Social Systems" (1971) y "The life Cycle of Economic Development" (1973). Cabe mencionar el libro de D.L.Meadows "Dynamics of Growth in a finite World" (1972). El gran mérito de este libro es haberse publicado un año antes de la crisis de materias primas del año 1973, y haber vaticinado en parte sus consecuencias.

A partir de entonces las aplicaciones, que se pueden seguir a partir de los títulos publicados, se extienden a múltiples ámbitos, incluso a la ecología, que encuentra en la Dinámica de Sistemas una ayuda muy válida para el estudio de los complejos fenómenos que se producen en la naturaleza. Recientemente se observa una cierta publicidad de las aplicaciones de esta metodología a la ecología. Así aparecen artículos que comentan los feed-backs entre diferentes elementos de los ecosistemas, su complejidad, la existencia de puntos palanca o leverage-points, la existencia de puntos sin retorno, etc.

Su generalización al estudio de procesos socioeconómicos basada en modelos mentales, comporta notables dificultades, aunque es innegable que viene a cubrir una laguna existente entre los instrumentos de análisis de estos procesos que se caracterizan por su complejidad y por la existencia de múltiples relaciones de retroalimentación.

La aplicación de la Dinámica de Sistemas a la socioeconomía se basa en que en este ámbito, también se pueden definir sistemas, compuestos por unos elementos que se relacionan entre si de forma estable, entre los cuales rigen o su cumplen unas leyes, como son las de la lógica, las del mercado, las de la demografía, etc.

La cibernética introduce la idea de circularidad a través del concepto de retroalimentación, bucle o feed-back, rompiendo con la ciencia newtoniana clásica en la que los efectos se encadenan de forma lineal.

La idea de circularidad desarrollada por Wiener se centra en el feed-back negativo que permite la autorregulación del sistema ante posibles perturbaciones. En 1963, Maruyama estudió el feed-back positivo que, a diferencia del negativo, amplifica la desviación (sistemas amplificadores).

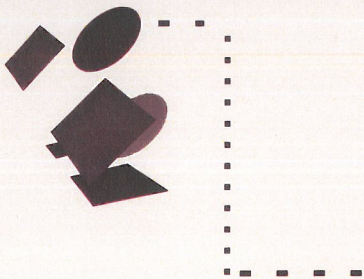
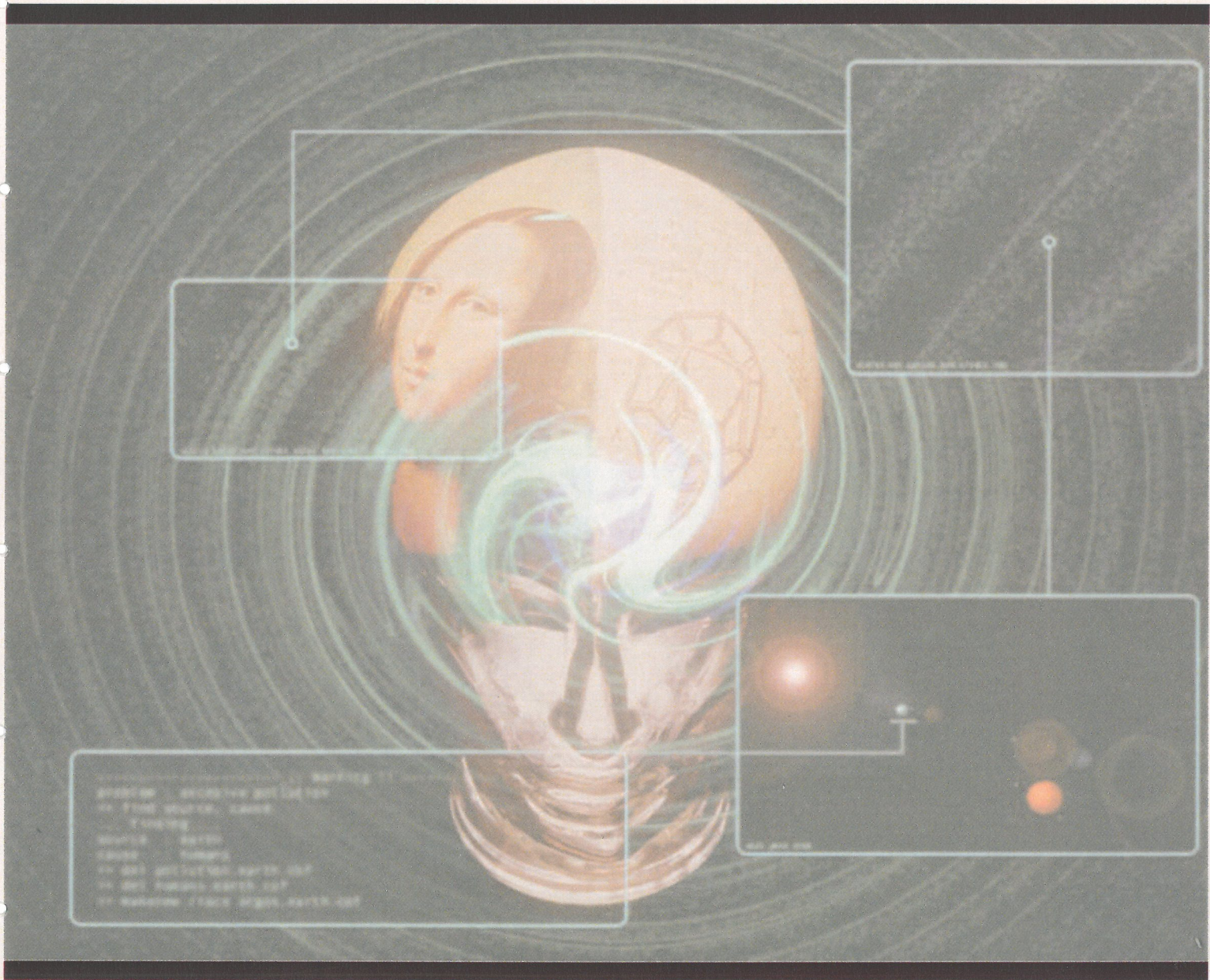
El enfoque de la Dinámica Estratégica ha sido desarrollado por el profesor Kim Warren, de la London Business School, y está basado en los estudios desarrollados inicialmente por Jay Forrester (MIT) sobre la Dinámica de los Sistemas, y la Teoría del Valor de la Empresa basado en los Recursos.

El método está consistentemente basado en hechos, y exige a los gerentes una gran voluntad de investigar con gran detalle los fundamentos del modo en que su empresa opera e interactúa. El enfoque capacita a los gerentes para diseñar una arquitectura estratégica para su organización, que puede construir, sostener y extender su ventaja competitiva.

El enfoque tiene por fundamento la importancia de los recursos estratégicos como “depósitos” de factores útiles, un principio ya establecido en el campo de la estrategia. Las aptitudes de una empresa determinan cuán rápidamente puede construir los recursos estratégicos que necesita, y estas aptitudes a su vez crecen o se debilitan según cuán bien aprenda la organización. La rivalidad misma se manifiesta como la pugna entre los competidores por desarrollar y mantener los recursos estratégicos en el tiempo. Finalmente, pueden extenderse las estructuras para explicar la interacción entre las unidades del negocio dentro de estructuras mayores de corporaciones, incluyendo aquellos efectos generados por la diversificación, la adquisición, las alianzas, las redes de negocios, y así sucesivamente.



# ● Marco Teórico





## **GUÍA ÍNDICE DEL MARCO TEÓRICO**

- 1- INTRODUCCIÓN A LA DINÁMICA DE SISTEMAS
  - 1.1. Generalidades
  - 1.2. Metodología sistémica
  - 1.3. Aplicaciones de la dinámica de sistemas
  
- 2- ESTRUCTURA ELEMENTAL DE SISTEMAS
  - 2.1. Un lenguaje elemental para la descripción de sistemas
    - 2.1.1. Bucle de realimentación negativa
    - 2.1.2. Bucle de realimentación positiva
    - 2.1.3. Retrasos
    - 2.1.4. Sistemas complejos y estructuras genéricas
  
- 3- DE LA ESTRUCTURA AL COMPORTAMIENTO
  - 3.1. Introducción
  - 3.2. Génesis del comportamiento en un diagrama de influencias
  - 3.3. Dinámica de sistemas
  
- 4- CONSTRUCCIÓN, ANÁLISIS Y EXPLOTACIÓN DE MODELOS
  - 4.1. Modelos de sistemas
  - 4.2. Proceso de modelado
  - 4.3. Simulación de un modelo
  - 4.4. Análisis de sensibilidad de un modelo
  - 4.5. Explotación de un modelo.
  
- 5- DINÁMICA ESTRATÉGICA SEGÚN KIM WARREN
  - 5.1. El patrón de tiempo del rendimiento estratégico
  - 5.2. Contribución de los recursos estratégicos a la ventaja competitiva
  - 5.3. La empresa como sistema de recursos
  - 5.4. Los recursos intangibles
  - 5.5. Las aptitudes
  - 5.6. El control de los objetivos y las políticas
  - 5.7. La rivalidad
  - 5.8. Consecuencias más amplias



El principal contenido del marco teórico está dado por una introducción a la dinámica de sistemas; donde se explica la estructura elemental de los sistemas y el lenguaje que se utiliza para describirlos. También se explica cómo el diagrama de influencias expresa el comportamiento de los sistemas, y cómo se construyen los modelos dinámicos.

En la parte final se hace una descripción introductoria de la Dinámica Estratégica, según Kim Warren. Dando nota a la importancia del patrón del tiempo en el rendimiento estratégico, a la contribución de los recursos estratégicos a la ventaja competitiva de las empresas y a la empresa como sistema de recursos. Pasando por un análisis de los recursos tangibles, intangibles y de las aptitudes que determinan cuán rápidamente puede una empresa construir los recursos que necesita.

#### Teoría general de sistemas.

El enfoque sistémico pone en primer plano el estudio de las interacciones entre las partes y, entre éstas y su entorno. Aparecen relaciones comunes, lo que lleva a la construcción de sistemas generales, ya que cualquiera de ellos puede tomarse como modelo.

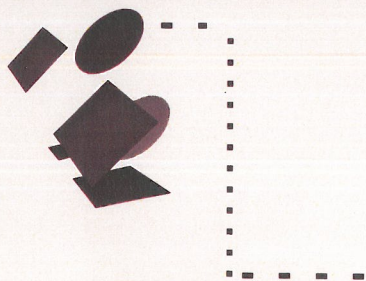
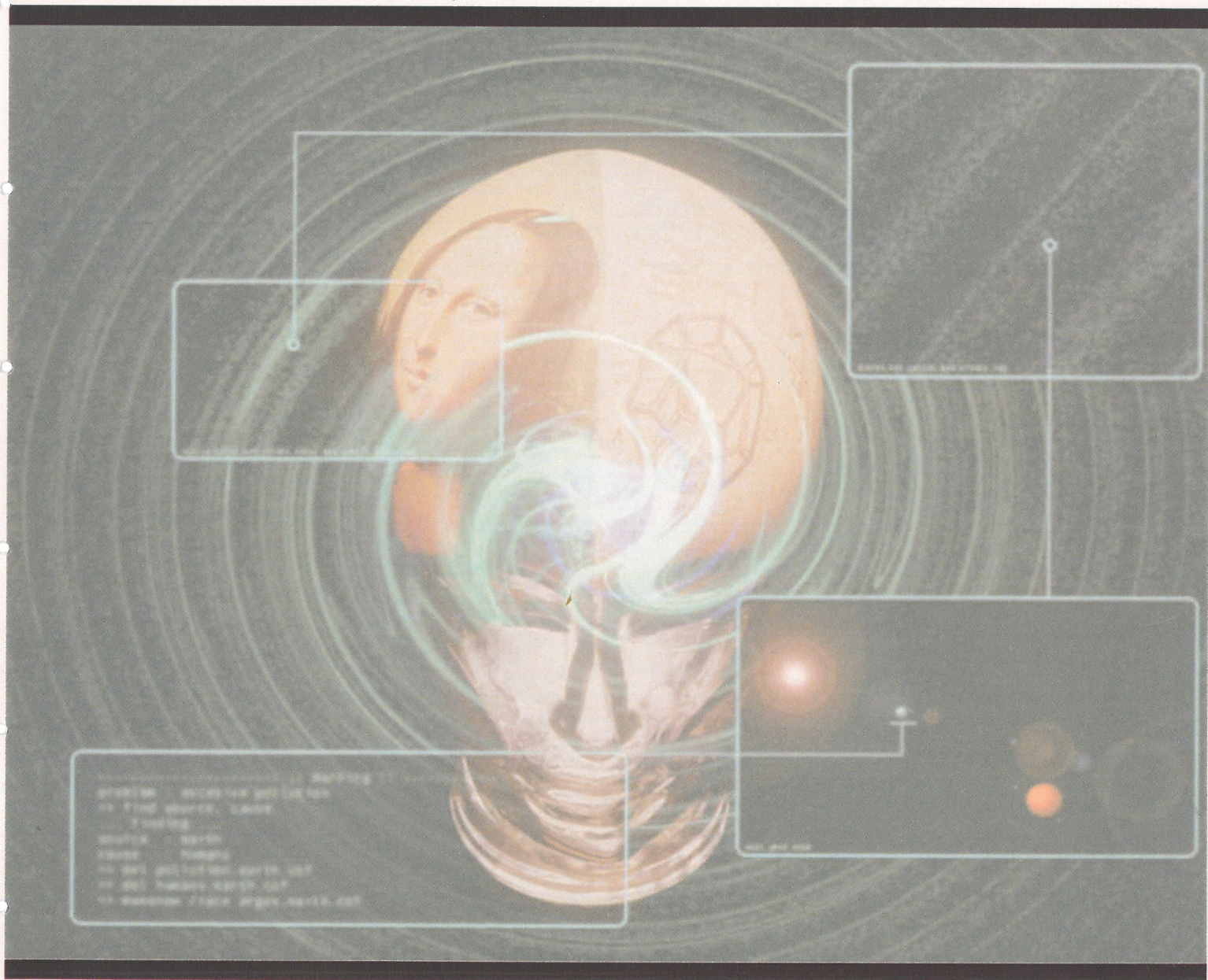
Una Teoría General de Sistemas idealmente aplicable a cualquier sistema real o imaginable, deberá poder tratar sistemas con cualquier número de variables de carácter continuo o discreto.

La importancia de las interacciones en el enfoque sistémico hará necesario distinguir entre las variables de entrada generadas por el entorno y las variables de salida generadas por el propio sistema. A su vez, en los sistemas complejos con diferentes estados internos, debemos tomar en consideración la transición temporal entre los mismos, sea mediante procesos determinísticos o probabilísticos. En los casos de mayor interés sistémico, la salida de un sistema reacciona sobre su entrada a través de un bucle de retroalimentación que provoca un proceso no lineal.



# ● Capítulo I

## Introducción a la dinámica de sistemas





## 1-Introducción a la Dinámica de sistemas.

### 1.1-Generalidades

En esta investigación voy a tratar el tema de la dinámica de sistemas. Es conveniente explicar los dos términos.

*“En primer lugar, normalmente hablamos de sistema como de un modo o manera de hacer algo; mientras que más formalmente hablamos de un sistema como de un objeto dotado de alguna complejidad, formado por partes coordinadas, de modo que el conjunto posea una cierta unidad, que es precisamente el sistema. Un sistema, en este sentido, 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. Un sistema se percibe con una identidad que lo distingue del entorno, y que es capaz de mantener esa identidad a lo largo del tiempo y bajo entornos cambiantes. Estamos rodeados por sistemas.”<sup>2</sup>*

Lo importante es comprender que un sistema se caracteriza por el hecho de que podemos especificar cada una de las partes que lo forman claramente, y las relaciones que articulan estas partes y que conforman la unidad. Uno de los objetivos a los que apunta la investigación es a lograr representar gráficamente la estructura del sistema; para que su comprensión sea más descriptiva.

Con respecto al término dinámica:

*“... lo empleamos por oposición estática, y queremos con él expresar el carácter cambiante de aquello que adjetivamos con ese término. ... Al hablar de la dinámica de un sistema nos referimos a que las distintas variables que podemos asociar a sus partes sufren cambios a lo largo del tiempo, como consecuencia de las interacciones que se producen entre ellas. Su comportamiento vendrá dado por el conjunto de las trayectorias de todas las variables, que suministra algo así como una narración de todo lo acaecido al sistema.”<sup>3</sup>*

De la unión de estos dos términos obtenemos el concepto de “Dinámica de Sistemas”. Esta es una disciplina que surge de la combinación de teoría, métodos y filosofía para el estudio analítico del comportamiento de sistemas complejos. Este campo ha avanzado durante las últimas décadas gracias a los trabajos de System Dynamic Group del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts). Con su origen en la

---

<sup>2</sup> Aracil, Javier, **Dinámica de sistemas**; Madrid, Publicaciones de Ingeniería de sistemas, p.8

<sup>3</sup> Aracil, Javier, **Dinámica de sistemas**; Madrid, Publicaciones de Ingeniería de sistemas, p. 10

Ingeniería de Servomecanismos y el Management, este análisis 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 éstos físicos, biológicos o sociales.

Son numerosos los autores que intentaron definir el concepto, pero entre los más destacados me permito apuntar las siguientes definiciones: Para Jay Forrester en *Industrial Dynamics* de 1961, "System Dynamics" es un camino para estudiar el comportamiento (behavior) de los sistemas para mostrar cómo las políticas, decisiones, estructura y demoras (tiempo) están interrelacionadas para influenciar sobre el crecimiento y la estabilidad". Mientras que en 1991 Peter Senge enunció que *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."<sup>4</sup>

Es la Dinámica de sistemas lo que nos provee la base estructural que puede aplicarse sobre cualquier tema que se desee comprender, permitiéndonos visualizar los cambios que se producen con el transcurso del tiempo.

El proceso de la DS comienza con un problema que debemos resolver, una situación que se hace necesario comprender con mayor profundidad, o bien un comportamiento que debe evitarse o corregirse. Una de las etapas primarias es la elaboración de un "modelo mental", lo que constituye una fuente rica de información que se recopila de las personas que hacen parte del sistema; sobre las partes del sistema, la información disponible en los distintos puntos del mismo y las políticas que se siguen para la toma de decisiones.

### 1.2-Metodología sistémica

Se ha desarrollado una metodología que nos permite estudiar a los sistemas en general y se conoce como "Metodología sistémica". Ella nos permite abordar y conocer los problemas con presencia de sistemas dominante, problemas que resultan de las interacciones que se producen en el seno de un sistema, y no de disfunciones de las partes consideradas aisladamente.

Explica Javier Aracil:

*"El análisis de un sistema consiste en su disección, al menos conceptual, para establecer las partes que lo forman. Sin embargo, el*

---

<sup>4</sup> Rodríguez Valiente, Patricio

Ing. Busso, Reinaldo

Ing. Oreja, José M.

García, Carlos Alberto, **Metodología dinámica para el análisis de sistemas económicos y sociales**, CACIT Group, Trabajo realizado en el marco del Workshop on Dynamics of Social and Economical Systems- 25-27 Noviembre de 1998 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, p. 2.



*mero análisis de un sistema no es suficiente; no basta con saber cuáles son sus partes. Para comprender su comportamiento necesitamos saber cómo se integran; cuáles son los mecanismos mediante los que se produce su coordinación. Necesitamos saber cómo se produce la síntesis de las partes en el sistema. Por ello, en el estudio de un sistema, tan importante es el análisis como la síntesis. El énfasis en la síntesis distingue la metodología sistémica de las metodologías científicas más clásicas de análisis de la realidad, en las que se tiende a sobrevalorar los aspectos analíticos por oposición a los sintéticos, mientras que en la metodología sistémica se adopta una posición más equilibrada. Tan importante es el análisis, que nos permite conocer las partes de un sistema, como la síntesis, mediante la cual estudiamos cómo se produce la integración de esas partes en el sistema. El especialista en sistemas, al que se conoce también como sistemista, al estudiar un cierto aspecto de la realidad analiza cuáles son los distintos elementos que lo forman, al tiempo que trata de especificar cómo se produce la integración de esos elementos en la unidad del problema que está analizando. Por tanto, para él, tanta importancia tiene el todo —el propio sistema— como las partes, y al considerar al sistema como una unidad lo hará sin perder de vista las partes que lo forman, pero al considerar las partes, no perderá de vista que son eso, partes de un todo.<sup>5</sup>*

Vamos a descubrir, a través de esta investigación, cómo la DS (Dinámica de Sistemas) aporta un ejemplo concreto de una metodología en la que se articulan el análisis y la síntesis, donde se analiza cómo las relaciones en el seno de un sistema permiten explicar el comportamiento del mismo.

La metodología sistémica aporta una serie de herramientas que nos permiten ver los sistemas de nuestro entorno mediante una óptica diferente que nos permitirá descubrir aspectos que no hayamos considerado y alcanzar una visión más rica de la realidad. Estas herramientas van desde los diagramas de influencias hasta los modelos informáticos de simulación.

### 1.3-Aplicaciones de la DS

La DS es una metodología que nace para resolver problemas concretos. Los primeros trabajos desarrollados a finales de los años 50 y

---

<sup>5</sup> Aracil, Javier, *Dinámica de sistemas*; Madrid, Publicaciones de Ingeniería de sistemas, p. 11-12

durante los 60 fueron implantados en el medio profesional siguiendo una forma más o menos pura que podemos denominar *ortodoxia forresteriana*. Hoy los diagramas de Forrester, o de flujo de niveles, han alcanzado una amplia difusión y son empleados aún por aquellos que no mencionan explícitamente la dinámica de sistemas.

A mediados de los 60, Forrester propone la aplicación de la técnica que había desarrollado originalmente para los estudios industriales, a sistemas urbanos.

A finales del decenio de los 60 se produce el estudio que posiblemente más haya contribuido a la difusión de la dinámica de sistemas. Se trata del primer informe al Club de Roma, sobre los límites al crecimiento, que se basó precisamente en un modelo de dinámica de sistemas, en el que se analizaba la previsible evolución de una serie de magnitudes agregadas a nivel mundial como son la población, los recursos y la contaminación. En este modelo se analizaba la interacción de estas magnitudes y se ponía de manifiesto cómo, en un sistema, debido a las fuertes interacciones que se producen en su seno, la actuación sobre unos elementos, prescindiendo de los otros, no conduce a resultados satisfactorios. El informe correspondiente tuvo una gran incidencia en la opinión pública y ha sido objeto de múltiples debates, tanto a favor como en contra. Recientemente se ha publicado una reelaboración de sus conclusiones, en la que prácticamente se mantienen las recomendaciones de aquel informe.

A raíz de la realización de este último informe, se puso de manifiesto que la dinámica de sistemas era algo más que la dinámica industrial o la dinámica urbana, y se convino adoptar la denominación de dinámica de sistemas, con la que se conoce actualmente.

Los campos de aplicación de la dinámica de sistemas son muy variados. Durante sus más de 30 años de existencia se ha empleado para construir modelos de simulación informática en casi todas las ciencias. Por ejemplo, en sistemas sociológicos ha encontrado multitud de aplicaciones, desde aspectos más bien teóricos como la dinámica social de Pareto o de Marx, hasta cuestiones de implantación de la justicia. Un área en la que se han desarrollado importantes aplicaciones es la de los sistemas ecológicos y medioambientales, en donde se han estudiado, tanto problemas de dinámica de poblaciones, como de difusión de la contaminación. No es casual que, como hemos mencionado, esta metodología fuese empleada por el Club de Roma. Otro campo interesante de aplicaciones es el que suministran los

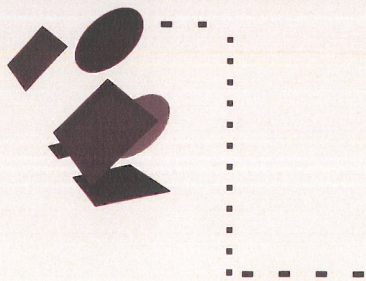
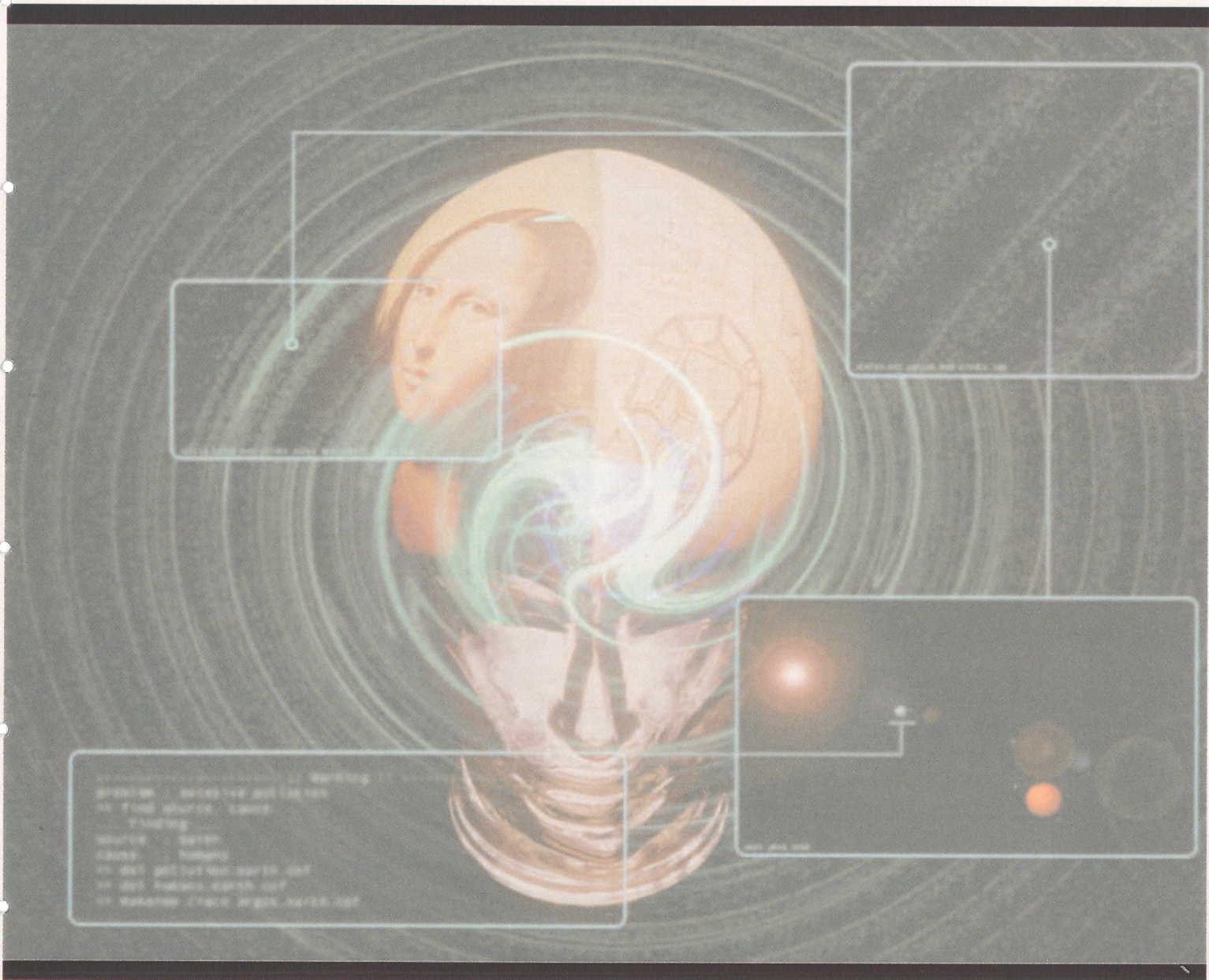


sistemas energéticos, en donde se ha empleado para definir estrategias de empleo de los recursos energéticos. Se ha empleado también para problemas de defensa, simulando problemas logísticos de evolución de tropas y otros problemas análogos. La difusión de estas técnicas ha sido muy amplia, y en nuestros días se puede decir que constituye una de las herramientas sistémicas mas sólidamente desarrolladas y que mayor grado de aceptación e implantación han alcanzado (Javier Aracil).



# ● Capítulo II

## Estructura elemental de sistemas





## 2- Estructura elemental del sistema.

### 2.1- Un lenguaje elemental para la descripción de sistemas

La descripción mínima de un sistema viene dada por la especificación de las distintas partes que lo forman, mediante el conjunto C de su composición, y por la relación R que establece cómo se produce la influencia entre esas partes.

Un ejemplo puede servir para explicar la estructura sistémica de un proceso: en éste caso llenar un vaso de agua.

Su descripción, en lenguaje ordinario, es muy simple: el que llena el vaso de agua, mediante la observación del nivel alcanzado en el vaso, actúa sobre el grifo, de modo que lo va cerrando según se alcanza el nivel que estima oportuno. El proceso que tiene lugar lo describiríamos: el agente (persona que llena el vaso) compara el nivel alcanzado en el vaso con el nivel deseado, si existe discrepancia actúa sobre el grifo, con lo que se influye sobre el nivel alcanzado, que es de nuevo comparado (en realidad se trata de un proceso continuo) con el nivel deseado; según disminuya la discrepancia, se irá cerrando el grifo, hasta que al anularse esta, se cierre definitivamente.

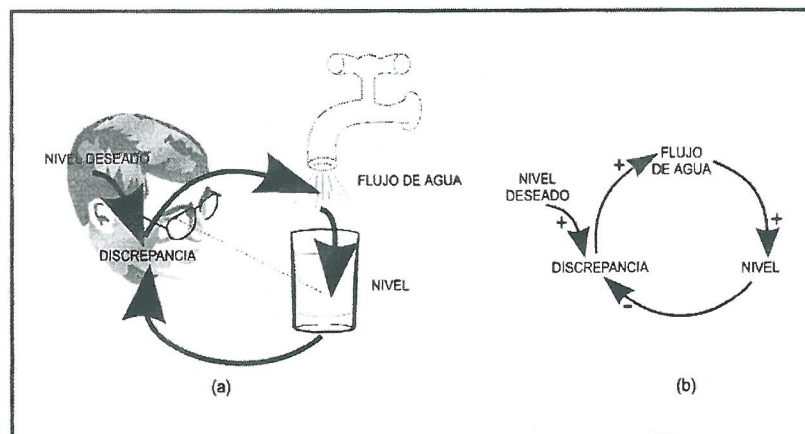


Figura 1- Diagrama básico del proceso de llenar un vaso de agua

El proceso así descrito se puede representar mediante un diagrama como el anterior. En este diagrama se indican: el nivel alcanzado en el vaso, la discrepancia entre ese nivel y el deseado, y el flujo de agua que modifica aquel nivel. Estos elementos básicos del proceso están unidos entre sí mediante flechas que indican las influencias que se establecen entre ellos. Por ejemplo, el nivel alcanzado depende del flujo de agua o, lo que es lo mismo, el flujo de agua influye sobre el nivel alcanzado, lo que se indica, mediante una flecha que va desde «flujo de agua» a «nivel» alcanzado.

Esta relación de influencia se escribe:

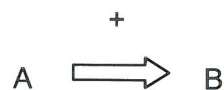
**FLUJO DE AGUA** → **NIVEL**

De forma análoga, la «discrepancia» se determina a partir del «nivel deseado» y del «nivel» alcanzado (en realidad es la diferencia entre ambas). Por último, la «discrepancia» determina el «flujo de agua». Articulando todas las relaciones de influencia se tiene el diagrama. Las flechas que unen la discrepancia con el flujo de agua, éste con el nivel alcanzado, para acabar de nuevo en la discrepancia, forman una cadena circular o cerrada de influencias. Es lo que se conoce como un bucle de realimentación, que es un elemento básico en la estructura del sistema y que trataremos con detalle seguidamente (Javier Aracil).

Este ejemplo constituye una muestra de cómo se puede analizar un sistema, descomponerlo en sus elementos esenciales, y relacionar estos elementos mediante un bosquejo de cómo se producen las influencias entre ellos.

El conjunto de las relaciones entre los elementos de un sistema recibe la denominación de estructura del sistema y se representa mediante el diagrama de influencias o causal.

En su forma más simple el diagrama de influencias está formado por lo que se conoce como un grafo orientado. A las flechas que representan las relaciones se puede asociar un signo. Este signo indica si las variaciones del antecedente y del consecuente son, o no, del mismo signo. Supongamos que entre A y B existe una relación de influencia positiva



Ello quiere decir que si A se incrementa, lo mismo sucederá con B; y, por el contrario, si A disminuye, así mismo lo hará B. Por otra parte, si la influencia fuese negativa a un incremento de A seguiría una disminución de B, y viceversa. De este modo, asociando un signo a las relaciones de influencia, se tiene un diagrama que suministra una información más rica sobre la estructura del sistema, aunque continúe conservando su carácter cualitativo (Javier Aracil).

### 2.1.1-Bucle de realimentación negativa

En esta figura se tiene que el estado alcanzado por una cierta magnitud (el nivel de agua) viene determinado por una acción (el flujo de agua) que a su vez es consecuencia de la discrepancia entre el estado alcanzado por esa magnitud y el valor que se pretende que tenga, que se denomina objetivo. Es decir, la discrepancia entre el estado y objetivo determina la acción que modifica el estado en el sentido de que alcance el objetivo deseado (que la discrepancia se anule).

El bucle de realimentación negativa representa un tipo de situación muy frecuente en la que se trata de decidir acciones para modificar el comportamiento con



el fin de alcanzar un determinado objetivo. El diagrama de un bucle de realimentación negativa aporta el esquema básico de todo comportamiento orientado a un objetivo. Su ubicuidad fue puesta de manifiesto por Norbert Wiener cuando, en el decenio de los años 40, sentó las bases de la cibernética.

Un bucle de realimentación negativa tiene la notable propiedad de que si, por una acción exterior, se perturba alguno de sus elementos, el sistema, en virtud de su estructura, reacciona tendiendo a anular esa perturbación. En efecto, consideremos el bucle representando mediante las letras A, B y C. Supongamos que uno cualquiera de ellos, por ejemplo el B, se incrementa. En virtud de las relaciones de influencia, el incremento de B determinará el de C, ya que la relación de influencia correspondiente es positiva. A su vez, el incremento de C determinará el decrecimiento de A, ya que así lo determina el carácter negativo de la influencia. El decrecimiento de A dará lugar al de B, pues la relación es positiva. Por tanto, el incremento inicial de B le «vuelve», a lo largo de la cadena de realimentación, como un decremento; es decir, la propia estructura de realimentación tiende a anular la perturbación inicial. De este modo se comprende que los bucles de realimentación negativa son bucles estabilizadores, que tienden a anular las perturbaciones exteriores.

Es conveniente observar que en un bucle de realimentación negativa lo que se realimenta es información. El agente necesita información sobre los resultados de sus decisiones para adaptarlas a los resultados que esas acciones van produciendo (Javier Aracil).

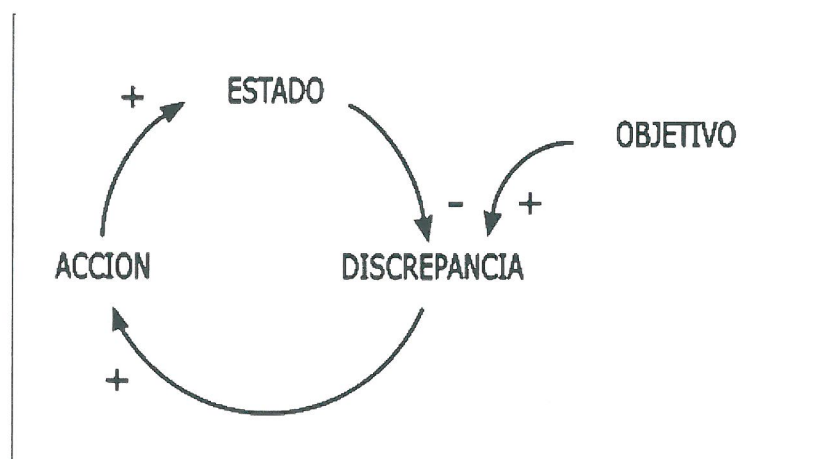


Figura 2- Diagrama básico de un bucle de realimentación negativa

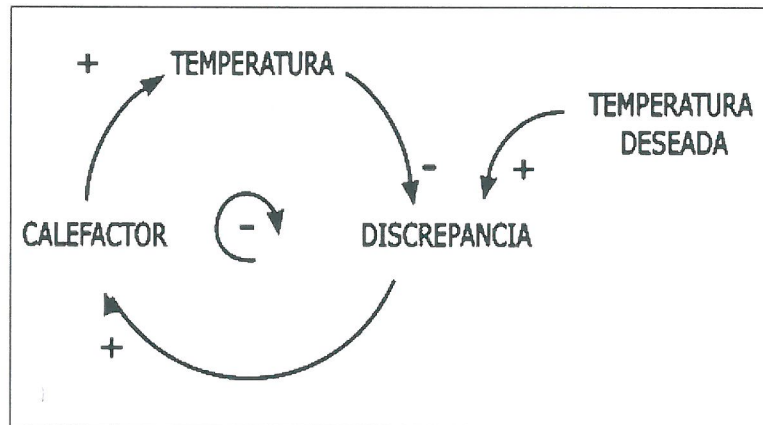


Figura 3- Estructura de realimentación negativa del proceso de regulación de temperatura

### 2.1.2- Bucle de realimentación positiva

Un bucle en el que todas las influencias son positivas (o si las hubiese negativas, tendrían que compensarse por pares) representa un proceso en el que un estado determina una acción, que a su vez refuerza este estado, y así indefinidamente. En este caso el estado es una población, y la acción su crecimiento neto. En tal caso, cuanto mayor sea la población, mayor es su crecimiento, por lo que a su vez mayor es la población, y así sucesivamente. Se tiene, por tanto, un crecimiento explosivo de la población.

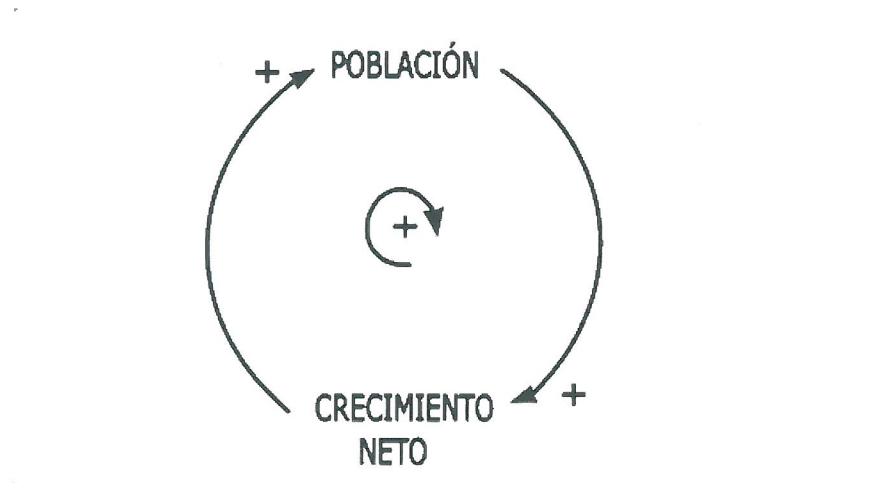


Figura 5- El crecimiento de una población como proceso de realimentación positiva.

Si cualquiera de sus elementos sufre una perturbación, ésta se propaga, reforzándose, a lo largo del bucle. En efecto, si A crece, entonces, en virtud del signo de la influencia, lo hará B, lo que a su vez determinará el crecimiento de C y, de nuevo, el de A. Por lo tanto, la propia estructura del sistema determina que el crecimiento inicial de A «vuelva» reforzado a A, iniciándose de este modo un proceso



sin fin que determinará el crecimiento de A. Este efecto se conoce vulgarmente como «círculo vicioso» o «bola de nieve». El cambio se amplifica produciendo más cambio.

Se trata, por tanto, de una realimentación que amplifica las perturbaciones y que, por tanto, inestabiliza al sistema. En este sentido se puede decir que su efecto es contrario al de la realimentación negativa. Si aquella estabilizaba, esta desestabiliza.

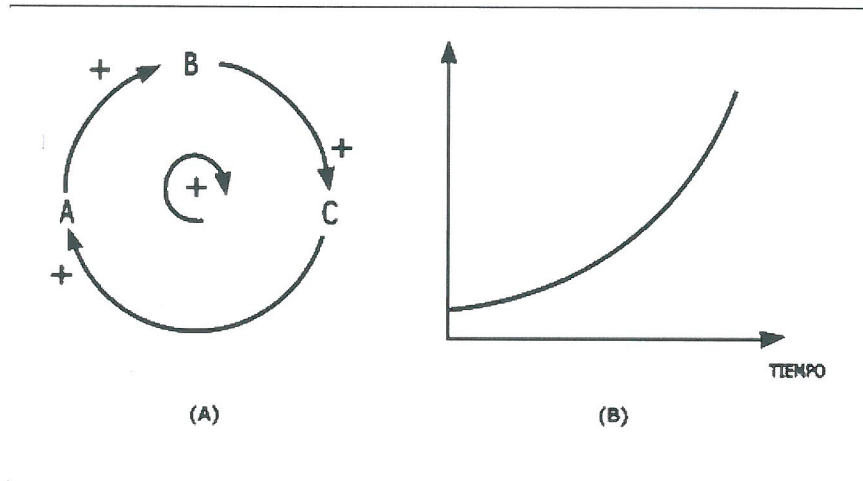


Figura 6- Estructura de realimentación positiva en (A) y comportamiento correspondiente en (B)

Debe quedar bien claro que el comportamiento asociado a estos bucles, sea el comportamiento autorregulador del bucle de realimentación negativa o el comportamiento explosivo del positivo, son modos de comportamiento que cabe imputar a la estructura del sistema, y no a las partes que lo forman. Decimos que los bucles de realimentación son elementos básicos para la generación endógena (desde dentro del propio sistema) del comportamiento (Javier Aracil).

### 2.1.3-Retrasos

Hemos visto como la información sobre las relaciones de influencia podía enriquecerse con la adición de un signo. En algunos casos interesa, además, distinguir entre influencias que se producen de forma más o menos instantánea e influencias que tardan un cierto tiempo en manifestarse. En este último caso, se tienen influencias a las que se asocian retrasos. En el diagrama de influencias, si A influye sobre B, y esta influencia tarda un cierto tiempo en manifestarse, entonces se añaden dos trazos sobre la flecha correspondiente.

Los retrasos pueden tener una enorme influencia en el comportamiento de un sistema. En los bucles de realimentación positiva determinan que el crecimiento no se produzca de forma tan rápida como cabría esperar. En los de realimentación negativa su efecto es más patente. Su presencia puede determinar que ante la lentitud de los resultados se tomen decisiones drásticas que conduzcan a una oscilación del sistema (Javier Aracil).

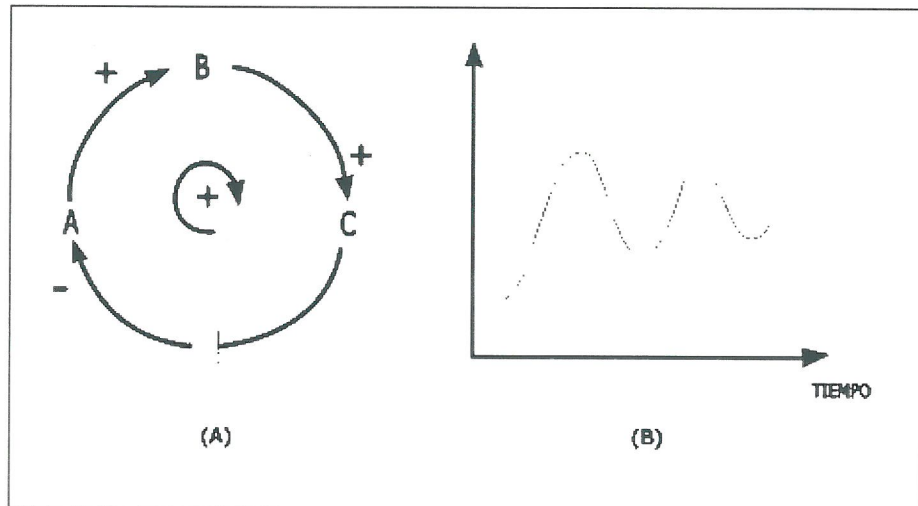


Figura 7- Bucle de realimentación negativa con un retraso y comportamiento correspondiente.

2.1.4-Sistemas complejos y estructuras genéricas

Lo habitual es que nos encontremos con sistemas complejos en los que coexistan múltiples bucles de realimentación, tanto positivos como negativos. El comportamiento resultante dependerá de cuáles de los bucles sean dominantes en cada momento.

En la siguiente Figura, se muestra una estructura en la que coexisten un bucle de realimentación positiva con uno negativo. Existen muchos procesos en la realidad a los que es aplicable este diagrama. Se trata de procesos en los que inicialmente se produce un crecimiento; es decir, al principio el bucle de realimentación positiva es el dominante. Sin embargo, sabemos que todo proceso de crecimiento tarde o temprano debe cesar. No hay un crecimiento indefinido. Este efecto limitador del crecimiento se incorpora mediante un bucle de realimentación negativa, como el que se muestra a la derecha de la Figura.

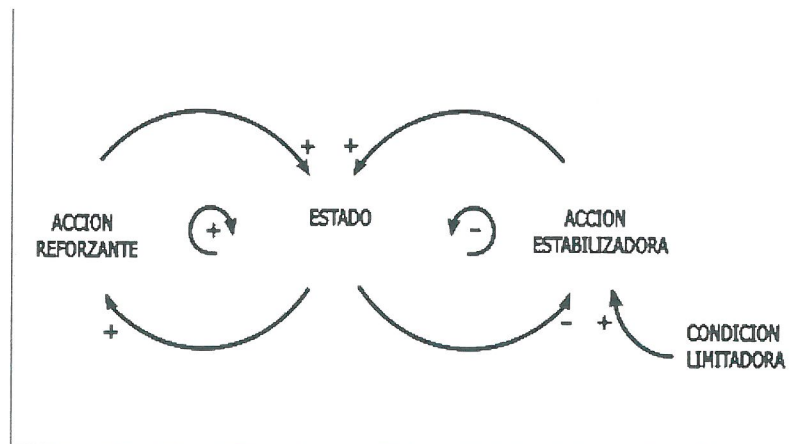


Figura 8- Estructura formada por dos bucles de realimentación, uno positivo y otro negativo.



Cuando el estado ha alcanzado un considerable nivel de crecimiento, como consecuencia de que el bucle de realimentación positiva es dominante, se invierte la dominancia de los bucles, de modo que el nuevo bucle dominante es el negativo y se produce la limitación del crecimiento.

El número de procesos a los que se puede aplicar esta estructura de dos bucles es muy amplio y comprende desde la introducción de un nuevo producto en un mercado (con una fase inicial de implantación y gran crecimiento, y una fase final de saturación) hasta la introducción de una nueva población en un hábitat en el que inicialmente estaba ausente.

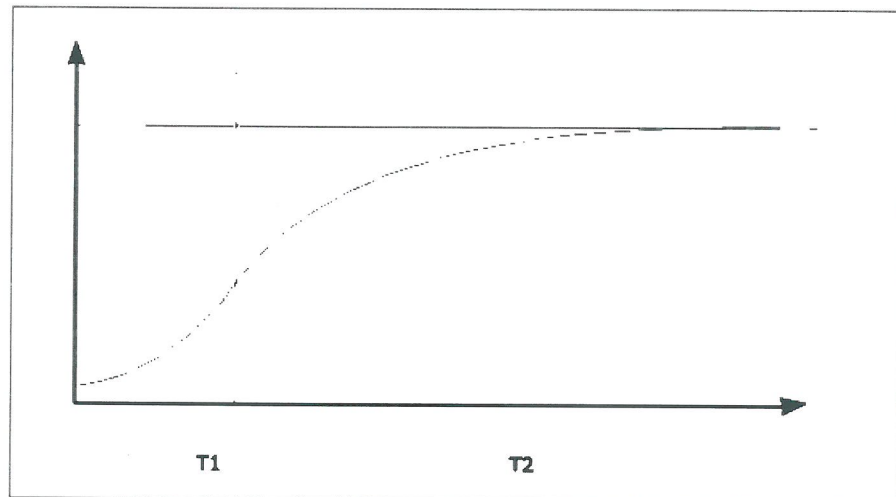


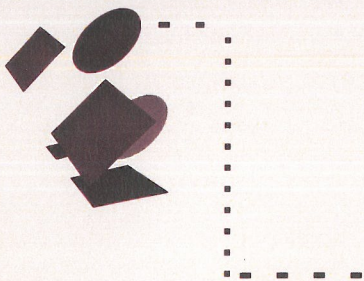
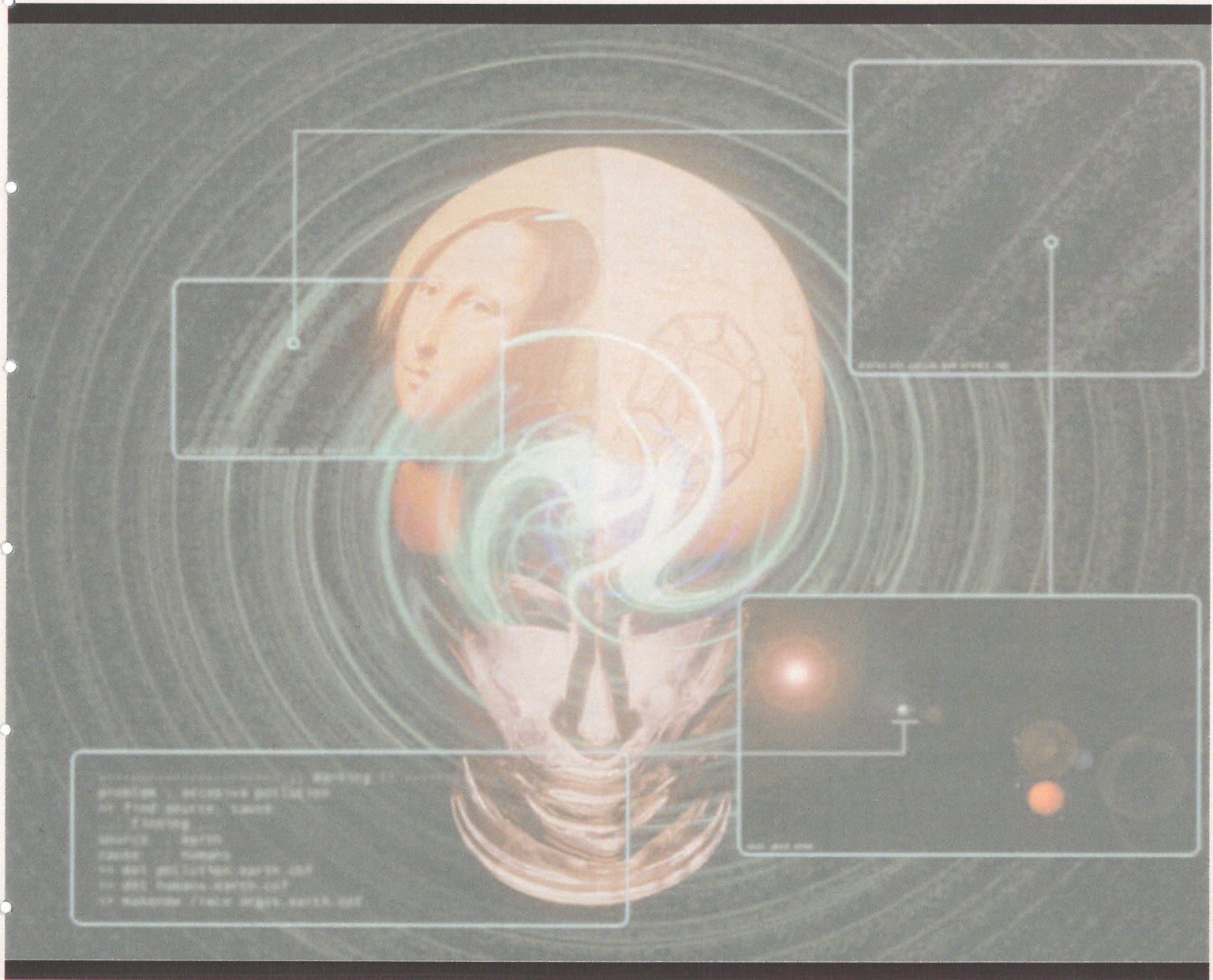
Figura 9- Comportamiento sigmoide de un proceso con dos bucles de realimentación, uno positivo y otro negativo.

La estructura que se ha representado en la Figura constituye un ejemplo de lo que se conoce como arquetipos sistémicos o estructuras genéricas. Se trata de situaciones típicas que aparecen en problemas muy variados, pero que admiten la misma descripción básica desde un punto de vista sistémico (Javier Aracil).



# ●Capítulo III

## De la estructura al comportamiento





### 3- De la estructura al comportamiento

#### 3.1-Introducción

En el capítulo anterior se ha presentado un lenguaje sistémico que aporta los elementos básicos para una descripción esquemática de un sistema. De acuerdo con esta descripción, un sistema se reduce a una serie de elementos entre los que se producen influencias. La descripción se traduce en un gráfico.

En este Capítulo vamos a presentar instrumentos adicionales que nos van a permitir reelaborar los diagramas de influencias para convertirlos en unos objetos matemáticos más ricos, que reciben la denominación de sistemas dinámicos, y que programados en una computadora permitirán generar las trayectorias que representan el comportamiento de los sistemas.

#### 3.2-Génesis del comportamiento en un diagrama de influencias

La estructura de un sistema, tal como se ha presentado, puede aparentar tener un carácter esencialmente estático aunque, sin embargo, hemos visto cómo permitía conjeturar el comportamiento del sistema ante perturbaciones exteriores.

Vamos a dedicar esta sección a la observación de que entre los distintos elementos que aparecen en los nodos de un diagrama de influencias, algunos representan variaciones con respecto al tiempo de otras magnitudes consideradas en ese mismo diagrama (Javier Aracil).

En el diagrama de la *Figura 1* la variable flujo de agua representa la variación con respecto al tiempo del nivel alcanzado por el fluido en el vaso. Recordando esa figura se tiene:

FLUJO → NIVEL

Esta influencia es un caso particular de otra más general que podemos expresar de la forma:

$$\frac{dX}{dt} \rightarrow X \quad (3.1)$$

En la que  $dX/dt$  denota la variación con respecto al tiempo de la magnitud  $X$ . Esta expresión representa una relación trivial: la variación con respecto al tiempo de  $X$  influye en el crecimiento de la propia variable  $X$ . Sin embargo, lo que interesa por el momento resaltar es que la existencia, en el diagrama de influencias, de variables que representan la variación con respecto al tiempo de otras, comporta que estas últimas varíen a lo largo del tiempo. En este sencillo hecho se basa el que podamos decir que en la estructura está implícito el comportamiento del sistema.

Conviene también observar que siempre que tengamos una variable del tipo  $dX/dt$ , que representa la variación de una magnitud  $X$  con respecto al tiempo, se tendrá una relación de influencia como la de la expresión (3.1). La variable  $X$  resulta



de la acumulación del cambio implícito en la variable  $dX/dt$ . Por tanto, siempre que aparezca una variable como la  $dX/dt$  aparecerá una  $X$ , y entre ambas se establecerá una relación como la (3.1). La variable  $X$  se denomina *variable de nivel* y la variable  $dX/dt$  *variable de flujo*. Las anteriores consideraciones nos llevan a postular una clasificación de las distintas variables que aparecen en un diagrama de influencias en tres grupos: *variables de nivel o estado*, *variables de flujo* y *variables auxiliares*. Las variables de nivel son normalmente las variables más importantes y representan esas magnitudes cuya evolución es especialmente significativa. Asociada a cada variable de nivel se encuentran una o varias variables de flujo, que determinan su variación a lo largo del tiempo. Por último, las variables auxiliares son el resto de las variables que aparecen en el diagrama, y representan pasos intermedios para la determinación de las variables de flujo a partir de las variables de nivel. Si somos capaces de realizar esa clasificación vamos a poder dar un paso de significación considerable para llegar a una descripción del sistema más formalizada (Javier Aracil).

Un **ejemplo** nos permitirá ilustrar lo que estamos diciendo. Para ello vamos a considerar el proceso de difusión de una infección en una población inicialmente sana. Esta población sufre el efecto de una epidemia, de modo que, mediante una tasa de contagio, la enfermedad se va propagando hasta infectar a toda la población. La descripción del proceso, en lenguaje ordinario, se puede reducir a los cuatro enunciados siguientes:

- R1: cuanto más grande es la tasa de contagio, mayor es la población infectada;
- R2: a su vez, cuanto mayor es la población infectada más grande será la tasa de contagio (la infección se difundirá a mayor velocidad);
- R3: por otra parte, cuanto mayor es la población infectada menor será la población aún vulnerable; y,
- R4: cuanto mayor sea la población vulnerable a la epidemia, mayor será la tasa de contagio.

Estos enunciados se pueden convertir en relaciones de influencia entre las diferentes variables con las que se puede describir el proceso. Estas variables son: la población infectada **PI**, la tasa de contagio **TC** y la población vulnerable a la enfermedad **PV**. Entre estas variables, de acuerdo con los anteriores enunciados, se pueden establecer las relaciones de influencia:

$$R1 : TC \rightarrow + PI$$

$$R2 : PI \rightarrow + TC$$

$$R3 : PI \rightarrow - PV$$

$$R4 : PV \rightarrow + TC$$

El conjunto de estas relaciones conduce al diagrama integrado que se muestra en la Figura 10. En este diagrama se pone de manifiesto que el proceso posee una estructura con dos bucles de realimentación, uno positivo y otro negativo. En el Capítulo anterior hemos considerado estructuras de este tipo. Ahora, sin embargo, lo que interesa es resaltar cómo los enunciados básicos del proceso han conducido a un diagrama de influencias. Estos enunciados básicos, en un caso real de modelado, corresponderían al conocimiento disponible con relación al proceso que se trata de modelar, y normalmente será facilitado por los especialistas en ese tipo de procesos. En la literatura clásica de dinámica de sistemas es frecuente referirse a este conjunto de enunciados como al modelo mental de los correspondientes especialistas. El

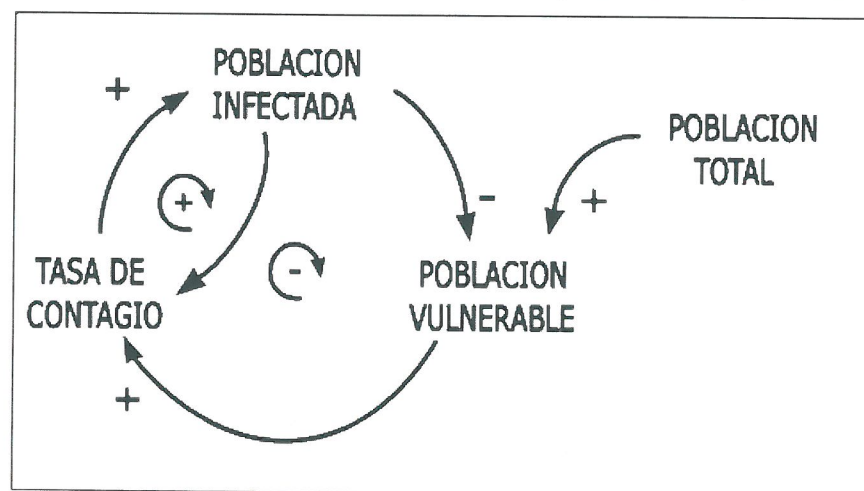


Figura 10- Diagrama de influencias del proceso de propagación de una epidemia.

diagrama de la Figura 10 constituye una descripción del proceso que se está estudiando en el lenguaje sistémico (Javier Aracil).

Interesa ahora clasificar los distintos elementos que aparecen en el diagrama de la Figura 10 en los tres tipos de variables propuestos: niveles, flujos y auxiliares. Para ello, en primer lugar, deben identificarse las variables de nivel del proceso en cuestión. En este caso es fácil ver que existe una única variable de nivel que corresponde a la población infectada **PI**. La tasa de contagio es una variable de flujo, ya que su significado es precisamente el de la variación de la población infectada con respecto al tiempo. Es decir la influencia

TASA DE CONTAGIO  $\rightarrow$  + POBLACION INFECTADA

es de la forma (3.1) y por tanto a la población infectada **PI** le corresponde el carácter de variable de nivel **X** y a la tasa de contagio **TC** el de flujo **dx/dt**. En la expresión (3.1) tenemos una relación de influencia en la que el consecuente viene medido en unas ciertas unidades y el antecedente en esas mismas unidades partidas por tiempo.



A las variables de nivel y de flujo se asocian unos iconos (gráficos) como los que se indican en la Figura 11, en la que a una variable de nivel se asocia un rectángulo y a una de flujo un icono que recuerda una válvula, cuya apertura se regula precisamente mediante el flujo que representa esta variable.

Las variables auxiliares se representan mediante círculos. El diagrama que se obtiene a partir de un diagrama de influencias, clasificando sus nodos en variables de nivel, flujo o auxiliares y asociando a esos nodos los iconos correspondientes recibe la denominación de diagrama de Forrester o diagrama de flujos-niveles.

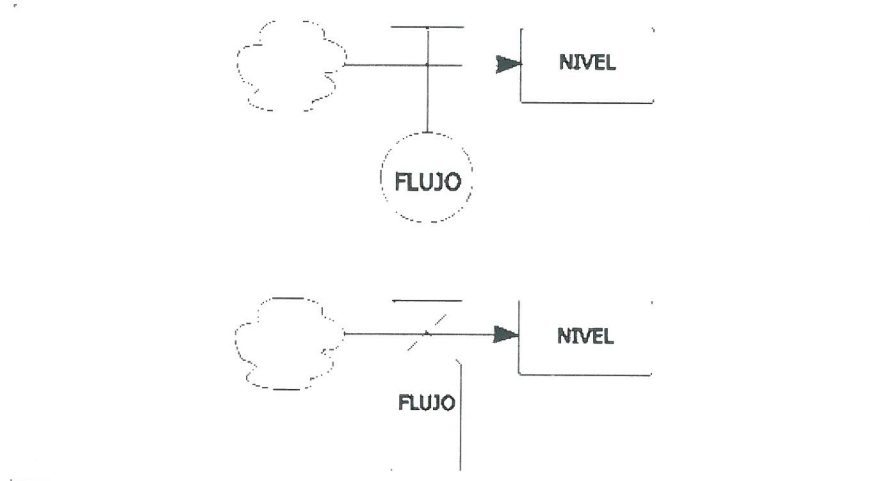


Figura 11 – Representación gráfica de las variables de nivel y de flujo en el diagrama de Forrester.

En la Figura 12 se tiene el diagrama de Forrester del proceso de difusión de una enfermedad. Este diagrama se ha obtenido particularizando los elementos que aparecen en el de la Figura 10, convirtiendo cada uno de ellos en una variable de estado, de flujo o auxiliar.

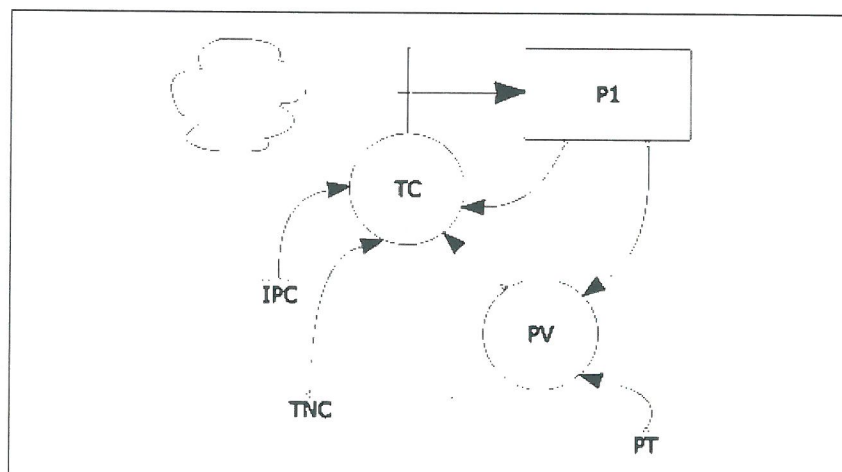


Figura 12 – Diagrama de Forrester del proceso de la propagación de una epidemia.

Se indican mediante los símbolos **IPC**, **TNC** y **PT** las constantes que representan a las infecciones por contagio, la tasa normal de contagio y la población total, respectivamente.

Veamos cómo al diagrama de Forrester se asocian, a su vez, las ecuaciones funcionales del modelo. En primer lugar, consideremos la relación entre la tasa de contagio **TC** y la población infectada **PI**. La evolución de esta población viene dada por la expresión

$$PI(T + ^t) = PI(t) + ^t * TC \quad (3.2)$$

que indica que la población infectada **PI** en el instante de tiempo  $t + ^t$  se obtiene sumando a la población infectada que existía en el tiempo  $t$  los contagios que se han producido en el período de tiempo entre  $t$  y  $t + ^t$ . La ecuación anterior recibe la denominación de *ecuación de nivel o de estado*, e indica cómo evoluciona la variable de estado **PI** en función del flujo **TC** que determina su variación. Esta ecuación se puede escribir también, empleando notación diferencial, de forma alternativa:

$$\frac{dPI}{dt} = TC(t) \quad (3.3)$$

La tasa de contagio **TC** se determina con ayuda de la expresión:

$$TC(t) = IPC * TNC * PI(t) * PV(t) \quad (3.4)$$

que establece que esa tasa de contagio se obtiene multiplicando las infecciones por contagio **IPC**, la tasa normal de contagio **TNC**, la población infectada **PI** y la población vulnerable **PV**. Esta ecuación es una muestra de lo que se conoce como una *ecuación de flujo*. Las ecuaciones de este tipo permiten determinar una variable de flujo a partir de determinados parámetros del modelo (en este caso **IPC** y **TNC**), de variables auxiliares (como **PV**) y/o de variables de estado (como **PI**). Los parámetros **IPC** y **TNC** toman valores constantes para cada simulación del modelo.

En el modelo aparece también la variable auxiliar población vulnerable **PV**, que viene dada por:

$$PV = PT - PI \quad (3.5)$$

es decir, como diferencia entre la población vulnerable **PV** y la población infectada **PI**. En la Tabla 1 se reúne el conjunto de las expresiones (3.2), (3.4) y (3.5) que constituyen una descripción matemática del proceso de difusión de una enfermedad. Cada ecuación se asocia a la relación **Ri** de la descripción verbal del proceso.



R 1	$PI(t + \Delta t) = PI(t) + \Delta t * TC$
R2 y R4	$TC = IPC * TNC * PI * PV$
R3	$PV = PT - PI$

TABLA 1 - RELACIONES QUE FORMAN LA DESCRIPCIÓN  
VERBAL Y ECUACIONES DEL MODELO -

Conviene observar que en el modelo, además de la variable de estado **PI**, el flujo **TC** y la variable auxiliar **PT**, también han aparecido unos parámetros **IPC** y **TNC** y una variable exógena **PV**. A los parámetros hay que darles un valor numérico para que el modelo se refiera a una situación concreta. Ello se hace habitualmente de una de las dos formas siguientes:

1. Bien se atiende al significado concreto de esos parámetros, y se dispone de información numérica suficiente para conocer sus valores. En este caso, se requeriría el conocimiento del número de infecciones por contagio, que nos daría el parámetro **IPC**, y de la tasa normal de contagio **TNC**.

2. O bien, en los casos en los que no se disponga de información sobre los valores de los parámetros, pero sin embargo se disponga de datos con relación a la evolución de las magnitudes significativas del sistema en un período de tiempo determinado, se puede emplear técnicas de ajuste de los parámetros. Estas técnicas consisten, esencialmente, en determinar los valores numéricos de los parámetros que minimizan algún índice que mida la discrepancia entre los datos históricos de evolución del proceso y los generados por el sistema dinámico (Javier Aracil).

Resulta interesante observar que hasta la escritura de las expresiones del diagrama de Forrester, la única información que se ha considerado es de naturaleza cualitativa. La información cuantitativa se emplea posteriormente para asignar valores numéricos a los parámetros que intervienen en esas expresiones (Javier Aracil).

El ejemplo que acabamos de ver muestra los elementos básicos en la descripción de un sistema. Sin embargo, en este ejemplo falta un elemento muy importante: *la función tabla*. Esta función permite representar dependencias no lineales entre variables. Por ejemplo, supongamos que la variable auxiliar **B** es función de **A**, mediante una expresión de la forma  $B = f(A)$ . Supongamos que la función  $f$  tiene la forma que se indica en la Figura 13. Es habitual que esta función se de mediante una tabla de valores correspondientes a determinados valores de **A**. A ello obedece la denominación de función tabla. En un diagrama de Forrester se representa mediante un círculo, tal como se indica en la Figura 13. Desde un punto de vista matemático es importante observar que mediante las funciones tablas se describen las no-

linealidades del sistema que vienen dadas por puntos. Además, pueden tenerse no linealidades mediante expresiones analíticas.

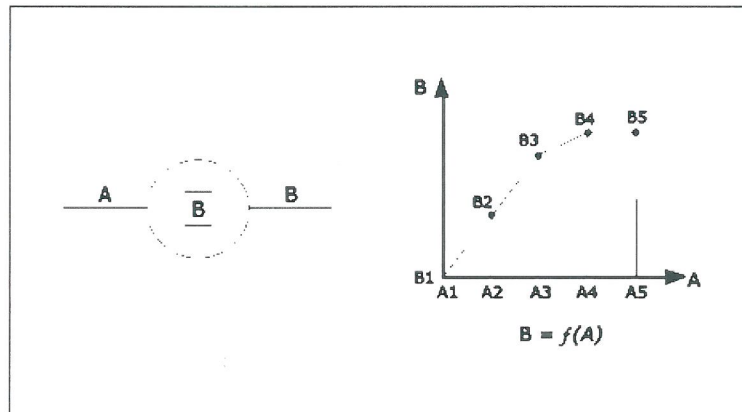


Figura 13 – Representación gráfica de las funciones tabla en el diagrama de Forrester

Con ello ya hemos completado el conjunto de símbolos que se emplea en un diagrama Forrester, y que se reúnen en la Figura 14. El lector con formación matemática habrá entendido que si llevamos las expresiones (3.4) y (3.5) a (3.3), hacemos  $x = PI$ ,  $v = PT$  y englobamos en  $p$  el producto de los parámetros  $IPC * TNC$  del modelo, podemos escribir:

$$\frac{dx}{dt} = px (v - x) \tag{3.6}$$

Esta expresión es del tipo:

$$\frac{dx}{dt} = f(x, p) \tag{3.7}$$

que representa lo que los matemáticos conocen como un sistema dinámico.

Con ello se pone de manifiesto que un modelo de dinámica de sistemas es un sistema dinámico (Javier Aracil).

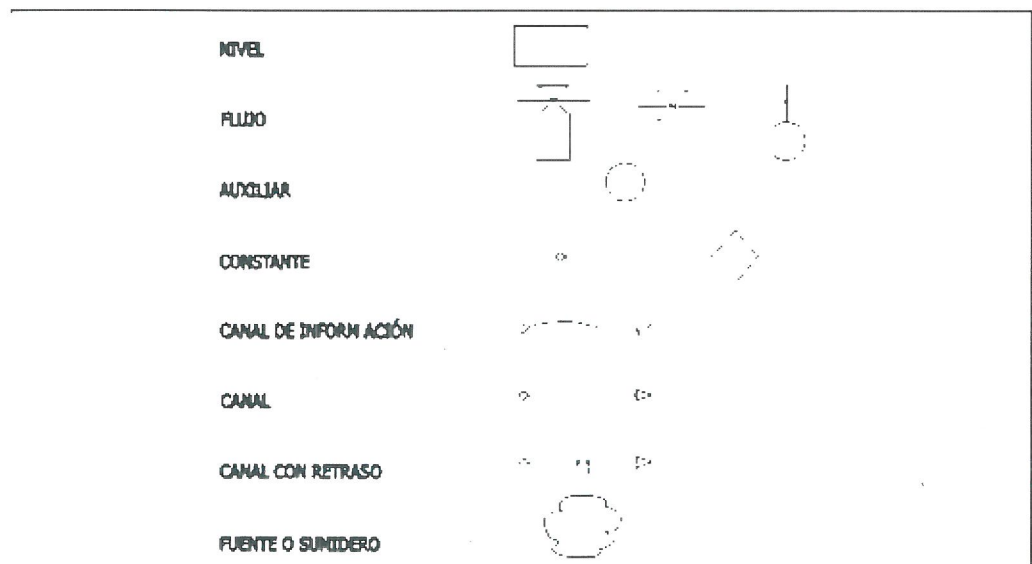




Figura 14 – Símbolos empleados en los diagramas Forrester

Con lo visto hasta aquí hemos completado el proceso mediante el cual a partir de un diagrama de influencias, que representa la descripción más elemental que podemos hacer de un sistema, hemos sido capaces de obtener el diagrama de Forrester, especializando los distintos elementos que aparecen en aquel, a partir del cual tenemos un objeto matemático muy elaborado, que es un sistema dinámico, el cual puede ser programado en una computadora. Para ello se recurre a lenguajes o entornos informáticos de simulación adecuados. Aunque la programación de un modelo como el que se tiene en la Tabla 1 puede hacerse en cualquier lenguaje de alto nivel, resulta más cómodo emplear los que se han desarrollado al efecto. El más clásico empleado en dinámica de sistemas es el DYNAMO (Javier Aracil). Con ayuda de este lenguaje, el modelo que estamos viendo se programaría como sigue:

```

* * Difusión de una epidemia * *
l   pi.k = pi.j+dt * tc.jk
n   pi = 10
r   tc.kl = ipc * tcn * pi.k * pv.k
c   ipc = 0.15
c   tcn = 0.025
a   pv.k = pt - pi.k
c   pt = 100
save    pi, pv, tc
spec    dt = 0.25/length = 40/savper = 1

```

Si se comparan las líneas de este programa con las de la Tabla 1 se verá que resultan muy fáciles de entender. En cada línea, a la izquierda, aparece una letra que representa el tipo de la ecuación: **l** si se trata de una ecuación de nivel; **r** si lo es de flujo; **a** si es una auxiliar; **c** para indicar una constante; y **n** para las condiciones iniciales de una variable de nivel. Para indicar los instantes de tiempo se emplean las letras **i**, **j** y **k**, después de un punto, tras la correspondiente variable. Por ejemplo, **pi.k** representa el valor de **pi** en el tiempo **k**. El empleo de dos letras representa el incremento de la variable entre los instantes de tiempo correspondiente. Así **tc.kl** es el valor de la tasa de crecimiento **tc** en el intervalo de tiempo entre **k** y **l**. Las dos últimas líneas del programa se refieren a especificaciones como el tiempo de integración, qué variables se quieren almacenar y similares. Con estas indicaciones es fácil leer el programa del modelo.

En la actualidad se dispone de entornos de simulación muy flexibles que permiten construir un modelo de forma gráfica, en la pantalla del ordenador, empleando iconos, de modo que, combinando éstos, se llega al diagrama de Forrester de forma directa. Estos entornos, una vez se ha construido este diagrama en la pantalla, generan automáticamente las ecuaciones. En la Figura 15 se muestra el tratamiento del modelo que estamos considerando en el entorno PowerSim. Una vez programado el computador se generan las trayectorias del sistema, que muestran la evolución de las variables correspondientes, especialmente de los niveles (Figura 16). Por lo que respecta a nuestro modelo, se observa que la población infectada **PI** muestra un crecimiento sigmoideal. En el capítulo anterior vimos cómo un sistema cuya estructura presentase dos bucles de realimentación, uno positivo y otro negativo, mostraba un comportamiento de crecimiento sigmoideal. En la fase inicial del proceso,

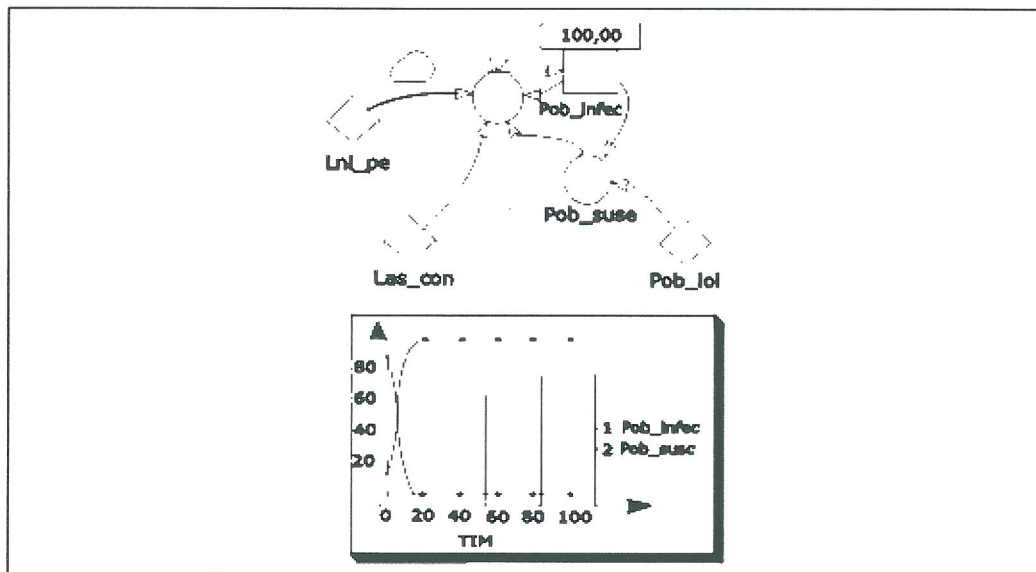


Figura 15 – Salida del Powersim

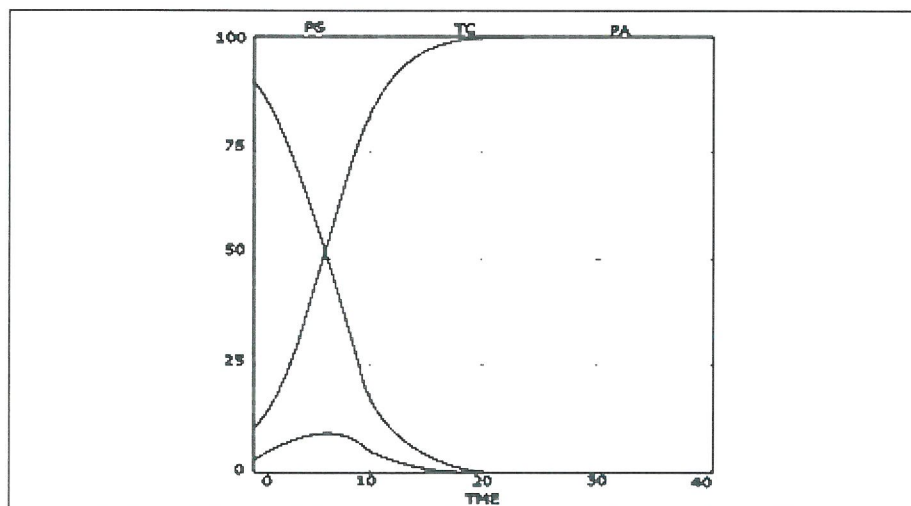


Figura 16 – Trayectoria del modelo de la programación de una epidemia



cuando las personas que han padecido la enfermedad son pocas, se produce un proceso de crecimiento exponencial de difusión de la enfermedad. El bucle de realimentación positiva domina sobre el negativo. Más adelante, en la medida en la que la población total va disminuyendo, se invierte la dominación de bucles. Entonces es el negativo el que empieza a dominar, limitando el crecimiento por el efecto que representa el agotamiento de la población vulnerable. El caso particular que acabamos de ver, de difusión de una enfermedad, es representativo de una amplia clase de procesos: todos aquellos que muestran un crecimiento sigmoïdal.

El ejemplo que acabamos de ver constituye una muestra sencilla de las posibilidades que posee el lenguaje que se presenta.

Conviene resaltar, como resumen de todo lo anterior, la capacidad de establecer un nexo entre la estructura de un sistema (su diagrama de influencias) y su comportamiento (las trayectorias que describen las magnitudes asociadas a él) a la que se alude en el título de este Capítulo. A ello es a lo que nos referimos cuando decimos que mediante la dinámica de sistemas estamos tratando de relacionar estructura y comportamiento; de modo que en una descripción como la Tabla 1 están implícitas las dos caras de una misma moneda (Javier Aracil).

### 3.3-Dinámica de sistemas

Aunque la denominación dinámica de sistemas, en un sentido amplio, se refiere al comportamiento dinámico que pueden presentar los sistemas, en sentido restringido se emplea para denominar una metodología concreta, desarrollada por Jay W. Forrester, que utiliza el lenguaje que acabamos de presentar para el modelado y la simulación de determinados problemas complejos.

Forrester es un ingeniero que inició su carrera profesional trabajando en servomecanismos y en diseño de computadores. Su éxito en estos campos fue notorio y, entre otras cosas, inventó las memorias de computadores con núcleo de ferrita. De sus trabajos con los servomecanismos aprendió que un sistema dotado de realimentación, en el que se producen retrasos en la transmisión de información, presenta oscilaciones atenuadas en torno a la meta perseguida.

Mediados los años 50 se le planteó el problema que presentaba una gran empresa electrónica que, teniendo un mercado muy estable, sin embargo presentaba importantes oscilaciones en la producción. Forrester intuyó que el problema era análogo al que presentaban los servomecanismos y que en ambos casos las oscilaciones eran producidas por estructuras de realimentación negativa con retrasos

en la transmisión de información. Para concretar esta intuición desarrolló la dinámica de sistemas, a la que inicialmente denominó dinámica industrial.

Forrester tomó como elemento básico de su análisis la estructura de realimentación negativa (Figura 17). Esta estructura la interpretó con ayuda del lenguaje que hemos presentado en la Sección anterior (en realidad, creó el lenguaje para representar ese problema) de modo que el diagrama de la Figura 17 lo reinterpretó teniendo en cuenta el de la Figura 18. De acuerdo con este diagrama, es en los puntos en que se toman las decisiones donde se generan las variaciones que se producen en el sistema. En estos puntos se recoge la información respecto al estado del sistema, se procesa, y se toman las decisiones. Son análogos a aquellos en los que se determinan las variables de flujo (Javier Aracil).

La estructura básica correspondiente es la de realimentación, ya que las decisiones se toman a partir de la información sobre los resultados de las acciones previamente adoptadas. Como estas acciones son a su vez el resultado de decisiones anteriores se tiene así una cadena circular sin fin como la que se muestra en la Figura 17.

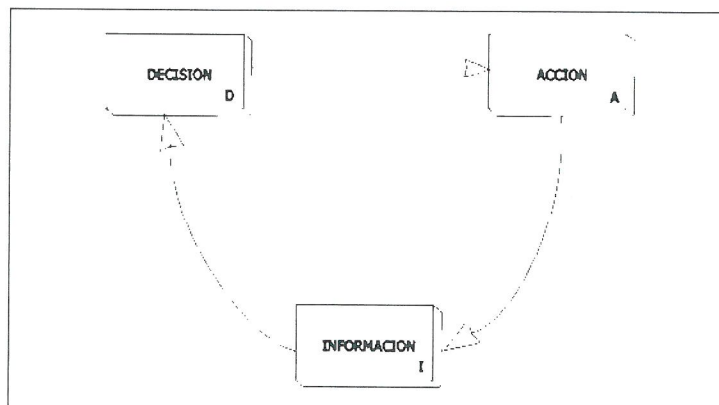


Figura 17 – Estructura de realimentación negativa en el proceso básico de toma de decisión

En realidad, en una empresa, en una organización o en cualquier situación real compleja, las estructuras no son tan simples como las de las Figuras 17 y 18, sino que presentan una estructura más complicada del tipo de la que se muestra en la Figura 19, en la que coexisten múltiples bucles de realimentación. En un sistema complejo las decisiones se toman en múltiples puntos. Estas decisiones provocan acciones que, a su vez, modifican los valores de las variables del sistema, generando nueva información que sirve de base para ulteriores tomas de decisiones. De este modo se tiene una estructura con múltiples bucles de realimentación, que tomados en su conjunto, describen un sistema complejo. Ello es lo que se ha querido representar en



la Figura 19 en la que los recuadros con una **D** indican las decisiones que se toman a partir de la información que se tiene de los resultados de acciones **A** que resultan, a su vez, de esas decisiones.

De lo anterior se desprende que los bucles de realimentación constituyen las estructuras básicas que controlan los cambios que se producen en los sistemas. Aportan la estructura organizativa en torno a la cual se genera la dinámica del sistema. Su importancia no debe ser subestimada. Existe una cierta tendencia a considerar el proceso de toma de decisiones de acuerdo con el esquema simplificado que se muestra en la Figura 20, en la que se representa cómo a partir de la información acerca de un cierto problema se decide la acción a tomar y se obtienen los correspondientes resultados. Se trata de lo que se conoce también como cadena unidireccional de influencias. En realidad, la representación adecuada de este proceso

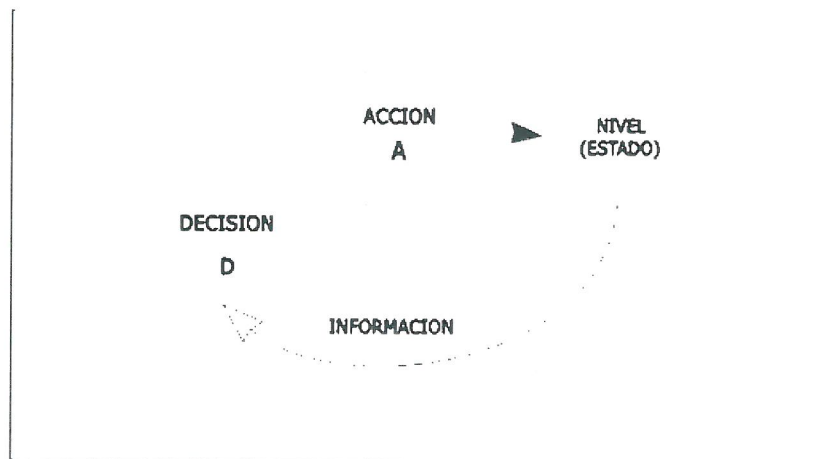


Figura 18 – Interpretación mediante flujos y niveles del proceso básico de toma de decisiones

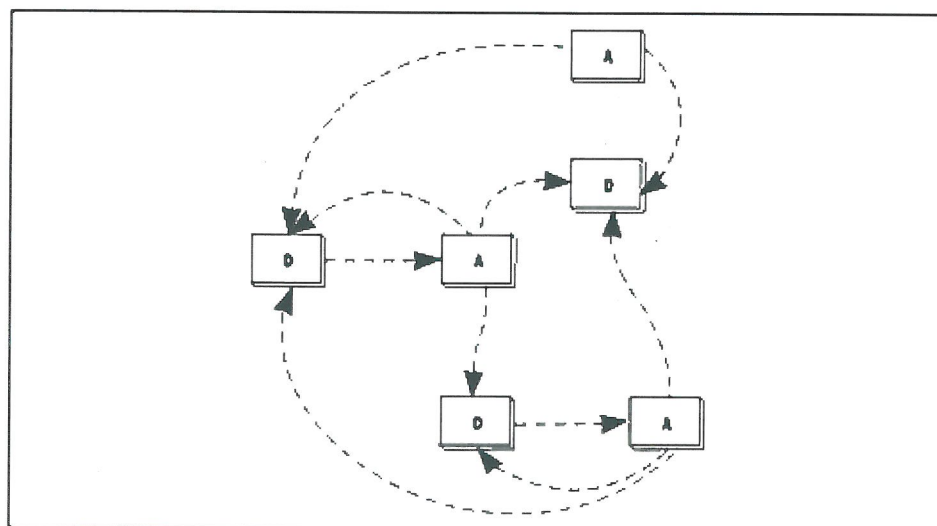


Figura 19 – Estructura con múltiples bucles en un proceso complejo

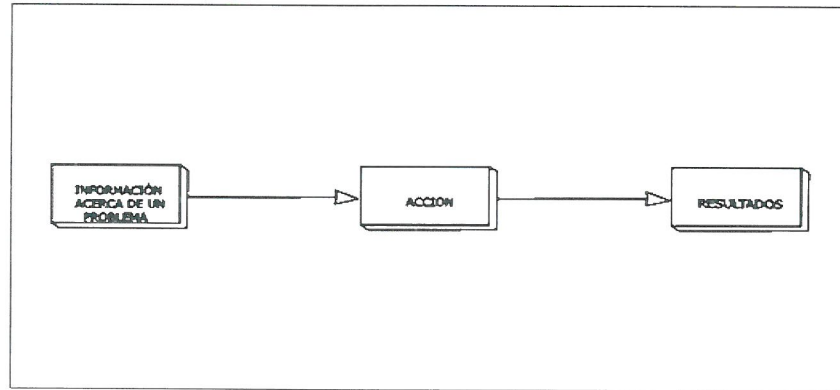


Figura 20 – Percepción lineal del proceso de toma de decisiones viene dada por la Figura 21 en la que se muestra una estructura de realimentación que corresponde a una descripción más correcta del proceso. Se tiene una estructura de realimentación, y no una relación unidireccional de influencias. La consideración de la Figura 21, en vez de la 20, tiene importantes consecuencias ya que, como hemos visto, la estructura de realimentación comporta la generación autónoma de comportamiento, por lo que se requieren instrumentos de análisis adecuados. Ello es lo que pretende aportar la dinámica de sistemas (Javier Aracil, Dinámica de Sistemas).

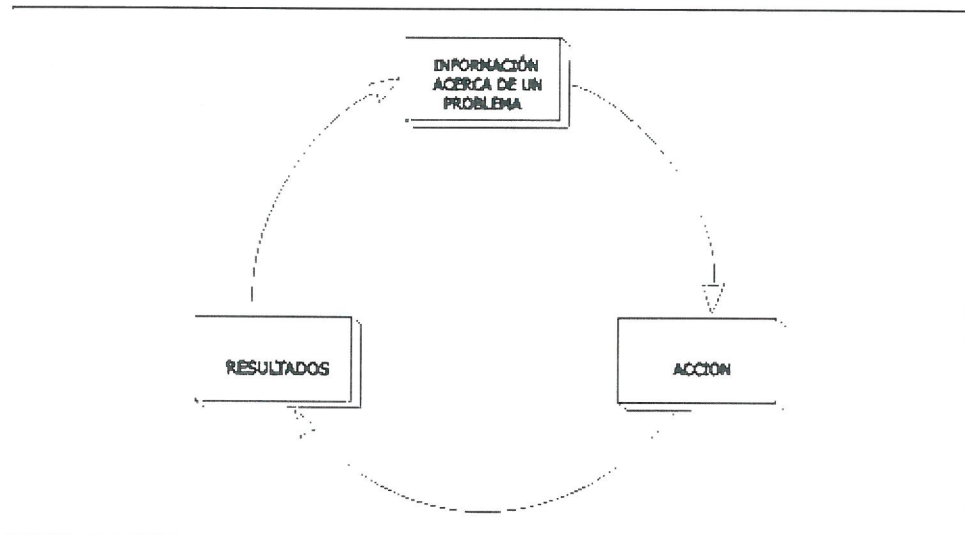
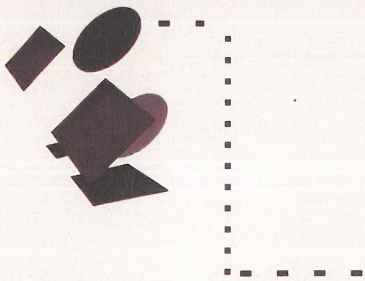
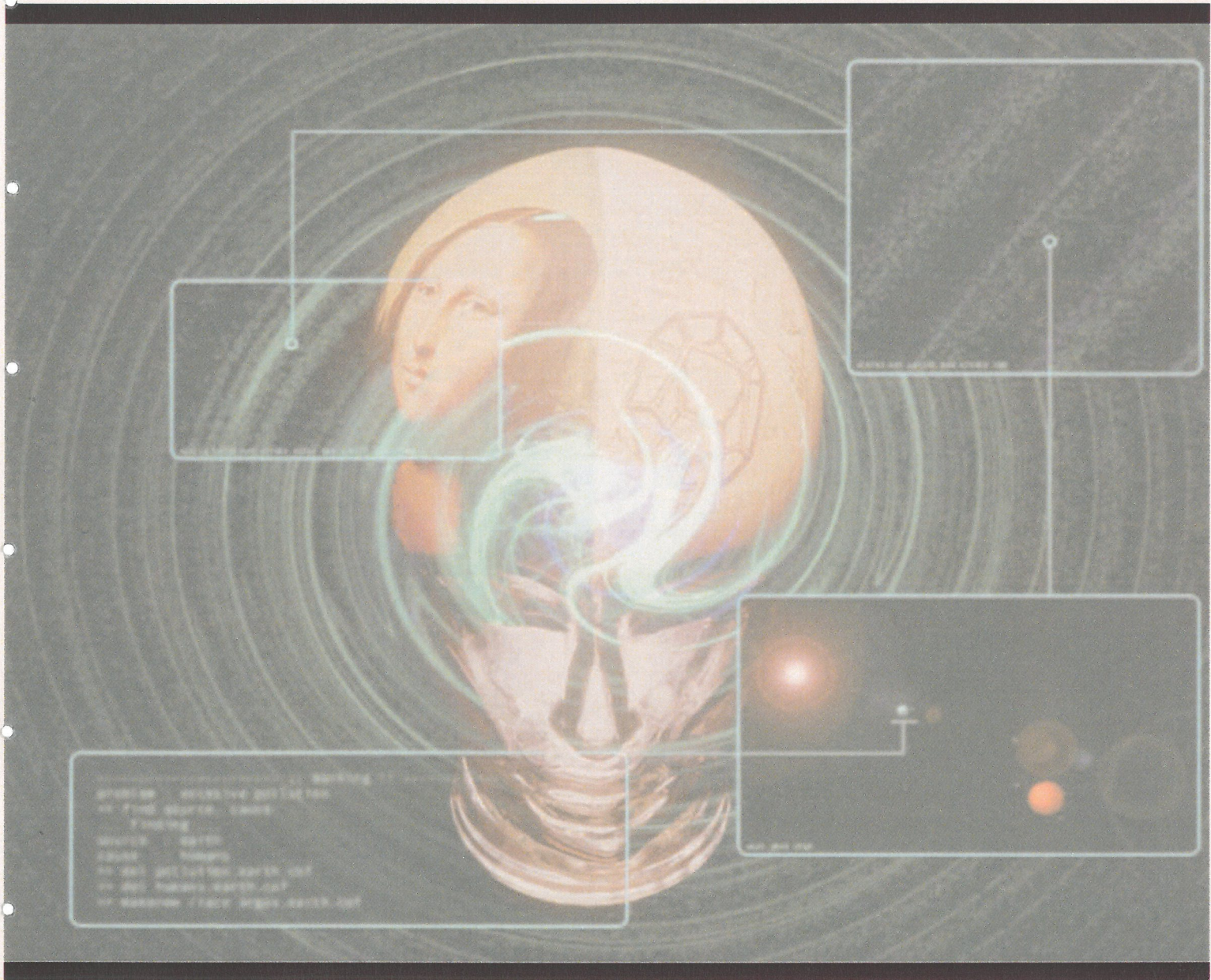


Figura 21 – Estructura de realimentación del proceso de toma de decisiones



# ●Capítulo IV

## Construcción, análisis y explotación de modelos





#### 4- Construcción, análisis y explotación de modelos

##### 4.1. Modelos de sistemas

Con el material que se ha presentado en el Capítulo anterior se dispone de un lenguaje con el que realizar descripciones de sistemas que permiten, a la vez, dar cuenta de su estructura y de su comportamiento. A una descripción de un sistema mediante un lenguaje de esta naturaleza se la conoce como un modelo de ese sistema.

El término modelo está dotado de múltiples acepciones en el lenguaje ordinario. Aquí nos interesa aquella en la que se emplea como sinónimo de representación. Incluso en este caso se usa en doble sentido. Se dice que la persona a la que un pintor pinta (representa) es su modelo; y que una maqueta es el modelo a escala (lo que representa) de un edificio o un vehículo. A nosotros nos interesa este segundo uso, como representación de un cierto aspecto de la realidad. Así, decimos que un plano o un mapa es una representación bidimensional de la estructura geográfica de una cierta área.

Del mismo modo que al usuario de un plano lo que le interesan son exclusivamente las relaciones espaciales, al especialista en sistemas lo que le interesa de un sistema es cómo su estructura determina la evolución a lo largo del tiempo de las magnitudes que considera relevantes para describirlo. En este sentido, diremos que el conjunto de expresiones de la Tabla 1 del Capítulo anterior forman un modelo matemático del proceso de difusión de una enfermedad, ya que constituyen una representación de ese proceso. Estas ecuaciones podemos programarlas en un computador, en cuyo caso tenemos un modelo informático del proceso correspondiente. Con este modelo podemos experimentar con el comportamiento del sistema. Ante un determinado comportamiento problemático, el sistemista pretende determinar cómo éste emerge de la estructura (Figura 22) (Javier Aracil, *Dinámica de Sistemas*).



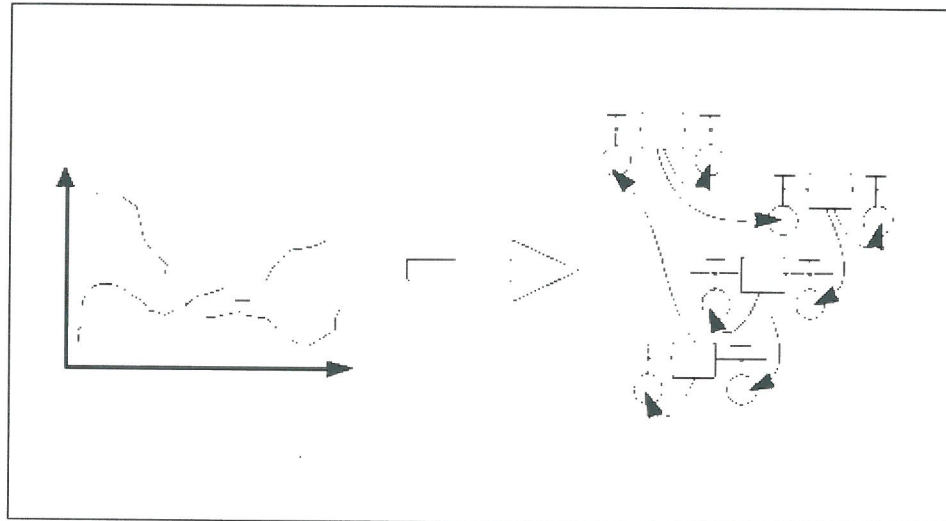


Figura 22 – En el estudio del comportamiento problemático de un sistema debemos ser capaces de asociarle una estructura que lo genere.

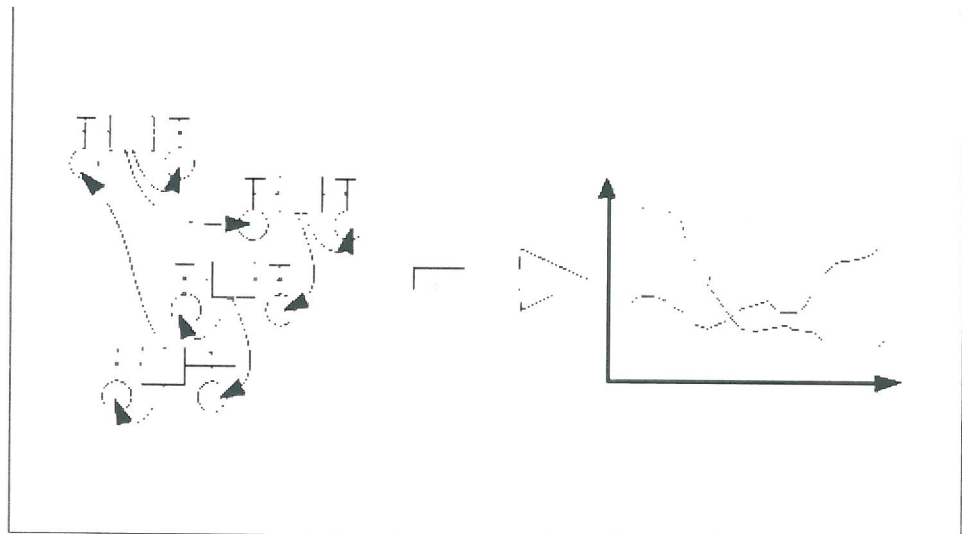


Figura 23 – Una vez construída la estructura podemos estudiar por simulación los comportamientos que genera.

#### 4.2. Proceso de modelado

El proceso de modelado consiste en el conjunto de operaciones mediante el cual, tras el oportuno estudio y análisis, se construye el modelo del aspecto de la realidad que nos resulta problemático. Este proceso, consiste, en esencia, en analizar toda la información de la que se dispone con relación al proceso, depurarla hasta reducirla a sus aspectos esenciales, y reelaborarla de modo que pueda ser transcrita al lenguaje sistémico que estamos viendo. En el proceso de modelado se pueden distinguir las fases siguientes (Javier Aracil, Dinámica de Sistemas):

- Definición del problema. En esta primera fase se trata de definir claramente el problema y de establecer si es adecuado para ser descrito con los útiles sistémicos que hemos desarrollado. Para ello el problema debe ser susceptible de ser analizado

en elementos componentes, los cuales llevan asociadas magnitudes cuya variación a lo largo del tiempo queremos estudiar. Entre estos elementos se producen relaciones de influencia análogas a las  $R_i$  que se han visto en la Sección 3.2 al considerar la descripción del proceso de difusión de una enfermedad.

- **Conceptualización del sistema.** Definición los distintos elementos que integran la descripción, así como las influencias que se producen entre ellos. El resultado de esta fase es el establecimiento del diagrama de influencias del sistema.

- **Formalización.** En esta fase se pretende convertir el diagrama de influencias, alcanzado en la anterior, en el de Forrester. A partir de este diagrama se pueden escribir las ecuaciones del modelo (algunos entornos informáticos permiten hacerlo directamente). Al final de la fase se dispone de un modelo del sistema programado en un computador.

- **Comportamiento del modelo.** Esta cuarta fase consiste en la simulación informática del modelo para determinar las trayectorias que genera.

- **Evaluación del modelo.** En esta fase se somete el modelo a una serie de ensayos y análisis para evaluar su validez y calidad. Estos análisis son muy variados y comprenden desde la comprobación de la consistencia lógica de las hipótesis que incorpora hasta el estudio del ajuste entre las trayectorias generadas por el modelo y las registradas en la realidad. Así mismo, se incluyen análisis de sensibilidad que permiten determinar la sensibilidad del modelo, y por tanto, de las conclusiones que se extraigan de él, con relación a los valores numéricos de los parámetros que incorpora o las hipótesis estructurales.

- **Explotación del modelo.** En esta última fase el modelo se emplea para analizar políticas alternativas que pueden aplicarse al sistema que se está estudiando. Estas políticas alternativas se definen normalmente mediante escenarios que representan las situaciones a las que debe enfrentarse el usuario del modelo (Javier Aracil, Dinámica de Sistemas).

El conjunto de estas fases se representa en la Figura 24. En esta Figura además de la secuencia de los bloques que representan las fases, de arriba a abajo, se muestran flechas que indican vueltas hacia atrás del proceso de modelado. Se quiere con ello indicar que el proceso de modelado no consiste en recorrer secuencialmente, y por orden correlativo, estas fases sino que, con frecuencia, al completar alguna de ellas, debemos volver hacia atrás, a una fase anterior, para reconsiderar algunos supuestos que hasta entonces habíamos considerado válidos.



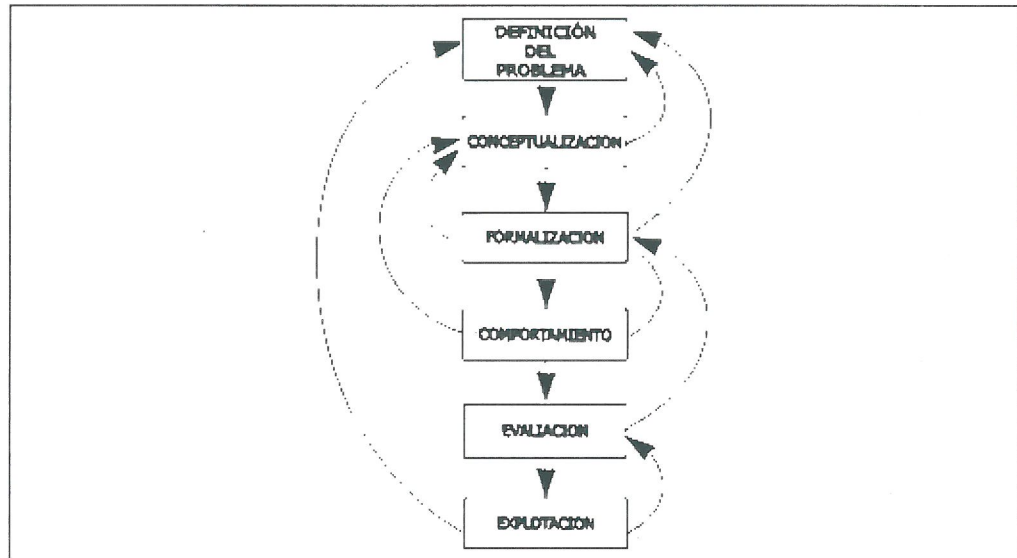


Figura 24 – Fases en la construcción de un modelo.

El proceso de modelado es un proceso iterativo mediante el cual se combinan los distintos elementos conceptuales y operativos que suministra la dinámica de sistemas, para alcanzar como resultado final un modelo aceptable del proceso que estamos estudiando. Por una parte, se tienen registros numéricos de las trayectorias seguidas en el pasado por las magnitudes correspondientes. Por otra, se dispone de una información, de naturaleza muy variada, con relación a cómo se producen las interacciones en el seno del sistema. Según la importancia relativa que se dé a estos dos tipos de información, se tienen diferentes métodos de modelado (Javier Aracil, Dinámica de Sistemas).

En los métodos basados en la estadística, se considera que la única información relevante es la del primer tipo y, por tanto, en estos métodos de modelado se trata de realizar un ajuste numérico de los modelos a esos datos.

Por otra parte, en métodos como la dinámica de sistemas se asume que la información relevante es la del segundo tipo. Es decir, información con respecto a cómo se producen las interacciones en el seno del sistema, aunque sea en principio cualitativa. Esta información, mediante el proceso de conceptualización, conduce al diagrama de influencias. Este diagrama se reelabora para construir el de Forrester. Sólo entonces, de acuerdo con este método, como hemos visto al final de la Sección 3.2, empieza a tener interés la consideración de la información numérica (Javier Aracil, Dinámica de Sistemas).

Los distintos grados de información que tenemos con relación a la realidad y los diferentes problemas con que nos encontramos, la información más amplia de la que se suele disponer es la que suministran los modelos mentales de esas situaciones. Estos modelos sintetizan, de forma más o menos intuitiva, la experiencia

que tenemos con respecto a esas situaciones y se encuentran evaluados por los resultados que hemos alcanzado previamente al emplearlos como base de nuestras decisiones. Por otra parte, la información escrita de la que se suele disponer es considerablemente menor. Por último, la información cuantitativa es relativamente escasa. Sin embargo, debemos tomar decisiones, especialmente con relación a problemas complejos, teniendo en cuenta esos tres tipos de información. Por tanto, conviene que seamos capaces de integrarla. Eso es lo que permite la dinámica de sistemas (Javier Aracil, *Dinámica de Sistemas*).

En la labor de integración que se produce en un modelo tiene lugar una generación de comportamiento que no se debe subvalorar. El modelo aporta estructuras que generan comportamientos. Por tanto, en el modelo, además de la información de distinto tipo que estamos comentando, se incorporan estructuras que justifican, a veces en gran medida, el comportamiento. En el modelo, al integrarse la información mediante las estructuras adecuadas, se tienen modos de comportamiento no triviales. En este sentido, decimos que un modelo contribuye a la generación de conocimiento (Javier Aracil, *Dinámica de Sistemas*).

#### 4.3. Simulación de un modelo

Como hemos visto en la Tabla 1 del Capítulo anterior, un modelo matemático consiste esencialmente en un conjunto de ecuaciones. Para procesarlas necesitamos de la ayuda de la informática. Una vez programadas en un computador podemos experimentar con el modelo. Este proceso recibe la denominación de simulación informática del sistema y requiere de herramientas informáticas adecuadas. Por lo que respecta a la dinámica de sistemas se han desarrollado un cierto número de ellas. Las más empleadas son:

- Professional DYNAMO. Es el más clásico de los lenguajes. No presenta posibilidades de modelado mediante iconos, pero sin embargo permite tratar ecuaciones de gran dimensión. La mayor parte de los modelos que se encuentran en los libros clásicos de la dinámica de sistemas están escritos en este lenguaje.

- STELLA y i-think. Son entornos informáticos de amplia capacidad interactiva que permiten construir modelos empleando procedimientos gráficos, mediante iconos. Ambos poseen una estructura similar, pero mientras el primero se encuentra más orientado hacia usos académicos el segundo lo hace hacia aplicaciones profesionales. Ambos permiten construir los diagramas de Forrester en la pantalla del computador, de modo que al establecer su estructura se generan las ecuaciones.

Se pueden agrupar elementos en sus modelos, y posee un zoom que permite desenvolverse con modelos complejos.



- PowerSim. Entorno de características análogas a los anteriores (mientras aquellos son americanos, este es europeo —en concreto noruego). Permite desarrollar varios modelos simultáneamente, e interconectarlos posteriormente entre sí.

- VenSim. Con respecto a las anteriores presenta algunas ventajas con relación a la organización de datos y a posibilidades de optimización. Se trata de un lenguaje muy potente para el desarrollo de modelos que pueden emplearse tanto en entornos PC como en Unix. Permite documentar automáticamente el modelo según se va construyendo, y crea árboles que permiten seguir las relaciones de causa efecto a lo largo del modelo. Está dotado de instrumentos para realizar análisis estadísticos.

- Mosaikk-SimTek. Mosaikk es una herramienta muy sofisticada para PC, que conecta directamente al SimTek, que es un lenguaje de modelado tipo DYNAMO que posee una gran versatilidad.

#### 4.4. Análisis de sensibilidad de un modelo

Los problemas a los que se aplica habitualmente la dinámica de sistemas incluyen relaciones y parámetros de los que se dispone de pocos datos empíricos. En un modelo de dinámica de sistemas se produce una integración de información de tipo cualitativo con información de tipo cuantitativo. Esta mezcla tan dispar puede producir problemas. En todo modelo hay una componente de imprecisión que no podemos eludir. El hecho de que asignemos un valor numérico concreto a un parámetro, o una forma funcional determinada a la expresión que relaciona dos variables, nos obliga a preguntarnos que sucedería si el valor de ese parámetro o de esa función, fuesen otros, aunque esos valores sean próximos a aquel que hemos adoptado. El análisis de sensibilidad pretende precisamente abordar este problema (Javier Aracil, *Dinámica de Sistemas*).

Otra razón para realizar el análisis de sensibilidad es que los modelos, debido a su complejidad, pueden resultar difíciles de comprender. Este análisis aporta un instrumento para alcanzar una mejor comprensión sobre cuales son los puntos de actuación en los que se pueden producir efectos más considerables.

El análisis de sensibilidad consiste en un estudio sistemático de cómo afectan a las conclusiones de un modelo las posibles variaciones en los valores de los parámetros y en las relaciones funcionales que incluye. La forma más simple de realizar el análisis consiste en modificar los valores numéricos de cada uno de sus parámetros. Para ello se incrementa el valor del parámetro cuya sensibilidad se quiere estudiar en un cierto porcentaje y se analiza en qué medida esta variación afecta a las conclusiones del modelo (a las trayectorias que genera). Realizándolo de forma sistemática para todos los parámetros, con incrementos y decrementos previamente

establecidos, se puede tener una evaluación de los efectos de esas modificaciones sobre las conclusiones del modelo. Diremos que el modelo es insensible a las variaciones de los parámetros, si variaciones razonables de ellos no afectan sensiblemente a las conclusiones que se extraen del mismo. (Javier Aracil, Dinámica de Sistemas)

En el análisis de sensibilidad no sólo se considera los valores de los parámetros, sino las propias relaciones funcionales. El estudio sistemático de las modificaciones de esas relaciones es más complejo que el de los valores numéricos de los parámetros. No existe un método general para abordar este problema, pero en cada caso concreto es posible encontrar una solución, ya que, en último extremo, toda relación funcional incorpora un cierto número de parámetros. (Javier Aracil, Dinámica de Sistemas)

El análisis de sensibilidad de un modelo constituye uno de los elementos esenciales para evaluación. Nos permite dar respuesta a dos tipos de cuestiones: por una parte, en qué medida el modelo es insensible a variaciones en su estructura y, por tanto, resulta robusto; y, por otra, cuales son los puntos de máxima sensibilidad del modelo que sugieren cuales son las actuaciones sobre el proceso real que serán más efectivas.

#### 4.5. Explotación de un modelo

Todo modelo se construye con el fin de ayudar a resolver un problema concreto. En consecuencia, la explotación del modelo consistirá precisamente en valerse de él para resolver ese problema. Sin embargo, esa explotación puede tomar formas variadas. En algunos casos, el modelo permite hacer predicciones. Es decir, alcanza un nivel de precisión tan elevado que nos permite emplearlo para predecir con exactitud qué valores tomarán algunas magnitudes en un instante de tiempo determinado del futuro. Estos modelos predictivos presuponen que el modelo tenga una gran precisión, tanto por lo que respecta a los valores de los parámetros, como a las relaciones funcionales que incluye. Este grado de precisión se alcanza normalmente en las ciencias físicas, por lo que es en este ámbito donde se dan con mayor frecuencia este tipo de modelos. (Javier Aracil, Dinámica de Sistemas)

Otra de las posibles utilizaciones de los modelos, especialmente cuando incorporan una cierta imprecisión, consiste en emplearlos para analizar las tendencias de evolución de esas magnitudes. Así, se trata de establecer si una magnitud tiende a crecer, a decrecer, a oscilar, o a permanecer invariable. Se tratan de predicciones más laxas que las consideradas en el párrafo anterior. En realidad, en este caso estamos más próximos a hacer previsiones que propiamente predicciones.

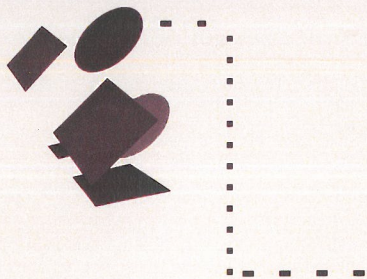
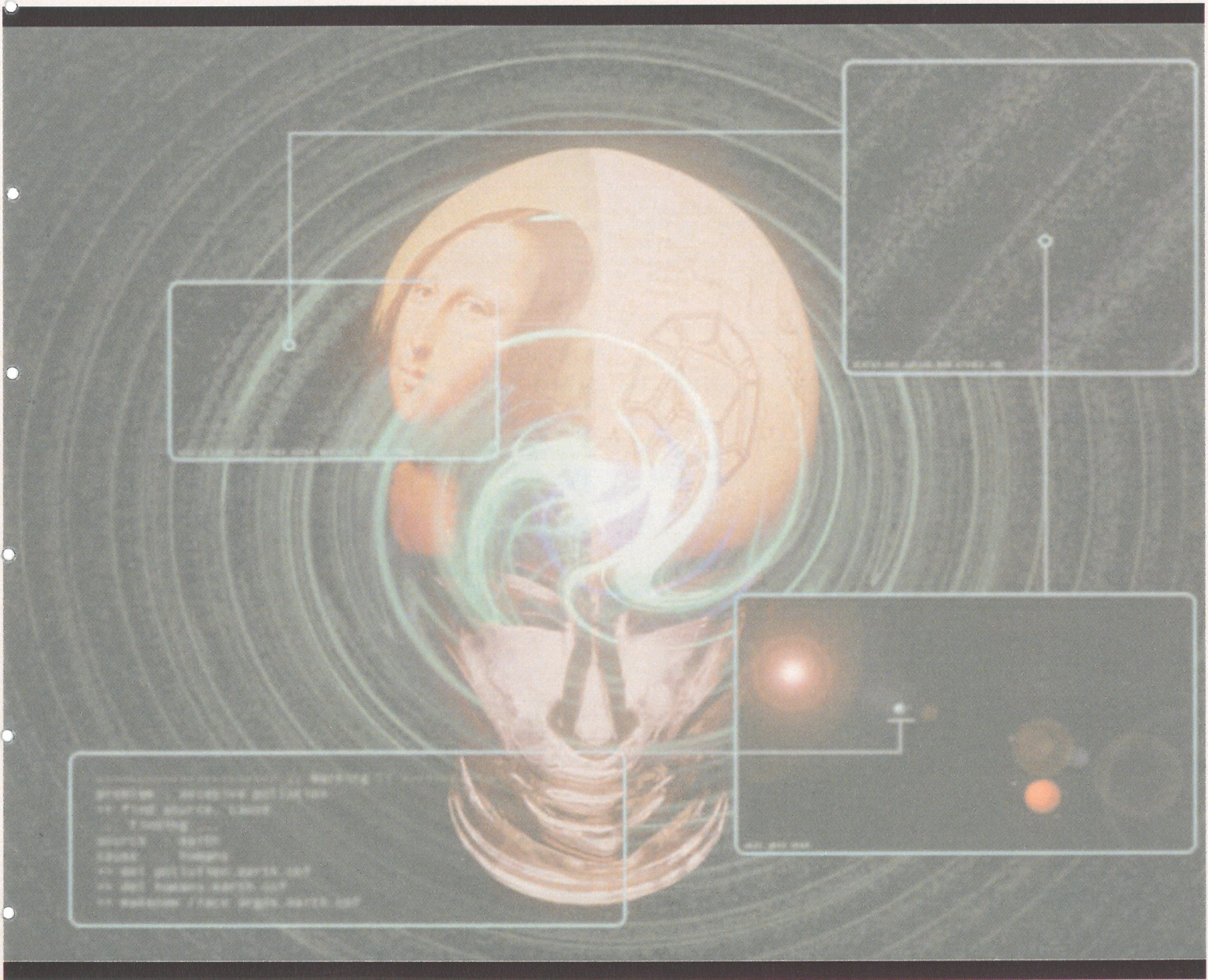


Por último, el tercer uso posible de los modelos consiste en emplearlos como instrumentos para analizar los distintos modos de comportamiento que puede mostrar ese sistema. De acuerdo con este uso, los modelos no tratan de ayudarnos a anticipar el porvenir, sino de suministrarnos elementos para una reflexión disciplinada sobre los posibles modos de desenvolverse el sistema que estamos estudiando. Este uso se encuentra en la actualidad muy generalizado y consiste en emplearlos como bancos de prueba para el aprendizaje. (Javier Aracil, *Dinámica de Sistemas*)

En este sentido se ha propuesto aplicar el concepto de micromundo (microworld) de Seymour Papert. De acuerdo con este autor el proceso de aprendizaje se refuerza cuando se dispone de objetos adecuados con los que se mantiene una interacción que, en alguna medida, recuerda a un juego. Estos objetos pueden desarrollarse informáticamente, y en particular, Papert empleó el LOGO para la enseñanza de la geometría a niños. Se ha propuesto emplear estas mismas ideas en el ámbito de la dinámica de sistemas para que los directivos de las empresas puedan organizar sus estrategias empresariales, con ayuda de modelos de simulación, que les sirvan para ensayar esas estrategias y reelaborarlas como consecuencia de la interacción que se tiene con el modelo de simulación que las incorpora. De este modo se crea un entorno de aprendizaje en el que el directivo puede ensayar las potenciales políticas que trate de aplicar para resolver los problemas de su empresa. El desarrollo de micromundos goza en la actualidad de un gran desarrollo, y se considera una de las líneas de aplicación de la dinámica de sistemas más prometedoras. (Javier Aracil, *Dinámica de Sistemas*)



● Capítulo V  
Dinámica estratégica  
según Kim Warren





## 5 – La dinámica de la estrategia según Kim Warren <sup>6</sup>

En un mundo de cambios acelerados, los enfoques establecidos sobre el desarrollo de estrategia se prueban demasiado estáticos para ser útiles. Esta falla anima a mucha gente a abandonar completamente el análisis, y atender en su lugar a la buena visión y el liderazgo. Desafortunadamente, la rapidez del cambio crea, si acaso crea alguna cosa, un imperativo aún mayor de hacer buenas elecciones estratégicas.

Para hacer posible la toma de decisiones estratégicas mejor fundamentadas en estas exigentes circunstancias, Kim Warren resume una rigurosa serie de estructuras que captan el comportamiento estratégico a través del tiempo.

El método descrito está consistentemente basado en hechos, y exige a los gerentes una gran voluntad de investigar con gran detalle los fundamentos del modo en que su empresa opera internamente e interactúa con otras. El enfoque capacita a los gerentes para diseñar una arquitectura estratégica para su organización, que puede construir, sostener y extender su ventaja competitiva. La evaluación ha permitido refinar las ideas y presentarlas en una forma que ha demostrado ser intuitiva para los gerentes de todo tipo de organizaciones, ya sean comerciales, de servicios públicos o sin fines de lucro.

El enfoque tiene por fundamento la importancia de los recursos estratégicos como “depósitos” de factores útiles, un principio ya establecido en el campo de la estrategia. Estos depósitos de recursos se construyen y se agotan en el tiempo, y este comportamiento es verdadero tanto para los factores “suaves”, y sin embargo críticos, como la moral y la reputación; como para los aspectos “duros”, como el personal o los clientes. El crecimiento y la caída de cada recurso en el tiempo dependen de otros recursos del negocio.

Las aptitudes de una empresa determinan cuán rápidamente puede construir los recursos estratégicos que necesita, y estas aptitudes a su vez crecen o se debilitan según cuán bien aprenda la organización. La rivalidad misma se manifiesta como la pugna entre los competidores por desarrollar y mantener los recursos estratégicos en el tiempo. Finalmente, pueden extenderse las estructuras para explicar la interacción entre las unidades del negocio dentro de estructuras mayores de corporaciones, incluyendo aquellos efectos generados por la diversificación, la adquisición, las alianzas, las redes de negocios, y así sucesivamente.

---

<sup>6</sup> *La dinámica de la estrategia - Panorama*  
*Kim Warren*  
*Publicado por Global Strategy Dynamics Ltd*  
*Traducción de Miguel Martín*

Los ejecutivos y los consultores tienen una necesidad de herramientas prácticas pero potentes para abordar desafíos estratégicos importantes, por lo que estas herramientas se ilustran en los simuladores de gestión. Al mismo tiempo, los académicos y los estudiantes necesitan estar al tanto de las conexiones con los conceptos y la teoría establecida de la estrategia. (Kim Warren, La dinámica de la Estrategia)

#### 5.1- El patrón de tiempo del rendimiento estratégico

Hay tres preguntas que imponen una exigencia a todos los ejecutivos:

1. ¿Por qué el comportamiento histórico de mi negocio ha seguido este patrón de tiempo?
2. ¿Adónde nos llevará el patrón de comportamiento futuro, si seguimos de esta manera?
3. ¿Cómo podemos alterar para mejor ese futuro?

Mientras que los gerentes tienen normalmente cierta libertad para ajustar el comportamiento a corto plazo, se enfrentan a una incertidumbre considerable en cuanto a los resultados de medio y largo plazo. Sin embargo, se espera de los gerentes que se comprometan con proyecciones confiadas. No son adecuadas las vagas aproximaciones, ni las ideas borrosas sobre los planes futuros, cuando los empresarios buscan capital especulativo o financiar adquisiciones; ya que los inversores esperan ver pronósticos bien justificados sobre las ganancias futuras.

#### 5.2- Cómo contribuyen los recursos estratégicos a la ventaja competitiva

La mayoría de los gerentes comprende la importancia de construir y conservar los recursos de su negocio. Estos recursos pueden ser aspectos “duros”, tangibles, como el capital, la planta, los clientes, los productos o el personal, o factores “blandos”, intangibles, como la calidad del producto, la moral del personal o los estándares de servicio. Los gerentes saben que los recursos son interdependientes. Una calidad de producto consistente ayuda a construir una reputación sólida con los clientes, y una fuerte base de clientes atrae a los mejores empleados. Ordenar los recursos según su importancia, o buscar recursos “centrales” es inútil: si cualquier recurso clave está en malas condiciones, todo el negocio está en peligro.

Los recursos deben ser duraderos: no deben “envejecer” rápidamente. Las habilidades de los empleados para el servicio al cliente pueden mejorarse mediante el entrenamiento, pero pueden olvidarse todas muy pronto.

Los recursos no deben ser móviles ni comerciables. Si los rivales de una compañía pueden simplemente comprar los recursos, o persuadirlos de otra manera a irse, el negocio no gozará de beneficios duraderos.



Los recursos no deben ser fáciles de copiar para los rivales. Los nuevos productos en servicios financieros al cliente pueden ganar clientes rápidamente, pero el tiempo necesario para desarrollar y ofrecer un producto casi idéntico es, en este sector, extremadamente corto para cualquiera de los numerosos rivales, o para todos ellos.

Debe ser difícil para los rivales encontrar un sustituto para el recurso.

Finalmente, los recursos deben ser complementarios: capaces de funcionar bien juntos. Un nuevo gran producto tecnológico no sirve de mucho, por ejemplo, si los distribuidores de la empresa carecen de la capacidad de sustentarlo y no tienen acceso a los clientes que pueden quererlo.

#### *Los recursos estratégicos y el rendimiento en el tiempo.*

De esta manera, la visión “basada en los recursos” de la estrategia sugiere que el comportamiento depende de los recursos estratégicos que tenemos. Pero hay un problema aquí: el comportamiento actual puede calcularse precisamente desde sólo unos pocos recursos (en su mayoría tangibles) y algunas condiciones externas.

A partir de la información sobre nuestros recursos, no se necesita nada más, salvo estos simples aspectos, para explicar el comportamiento de la empresa – los recursos intangibles, las aptitudes, la visión estratégica y el liderazgo parecen ser todos irrelevantes. Sin embargo tales aspectos deben implicar una diferencia, de modo que necesitamos explicar cómo influyen en los recursos que determinan directamente el comportamiento.

La solución a este problema yace en el hecho de que la conexión inmediata entre los recursos tangibles y el comportamiento es meramente una fotografía de la empresa en un momento específico. Si la cantidad de estos pocos recursos tangibles que tenemos hoy determina precisamente nuestra rentabilidad hoy entonces su escala ayer contaba para nuestro comportamiento ayer, y su escala mañana explicará también nuestra rentabilidad en ese momento. El elemento que falta en una explicación completa de la dinámica del comportamiento es una comprensión de cómo el nivel de cada recurso cambia en el tiempo.

#### *Cómo se comportan los recursos en el tiempo*

Afortunadamente, hay un modo de explicar el proceso de construcción de recursos. Los escritores sobre estrategia reconocen el desafío que enfrenta la administración al tratar de construir y mantener el nivel o la cantidad de cada recurso.

Los recursos se acumulan fomentando el flujo de nuevos recursos hacia el negocio: ganar clientes expande una base de clientes; promover los productos y los

servicios aumenta la atención del mercado; la capacitación aumenta el nivel medio de habilidad del personal; y así sucesivamente.<sup>7</sup>

Los gerentes desean de ordinario construir y sostener a los recursos para que hagan a un negocio más grande y más fuerte. Estos imperativos son tomados en la estructura de “acumulación y flujo” (stock and flow) como el núcleo de un método conocido como Dinámica de Sistemas.<sup>8</sup>

Los niveles de los recursos estratégicos determinan el comportamiento en cualquier momento, pasado, presente o futuro.

Una analogía usual para este proceso de acumulación y vaciamiento es concebir un recurso como agua fluyendo hacia o desde un baño. Un ejemplo es la ganancia o pérdida de una base de clientes. El patrón de tiempo del recurso refleja la historia de todas las ganancias y pérdidas que han ocurrido. Las unidades de estos flujos entrantes y salientes son siempre las unidades del recurso “por período de tiempo”, y que el alcance del recurso es la red de flujos entrantes y salientes. Datos importantes que surgen del análisis:

El hecho fundamental de que los recursos –que se acumulan y escapan en el tiempo- ocurren todo el tiempo en la vida; sucede en todos los contextos, y no sólo en los negocios. El nivel de agua en un tanque sube y baja según cae la lluvia y se consume agua; la deuda pública sube y baja según los presupuestos anuales pasan del déficit al superávit; la cantidad de pescado aumenta y disminuye en respuesta a las tasas de cría y de pesca.

La idea de que el nivel de cualquier recurso aumenta y disminuye en el tiempo es por lo tanto una verdad básica de la realidad. El número de clientes (u otro recurso) que tenemos hoy no está “correlacionado” con nada. Es simplemente la suma de todos esos clientes ganados alguna vez, menos todos los perdidos en algún momento. En consecuencia, no hay análisis estadístico ni grilla matemática que sirva para explicar el estado actual de los recursos del negocio, ni el comportamiento de las ganancias que generan.

Dado que los niveles del recurso que tenemos hoy son la consecuencia de toda nuestra historia de ganancias y pérdidas, la trayectoria del rendimiento futuro ya está “decidida” en cierto grado. A menudo los niveles del recurso son duros de mover (ya sea para aumentarlos o disminuirlos), del mismo modo que es difícil alcanzar una elevación instantánea del nivel de agua de la bañera.

---

<sup>7</sup> Dierickx I y Cool K (1989) “Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage” *Management Science* 35: 1504-1511.

<sup>8</sup> Forrester JW (1961) *Industrial Dynamics*. Pegasus Communications, Boston, Massachusetts.



La mente humana no está diseñada ni entrenada para estimar estos procesos de acumulación. Puesto que la acumulación y el vaciamiento tienen lugar constante y simultáneamente, en todos los recursos de la empresa, la intuición humana encontrará casi imposible anticipar la amplia variedad de trayectorias de comportamiento que pueden ocurrir: el crecimiento exponencial o el colapso, los límites del crecimiento, los ciclos recurrentes de éxitos y fracasos, etc.

Estas sencillas verdades valen para cualquier cosa que se llena y se vacía, ya sea el capital, los clientes, el personal, las aptitudes, la reputación o la moral. Es más, este proceso tiene profundas consecuencias en el rendimiento de las empresas, y ofrece una razón por la que las herramientas del análisis estratégico convencional brindan tan poca ayuda:

Si el comportamiento depende de los niveles de los recursos, y éstos aumentan y disminuyen, no hay forma de entender el comportamiento en el tiempo, salvo conociendo todas las ganancias y pérdidas de todos los recursos durante todo el tiempo.

De manera similar, no hay modo de producir una visión confiable del comportamiento futuro, sin estimar cómo se desarrollarán estas ganancias y pérdidas.

La única manera de alterar el comportamiento estratégico que tiene la administración es mediante acciones y decisiones que cambien la velocidad del crecimiento y la pérdida de recursos (aunque el comportamiento en el corto plazo puede cambiarse mediante simples reasignaciones, especialmente entre las ganancias declaradas y los gastos).

En primer lugar, generalmente sabemos, o podemos averiguar, los niveles de recursos en puntos relativamente recientes de nuestra historia. En segundo lugar, si no los conocemos, es a menudo posible estimar las ganancias y pérdidas de los recursos clave durante el pasado reciente.

#### La realimentación entre los recursos lleva al crecimiento

Las tasas estacionarias de cambio son comunes en los recursos clave, y esto por sí mismo puede causar patrones complejos de comportamiento en el tiempo. Por otra parte, sin embargo, la realimentación se extiende también entre los recursos, y puede crear un crecimiento escalado, o vertiginosas espirales de descenso, o imponer límites al crecimiento.

### 3. La empresa como un sistema de recursos

En cualquier empresa completa, la realimentación genera un comportamiento dinámico complejo.

Habiendo captado la dinámica de un solo recurso estratégico, se hace posible representar los mecanismos y la escala de la interdependencia entre los recursos.

Puede lograrse esta integración reconociendo una verdad importante: los gerentes usan los recursos que tienen para construir otros que necesitan.

Esta no es cuestión de elegir. Los recursos pueden desarrollarse sólo usando lo que ya está al alcance de la mano. El personal de mercadeo construye una base fuerte de clientes a partir de la existencia de un producto creíble; la gente de ventas consigue ventas si la fabricación tiene capacidad de producción de costo efectivo; es posible pagar al personal si la empresa tiene una buena reputación en el mercado de toma de empleados; y así sucesivamente. Esto vale incluso en los nuevos emprendimientos, donde el empresario parece empezar sin nada salvo algunos recursos vitales intangibles, como la credibilidad con los inversores.

Una considerable simplificación del negocio real de una marca que provee una estructura sólida –conocida como arquitectura estratégica- de la que empezar; se conoce como la Visión del Sistema Dinámico de Recursos (Dynamic Resource System View o DRSV).

#### 4. Los recursos intangibles

En la sección 1 se arguyó que, si bien el comportamiento se explica precisamente por los niveles actuales de los recursos tangibles, los aspectos intangibles como la moral y la reputación deben tener, inevitablemente, algún impacto.

Los recursos intangibles importan, porque tienen un potente impacto en la construcción y la pérdida de los aspectos tangibles.

Para ser de uso práctico, pues, el DRSV debe captar los recursos intangibles tanto como los factores más “duros”. Los intangibles son cruciales para el comportamiento competitivo; sin embargo, administrarlos con éxito suele ser un desafío. No solo son los intangibles difíciles de construir:

- pueden destruirse fácilmente, a menudo se vuelven aparentes sólo cuando su rol como factores “de higiene” se pone en evidencia, y
- pueden tener efectos potentes e inmediatos sobre los recursos tangibles críticos.

Los cambios sencillos en los niveles de los recursos intangibles pueden manipularse directamente mediante el esfuerzo de la administración. Desgraciadamente, los retornos empiezan comúnmente a disminuir, limitando el beneficio que puede alcanzarse tratando de construir recursos tan diversos como la moral, la reputación, la eficiencia del costo y la funcionalidad del producto.



*Los recursos están asociados a atributos intangibles (co-flujos)*

En muchos casos, los recursos tangibles tienen un atributo intangible correspondiente (la capacidad de una planta con el costo de la planta, la base de clientes con el tamaño medio de las cuentas de los clientes, la cantidad de personal con su experiencia). El atributo intangible es a menudo tan importante como la cantidad del recurso. Aún más, es posible que los cambios en el recurso tangible se alcancen sólo en tándem con los cambios en su característica asociada.

Este mecanismo se conoce como “co-flujo”, dado que la calidad del interés y el recurso tangible a que está asociado “fluyen juntos”.

Aplicar este método en todos los recursos clave de la organización permite a cada recurso hacer una contribución más competitiva a toda la empresa, lo que puede acelerar dramáticamente la velocidad a la que crece todo el sistema, haciendo posible mejorar el rendimiento en forma radical.

#### 5. Las aptitudes

Si el comportamiento depende de los recursos tangibles que tenemos, entonces las aptitudes pueden, también, jugar un papel sólo si permiten construir y sostener los recursos. Aunque hay alguna inconsistencia entre las diferentes formas en que los autores usan el término “aptitud”, un punto de inicio para los propósitos presentes es: “La capacidad de una empresa para desplegar recursos, por lo general en combinación, usando procesos organizacionales.”<sup>9</sup>

Hace falta algo más de claridad para integrar propiamente la “aptitud” en la arquitectura estratégica de la empresa.

La velocidad a que se acumulan los recursos clave es crucial para la ventaja competitiva, y cada recurso sólo puede crearse usando otros recursos ya disponibles.

Las aptitudes han de tener algo que ver con la capacidad de la empresa de construir y sostener recursos, no simplemente de desarrollarlos. Habrá límites prácticos a la velocidad a que puede acumularse cualquier recurso. Estas observaciones implican que cualquier capacidad se piensa más correctamente como conectada con un recurso específico, lo que lleva a una nueva definición:

La capacidad de una empresa en cualquier actividad es la velocidad con que es capaz de edificar un recurso específico, comparada con la mayor velocidad posible, dados los otros recursos que se necesitan para esa tarea.

Algunos casos legendarios dan vida a nuestra nueva definición. La capacidad de la Coca Cola para el mercadeo le ha valido llegar a un nivel aparentemente

---

<sup>9</sup> Armit R y Schoemaker P (1993) “Strategic Assets and Organisational Rent” *Strategic Management Journal* 14 (1): 33-46.

inalcanzable de lealtad de los clientes, la capacidad para el desarrollo de productos de Hewlett Packard la ha llevado a un rango de productos más fuerte que el de los rivales menores..

Esta definición permite hacer real la aptitud e incorporarla en la arquitectura estratégica de la empresa. Para cualquier recurso del sistema, es posible identificar los otros recursos que se necesitan, y mostrar el éxito relativo de la empresa en la construcción de ese recurso particular con un factor que define la capacidad de la empresa. Es posible reflejar el aprendizaje –o construcción de aptitudes- que se obtiene de la continua experiencia de la empresa en manejar el recurso.

### *Las aptitudes y el aprendizaje organizacional*

Las aptitudes determinan también con cuánto éxito logra el negocio sostener los recursos, no sólo construirlos. Si un mal servicio postventa aleja a los clientes, se devaluará el rendimiento exitoso en ventas.

Si las aptitudes funcionan de la manera descrita, se vuelven evidentes algunas consecuencias importantes:

Asegurarse de que la organización construya aptitudes fuertes en toda la construcción de recursos clave y que las actividades de sostén de recursos permitan un comportamiento sobradamente potente.

Las capacidades pueden “hacer agua”, del mismo modo en que lo hacen los recursos, a través de las pérdidas de personal o simplemente volviéndose obsoletas. En consecuencia, es importante prevenir el olvido en la organización al mismo tiempo que se boga por el aprendizaje organizacional. El aprendizaje puede también provenir del fracaso tanto como del éxito, de modo que es vital comprender, por ejemplo, por qué el personal o los clientes están desertando o por qué falló el lanzamiento de un producto.

La interdependencia entre los recursos significa que la capacidad en cualquier tarea importante de construcción de recursos puede tener un amplio impacto en el resto de la empresa. Del mismo modo, una debilidad en cualquier función mina todo el sistema. Esto lleva a cuestionar el valor de buscar aptitudes “centrales”, ya que un competidor que es excepcionalmente bueno en una actividad clave fallará aun así si sus otras aptitudes son inadecuadas.

Puesto que la empresa opera como un sistema integrado de recursos interdependientes, es fácil causar grandes perjuicios con acciones aparentemente bienintencionadas.

## 6. El control de los objetivos y las políticas



Se explicó en las secciones 1 a 5 cómo los recursos y las capacidades de una organización se combinan para determinar su comportamiento. La próxima cuestión es cómo la administración conduce el desarrollo de la empresa en el tiempo. Ya se ha notado que, puesto que el comportamiento depende de recursos que se construyen y agotan en el tiempo, la única manera de lograr alguna diferencia es influyendo sobre estos flujos de recursos.

Las empresas tienen generalmente algunos objetivos progresivos groseramente definidos para sus indicadores de recursos y rendimiento, junto con políticas mediante las cuales las desviaciones de esos objetivos se reflejan en cambios en los procesos de construcción y distribución de recursos.

En la política de cualquier empresa real para controlar cómo construye su recurso, cuando se pide a los ejecutivos que expliquen exactamente cómo deciden sobre tales efectos, las respuestas suelen ser muy imprecisas. La administración debe ser explícita acerca de cómo cree decidir acerca de efectos importantes de modo que podemos entender las consecuencias.

Los elementos importantes de una estructura de control de administración son:

- un objetivo para el recurso, que cambia en el tiempo, según evolucionan las necesidades del resto del sistema
- el patrón de cómo el mismo nivel de recursos cambia en el tiempo
- algún mecanismo que hace divergir el nivel de recursos de su objetivo
- la brecha entre los niveles deseados y los reales del recurso, y
- una política, o regla guía, para decidir sobre la escala del ajuste que haya de hacerse con el fin de cerrar la brecha.

Puesto que los recursos determinan el comportamiento, y que estos recursos se acumulan y se agotan, los indicadores críticos deben ser las ganancias y pérdidas.

Mientras se ocupen de controlar el patrón de tiempo del comportamiento, necesitamos ver cómo estos indicadores cambian en el tiempo –de aquí el uso de gráficos en función del tiempo.

Un objetivo de volumen del mercado puede desatar una política de descuentos, con la intención de ampliar la base de clientes, y de aquí apoyar el objetivo de volumen. Desgraciadamente, tales objetivos frecuentemente entran en conflicto uno con otro (la política de descuentos daña el margen de ganancia, para la cual hay un objetivo separado).

## 7. La rivalidad

El marco descrito hasta aquí hace posible construir un cuadro riguroso y cuantificado del modo en que los recursos y aptitudes de la empresa se combinan

para crear un fuerte comportamiento. Para completar la comprensión de la dinámica de la estrategia competitiva requiere una imagen precisa y comprensiva de la dinámica de la rivalidad. La rivalidad forma parte de la batalla por diversos recursos escasos y valiosos –los distribuidores o el personal experimentado- tanto como por los clientes.

Concentrándose primero en la rivalidad por los clientes, sólo tres diferentes modos de competencia son suficientes para todas las eventualidades:

- la batalla por explotar una base de clientes potencial
- el tira y afloja entre rivales sobre los clientes existentes, y
- la lucha por una cantidad de ventas a los clientes existentes.

Pueden agregarse a estas tres las estrategias puramente destructivas, diseñadas para sabotear la capacidad de ensamblar un sistema de recursos funcional pero, en la práctica, tal sabotaje está en general manifiesto en uno de los mecanismos citados.

#### *Primer tipo de rivalidad – Explotación de los recursos potenciales*

El conjunto de clientes que pueden suscitar interés se representa simplemente como un recurso potencial: una población de gente y empresas a quienes el producto o servicio ofrecido por nosotros mismos y nuestros rivales puede dar algún beneficio, pero que no están actualmente comprando a nadie. Para un producto completamente nuevo, el conjunto de clientes está enteramente en la caja “potencial”, y los proveedores suplentes compiten principalmente por atraer a aquellos clientes a su base activa de clientes.

En los comienzos de la vida de un mercado, es común encontrar que el mismo conjunto potencial es, como aquí, muy pequeño. A medida que baja el precio, y mejora la funcionalidad de los proveedores en competencia, los clientes no involucrados previamente adquieren interés, y se unen al conjunto “potencial”. El mercado latente crece, también, a medida que los nuevos consumidores se interesan con mayor velocidad de aquella con que son capaces ambos proveedores de convertirlos en clientes activos.

Estos mecanismos tienen dos consecuencias interesantes:

- 1- La captura rápida y pronta de clientes genera un doble beneficio: construye nuestro propio negocio, así como niega ventas a nuestros rivales.
- 2- La realimentación por el “boca a boca” puede generar una tasa reforzada de explotación para nosotros mismos, tanto como el crecimiento del mercado general.

Los ulteriores beneficios provienen de estimular tal realimentación, a causa de los ahorros en la escala de producción y la distribución, y del mejoramiento más rápido del producto.



*Segundo tipo de rivalidad – La lucha por mover los clientes establecidos*

Sólo en las primeras etapas del desarrollo del mercado la rivalidad se limita enteramente a los clientes no explotados, podría todavía ser aplicable en los clientes que se reclaman y otros que dejan de ser activos, volviendo al conjunto “potencial”. Las empresas suelen preocuparse por evitar el movimiento directo de clientes a sus rivales; de hecho, para animar el proceso contrario. Esta batalla es un tira y afloja, en el que cada empresa intenta quitar los clientes al sistema de recursos de su rival.

*Tercer tipo de rivalidad – La competencia por las ventas a los clientes propios*

Aunque unos pocos mercados de productos y servicios poseen clientes que puedan estar sólo con un proveedor al mismo tiempo (es raro, como regla, que los clientes usen simultáneamente dos servicios de telefonía móvil). De modo que necesitamos reflejar la lucha por las ventas a una base de clientes que está almacenada con otros proveedores: una situación común entre los productores de bienes para consumidores muy móviles (fast-moving consumer goods, FMCG), tales como los alimentos, las bebidas, los artículos de limpieza, etc. Esta forma de rivalidad se representa fácilmente como una tasa de ventas por cliente que refleja la atracción del producto de cada proveedor.

*Rivalidad por los recursos que no dependen de los clientes*

El problema de ganar y retener los recursos que no dependen de los clientes puede representarse exactamente de la misma manera que la rivalidad por la base de clientes. Los mercados de servicios profesionales, por dar un ejemplo, exhiben rivalidad por el escaso talento del personal especializado que es tan feroz como la competencia por los clientes. Cuando se las integra con la rivalidad por la base de clientes, tales extensiones permiten una representación comprensiva de la competencia entre dos o más firmas en cualquier mercado.

8. Consecuencias más amplias

Hasta aquí se han resumido los conceptos principales de la visión estratégica del sistema dinámico de recursos. Estas estructuras captan tres aspectos críticos de la realidad de los negocios:

\* en primer lugar, este comportamiento depende de los recursos estratégicos, cuyo comportamiento en el tiempo depende de las tasas de ganancia y pérdida

\* en segundo, este comportamiento de toda la arquitectura estratégica, refleja la compleja red de interdependencias entre estos recursos, en una manera del todo específica a cada negocio en un momento preciso y en el contexto de su industria particular, y,

\* en tercer lugar, que los factores intangibles tienen una fuerte influencia en el patrón de crecimiento de cualquier emprendimiento, y, por ello, en su comportamiento estratégico en el tiempo.

Está de más notar que, puesto que la mayoría de los planes estratégicos realizados por equipos de administración, y la mayoría de los informes de consultores de estrategia, no abordan ninguno de estos fundamentos, las estrategias de la mayoría de las empresas son prontas a ser dañadas seriamente. Que muchos negocios administran, de un modo u otro, cómo actuar razonablemente bien es un tributo más a la intuición de los gerentes experimentados que al valor de cualesquiera herramientas estratégicas.

Pero el desafío de la administración estratégica es complejo, y es común el fracaso. La práctica actual de esperar que los gerentes aprendan sobre la estrategia “trabajando” es un experimento continuo con las carreras y la confianza, la salud y la estabilidad familiar de la gente ordinaria. Ya no confiamos en la intuición de los pilotos de líneas aéreas para llevarnos con seguridad de un continente a otro, sino que esperamos de ellos en cambio que reciban una capacitación cuidadosa para una variedad de circunstancias difíciles. De modo similar, podemos esperar que los gerentes sobrepasen alguna educación y capacitación en el desarrollo de la estrategia basada en hechos, para prepararlos para la inevitable complejidad de los desafíos estratégicos a los que habrán de enfrentarse, cuando conduzcan las empresas de las cuales depende la vida de la gente.

Aunque muchas empresas están descubriendo que el sistema dinámico de los recursos es un potente enfoque para construir una estrategia rigurosa y basada en hechos, son necesarias dos importantes precauciones:

Como cualquier método analítico, la DRSV refleja la percepción del equipo que está usándola. Es perfectamente posible que esta percepción sea inexacta, por lo que es vital que se busque evidencia, y se la actualice constantemente, para confirmar la exactitud de la visión del equipo.

Siempre hay estrategias alternativas que se basan en distintas relaciones entre diferentes de recursos. Estos enfoques rivales pueden realmente ser más efectivos, por lo que es vital revisar constantemente y comparar la estrategia con sus alternativas.



Todas las estructuras de sistemas dinámicos de recursos son aplicables igualmente a situaciones gubernamentales, de los sectores público y sin fines de lucro, aunque el diagrama de “comportamiento en el tiempo” con que empezamos podría centrarse en aspectos no financieros. Las organizaciones no comerciales también.

Cabe efectuar ciertas consideraciones en relación a los recursos humanos y su vinculación a la empresa. Estamos viviendo un presente donde la actividad empresarial se aleja de los principios y pensamientos económicos. Estamos pasando de la especialización a los equipos multifuncionales compuestos por personas que representan diferentes conjuntos de capacidades y competencias. El trabajo en equipos funcionales produce una potenciación mutua e las diferentes funciones, que da más valor al resultado conjunto. Estos equipos generan sinergias que permiten ahorrar costos, introducir innovaciones y satisfacer a los clientes. Lo importante ahora es organizar a los trabajadores en equipos e identificar y desarrollar las competencias.

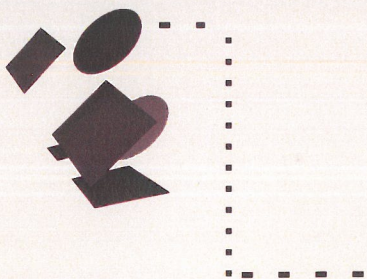
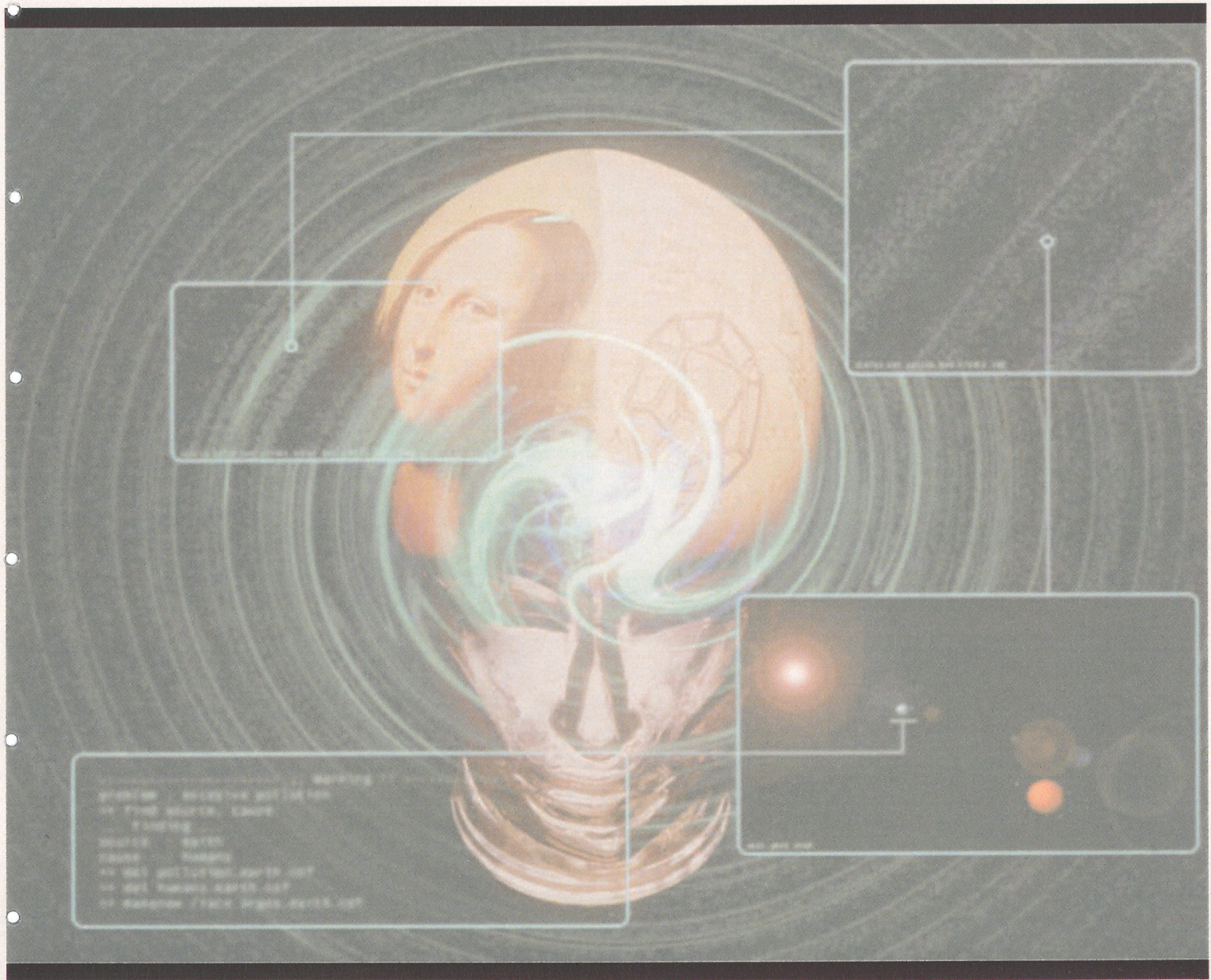
El trabajo en equipos multifuncionales cobra importancia; ya que las empresas deben operar con poco personal si quieren responder a las condiciones del mercado. Se desmorona la pirámide jerárquica. Se desestructura la organización y se adopta una estructura horizontal donde los trabajadores no tienen sitios fijos de trabajo y cumplen funciones múltiples; no hay especificaciones laborales tradicionales, ni horarios o informes. La empresa piensa que sus trabajadores sienten más interés por las tareas difíciles y no estresantes, que por los puestos y títulos jerárquicos.

Lo importante es monopolizar ideas en la economía de red continua, y aunque siga existiendo la propiedad, es más probable que se de un intercambio.

La importancia de considerar los recursos humanos frente a los esquemas teóricos, como los modelos de simulación, que finalmente dependen de éstos recursos. Es un indicativo de cómo ha cambiado la “fuerza laboral” y las condiciones de su inserción en las organizaciones modernas.



# ● Diseño Metodológico Estudio de caso





Análisis de la dinámica de la población de residentes inscriptos en la circunscripción del Consulado de Italia en Mar del Plata en el período 1999-2003.

Introducción:

Se efectúa un análisis de la dinámica de la población de *Residentes Inscriptos*<sup>10</sup> en la base de datos existente en el Consulado de referencia.

El análisis que se efectúa sobre la población, abarca el quinquenio 1999-2003, y los datos recolectados fueron clasificados para su mejor análisis por sexo y mensualizados.

La base de datos ("Anagrafe") del Consulado es constantemente actualizada por los datos ingresados provenientes de actas de nacimiento, matrimonio, defunción, sentencias de divorcio y cambios de domicilio y/o residencia.

En este caso en particular se ha acotado el estudio a la dinámica natural (nacimientos/defunciones) de la población de residentes inscriptos. Ello implica que hayan presentado al Consulado su acta de nacimiento para que los datos básicos (apellido y nombre de los padres, del ciudadano y lugar y fecha de nacimiento) sean ingresados en la base de datos y posteriormente transmitidos a la comuna italiana de origen, donde nuevamente se registrarán los mismos datos.

---

<sup>10</sup> Residentes Inscriptos: (R/S Residenti Iscritti) Son aquellos ciudadanos italianos nativos y aquellos que hubieren obtenido la doble ciudadanía por reconstrucción, que actualmente residen en la circunscripción y se hallan inscriptos en el anágrafe.

*Extracto de: LEGGE 5 FEBBRAIO 1992, N. 91 – I REGOLAMENTI DI ESECUZIONE: D.P.R. 12 OTTOBRE 1993, N. 572 E D.P.R. 18 APRILE 1994, N. 362*

*LA LEGGE 14 DICEMBRE 2000, N. 379*

*LA CONVENZIONE DI STRASBURGO DEL 6 MAGGIO 1963*

*L'ACQUISTO DELLA CITTADINANZA*

*1. PER NASCITA*

*Come già accennato, il principio cardine per l'acquisto della cittadinanza è quello dello ius sanguinis, già presente nella pregressa normativa del 1912.*

*Lo ius soli infatti resta un'ipotesi eccezionale e residuale.*

*Pertanto, l'art. 1 della nuova legge stabilisce: "1. E' cittadino per nascita:*

- a) il figlio di padre o madre cittadini;*
- b) chi è nato nel territorio della Repubblica se entrambi i genitori sono ignoti o apolidi, ovvero se il figlio non segue la cittadinanza dei genitori secondo la legge dello Stato al quale questi appartengono.*

- 2. E' considerato cittadino per nascita il figlio di ignoti trovato nel territorio della Repubblica, se non venga provato il possesso di altra cittadinanza".*

La base de datos se administra mediante un programa elaborado por el Ministerio de Relaciones Exteriores Italiano en lenguaje Linux. Dentro de las utilidades del mismo contamos con la posibilidad de poder efectuar conteo de datos, de personas, búsquedas y estadísticas.

Un factor a tener en consideración y de suma importancia es el número de recursos humanos (*data entry*) aplicados a la actualización y carga inicial de los datos del anágrafe.

Para armar los cuadros estadísticos que permitieron calcular los índices necesarios para utilizar el modelo de simulación, se han seguido los siguientes pasos:

- 1) Recolección de datos estadísticos en la base de datos;
  - a- Organización y armado de las tablas de Excell necesarias para completar con los datos recogidos:
    - 1) **Análisis horizontal de la tabla:** Se decide clasificar los datos mensualmente y tomar como análisis el quinquenio 1999-2003.
    - 2) **Análisis vertical de la tabla:** las primeras cuatro columnas corresponden a la numeración de los meses, la identificación el mes en estudio, el agrupamiento anual y el número de mes correspondiente al año. Su función es ordenar y organizar visualmente los datos.
  - 3) Las ocho columnas siguientes corresponden a:
    - **Población Inicial (F-M):** Número de residentes inscriptos en la base de datos (Anagrafe) al 01/01/1999. Clasificados en Femeninos y Masculinos. Sólo el número del mes de enero de 1999 fue buscado en la base de datos. A partir del mes 2 los datos corresponden a la población final en el período anterior (mes 1).
    - **Nacimientos (F-M):** Número de actas de nacimiento ingresadas a la base de datos en ese mes. Clasificadas en femeninos y masculinos.
    - **Defunciones (F-M):** Número de actas de defunción ingresadas a la base de datos en ese mes. Clasificadas en femeninos y masculinos.
    - **Población Final (F-M):** Número proveniente de la suma algebraica: Población Inicial + Nacimientos – Defunciones = Población Final. Clasificadas en femeninos y masculinos.
- 4) Los valores utilizados para completar las celdas correspondientes a nacimientos fueron buscados en la base de datos del siguiente modo:
  - Se ingresa en el menú correspondiente: “*Nucleo Familiare*” (Núcleo Familiar)
  - Se ingresa al submenú 4: “*Nascita*” (Nacimiento)
  - Luego a la función S: “*Statistiche*” (Estadísticas)



- Se completan los datos necesarios en la pantalla para efectuar la búsqueda del número de actas de nacimiento ingresadas en ese mes: “*Residente*” **R (Residente)** – “*Iscritto*” **S (Inscrito)** – “*Data Inserimento*”: (Fecha de ingreso de los datos) **01.01.1999:01.02.1999** (se determina el rango de los días de inicio y finalización del mes bajo análisis)
  - El programa arroja un resultado numérico de la cantidad de actas de nacimientos cargadas en ese período mensual, pero no diferencia entre sexos.
  - El paso siguiente es **Visualizar** cada una de las actas procesadas en ese mes y efectuar la clasificación en Femenino y Masculino.
  - La misma operación se repite para los 60 meses analizados.
- 5) Los valores utilizados para completar las celdas correspondientes a defunciones fueron buscados en la base de datos del siguiente modo:
- Se ingresa en el menú correspondiente: “*Nucleo Familiare*” (Núcleo Familiar)
  - Se ingresa al submenú 6: “*Morte*” (Muerte)
  - Luego a la función S: “*Statistiche*” (Estadísticas)
  - Se completan los datos necesarios en la pantalla para efectuar la búsqueda del número de actas de nacimiento ingresadas en ese mes: “*Residente*” **R (Residente)** – “*Iscritto*” **(Inscrito) S** – “*Data Inserimento*”: (Fecha de ingreso de los datos) **01.01.1999:01.02.1999** (se determina el rango de los días de inicio y finalización del mes bajo análisis).
  - El programa arroja un resultado numérico de la cantidad de actas de defunción cargadas en ese período mensual, pero no diferencia entre sexos.
  - El paso siguiente es **Visualizar** cada una de las actas procesadas en ese mes y efectuar la clasificación en Femenino y Masculino.
  - La misma operación se repite para los 60 meses analizados.
- 6) Para completar numéricamente las celdas correspondientes a Población Final se inserta en la celda correspondiente la fórmula, según el sexo, de: Población Inicial + Nacimientos – Población final. El resultado que arroja es el número que aparece en la celda.
- 7) Luego se copiaron las fórmulas de cálculo a los 60 meses y a los dos sexos. Toda esta recolección de datos se efectúa con el único fin de obtener los índices que miden las variaciones encadenadas de un período al otro.
- 8) Para calcular los índices de natalidad se aplicó la fórmula siguiente:

$$\frac{\text{Población Inicial (mes n)} + \text{nacimientos(mes n)}}{\text{Población inicial (mes n)}}$$

La misma se copió a los 60 meses y en los dos sexos.

- 9) Para calcular los índices de mortalidad se aplicó la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Población Inicial (mes n)} + \text{defunciones(mes n)}}{- \text{Población inicial (mes n)}}$$

La misma se copió a los 60 meses y en los dos sexos. Cabe aclarar que éste índice es *negativo*.

- 10) Para calcular el índice de natalidad promedio mensual se efectuó la suma aritmética de los 60 índices mensuales clasificados por sexo, y luego se dividió por sesenta.

- 11) Para calcular el índice de mortalidad promedio mensual se efectuó la suma aritmética de los 60 índices mensuales clasificados por sexo, y luego se dividió por sesenta.

b) Armado de gráficos en Excell con la finalidad de compararlos con los gráficos que arroje el software de simulación luego de cargar los datos necesarios en el mismo.

c) Introducción del modelo y carga de los datos necesario en el software de simulación mediante la interfaz gráfica.

\* En la pantalla inicial se tecléo *File* → *New Model* (*Archivo* → *Nuevo modelo*)

\* Se debió aceptar los valores por defecto de *Initial Time*, *Final Time*, etc. (Tiempo inicial, Tiempo final, etc)

\* Se procede a dibujar el Nivel de “Población Femenina” del siguiente modo: Se pulsa el icono correspondiente a “variable caja”, se lleva el cursor al centro del área de dibujo (al centro) y se pulsa Enter. Se abre un cuadro donde se escribe Población Femenina y se pulsa Enter.

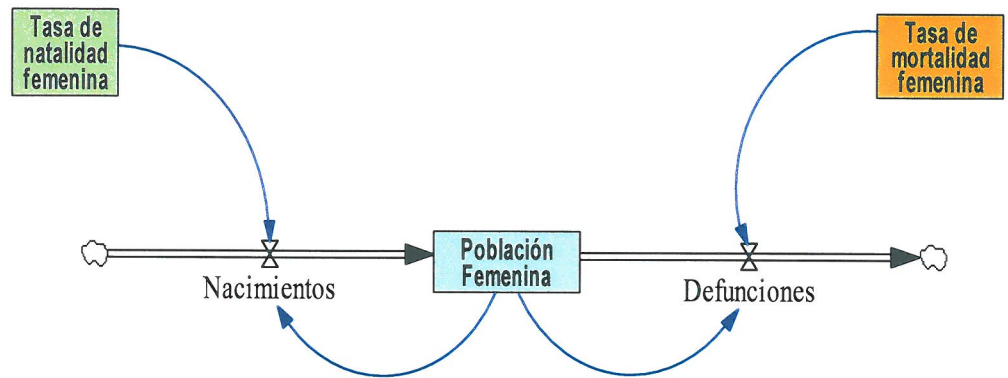
\* El paso siguiente es dibujar los flujos. Para ello se pulsa el icono correspondiente, se lleva el cursor al área de dibujo (izquierda), se pulsa Enter. Luego se mueve hasta dentro del cuadro de “Población femenina” y se pulsa Enter para que aparezca un cuadro donde se escribe: “Nacimientos” y se pulsa Enter. Del mismo modo, pero con sentido inverso, se dibuja el flujo correspondiente a “Defunciones”.

\* Para dibujar las variables auxiliares, se pulsa el icono correspondiente y se lleva al área de trabajo (sobre “Nacimientos”) se pulsa Enter y se escribe “Tasa de Natalidad”. Igual camino se recorre para dibujar la variable auxiliar “Tasa de mortalidad”.



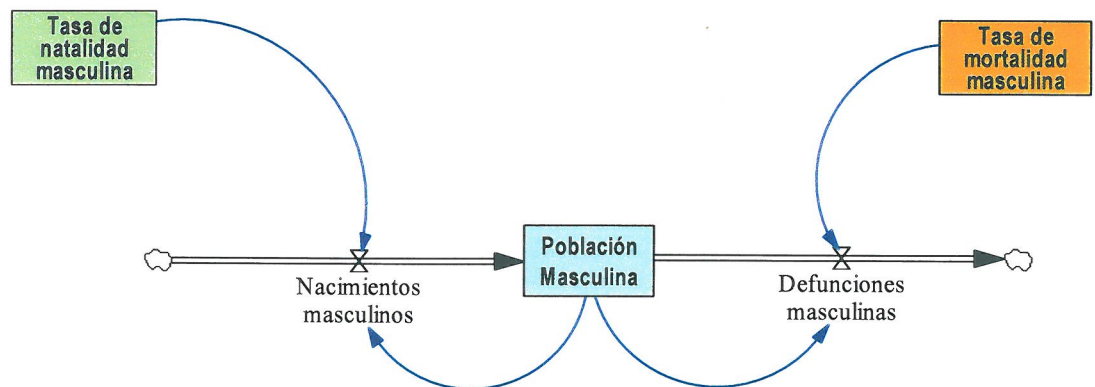
\* Para dibujar la relaciones se utilizan la flechas. Se pulsa el icono correspondiente, se lleva el cursor al área de trabajo y se sitúa con la punta de la flecha sobre el literal “Tasa de Natalidad” y se pulsa Enter. Luego se desplaza hasta “Nacimientos” y se pulsa nuevamente. Se repite para “Tasa de mortalidad” y “Defunciones”; “Población” y “Nacimientos” y “Población” y “Defunciones”. Luego se puede dar forma curva a las flechas.

Se obtiene el siguiente gráfico:



\* Se ingresan los datos de las ecuaciones y los números iniciales. Para luego poder efectuar las simulaciones.

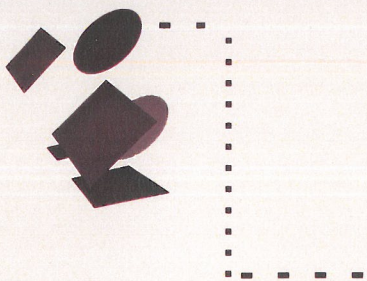
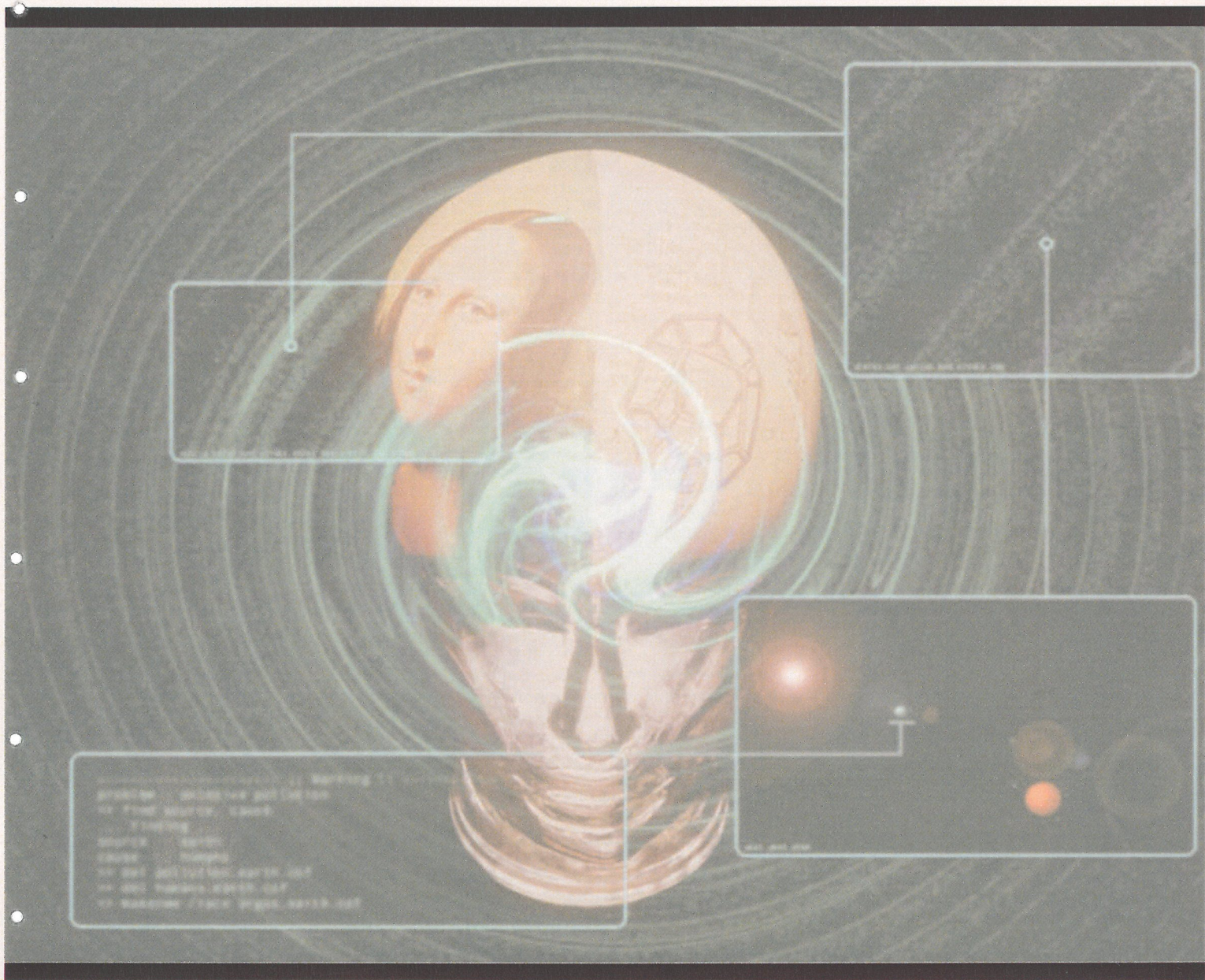
\* Se siguen idénticos pasos para graficar la dinámica de la población masculina. Se obtiene un gráfico similar al anterior.



\* Se obtiene un análisis de los datos extrapolados hasta el mes número 100 (datos reales que pueden cotejarse hasta el mes número 60). Los datos se visualizan en gráficos lineales, tablas numéricas y gráficos causales.



# ● Anexo de gráficos y tablas





**INDICE GUIA:**

❖ Tabla de recolección de datos en formato Excell.....	64
❖ Gráfico de líneas extraído de la tabla de Excell utilizada para recolectar los datos de la base del consulado. Extrapolado y con la visualización de la expresión de función de tendencia de Población total.....	66
❖ Pantalla del simulador Vensim del modelo de dinámica natural de población femenina .....	67
❖ Gráfico de la dinámica natural de la población femenina (extrapolado en 100 meses).....	68
❖ Gráfico de la dinámica de los nacimientos y defunciones femeninas (extrapolado en 100 meses).....	69
❖ Gráfico de vision integral .....	70
❖ Arbol causal de relaciones .....	70
❖ Tabla numérica de la dinámica natural de la población femenina (extrapolada hasta el mes número 100).....	71
❖ Forma documental de visualizar las variables y las relaciones (Vensim).....	75
❖ Pantalla del simulador Vensim del modelo de dinámica natural de población masculina.....	76
❖ Gráfico de la dinámica natural de la población femenina (extrapolado en 100 meses).....	77
❖ Gráfico de la dinámica de los nacimientos y defunciones femeninas (extrapolado en 100 meses).....	78
❖ Gráfico de vision integral .....	79
❖ Arbol causal de relaciones .....	79
❖ Tabla numérica de la dinámica natural de la población femenina (extrapolada hasta el mes número 100).....	80
❖ Forma documental de visualizar las variables y las relaciones (Vensim).....	82



Periodo	Inicial		Nacimientos		Defunciones		Población final		Pobl. Tot.	Índice de natalidad		Índice de mortalidad	
	F	M	F	M	F	M	F	M		F	M	F	M
1	2417	3882	33	30	6	18	2444	3894	6338	0,0137	0,0077	-0,0025	-0,0046
2	2444	3894	19	18	5	7	2458	3905	6363	0,0078	0,0046	-0,0020	-0,0018
3	2458	3905	27	32	11	40	2474	3897	6371	0,0110	0,0082	-0,0045	-0,0102
4	2474	3897	26	26	30	53	2470	3870	6340	0,0105	0,0067	-0,0121	-0,0136
5	2470	3870	22	28	23	55	2469	3843	6312	0,0089	0,0072	-0,0093	-0,0142
6	2469	3843	25	25	21	50	2473	3818	6291	0,0101	0,0065	-0,0085	-0,0130
7	2473	3818	29	23	13	31	2489	3810	6299	0,0117	0,0060	-0,0053	-0,0081
8	2489	3810	35	34	16	42	2508	3802	6310	0,0141	0,0089	-0,0064	-0,0110
9	2508	3802	34	41	14	60	2528	3783	6311	0,0136	0,0108	-0,0056	-0,0158
10	2528	3783	41	48	27	67	2542	3764	6306	0,0162	0,0127	-0,0107	-0,0177
11	2542	3764	41	26	11	35	2572	3755	6327	0,0161	0,0069	-0,0043	-0,0093
12	2572	3755	32	25	9	30	2595	3750	6345	0,0124	0,0067	-0,0035	-0,0080
13	2595	3750	29	28	6	20	2618	3758	6376	0,0112	0,0075	-0,0023	-0,0053
14	2618	3758	42	25	6	25	2654	3758	6412	0,0160	0,0067	-0,0023	-0,0067
15	2654	3758	50	45	13	31	2691	3772	6463	0,0188	0,0120	-0,0049	-0,0082
16	2691	3772	48	40	8	37	2731	3775	6506	0,0178	0,0106	-0,0030	-0,0098
17	2731	3775	70	57	10	36	2791	3796	6587	0,0256	0,0151	-0,0037	-0,0095
18	2791	3796	58	53	13	55	2836	3794	6630	0,0208	0,0140	-0,0047	-0,0145
19	2836	3794	14	26	2	23	2848	3797	6645	0,0049	0,0069	-0,0007	-0,0061
20	2848	3797	43	41	13	45	2878	3793	6671	0,0151	0,0108	-0,0046	-0,0119
21	2878	3793	53	38	5	31	2926	3800	6726	0,0184	0,0100	-0,0017	-0,0082
22	2926	3800	40	36	15	37	2951	3799	6750	0,0137	0,0095	-0,0051	-0,0097
23	2951	3799	35	31	7	48	2979	3782	6761	0,0119	0,0082	-0,0024	-0,0126
24	2979	3782	14	17	4	13	2989	3786	6775	0,0047	0,0045	-0,0013	-0,0034
25	2989	3786	32	20	19	46	3002	3760	6762	0,0107	0,0053	-0,0064	-0,0122
26	3002	3760	22	35	7	35	3017	3760	6777	0,0073	0,0093	-0,0023	-0,0093
27	3017	3760	35	38	13	44	3039	3754	6793	0,0116	0,0101	-0,0043	-0,0117
28	3039	3754	41	56	17	34	3063	3776	6839	0,0135	0,0149	-0,0056	-0,0091
29	3063	3776	60	76	16	62	3107	3790	6897	0,0196	0,0201	-0,0052	-0,0164
30	3107	3790	57	66	22	51	3142	3805	6947	0,0183	0,0174	-0,0071	-0,0135
31	3142	3805	92	120	21	45	3213	3880	7093	0,0293	0,0315	-0,0067	-0,0118
32	3213	3880	108	104	21	49	3300	3935	7235	0,0336	0,0268	-0,0065	-0,0126
33	3300	3935	68	84	14	58	3354	3961	7315	0,0206	0,0213	-0,0042	-0,0147
34	3354	3961	71	90	22	62	3403	3989	7392	0,0212	0,0227	-0,0066	-0,0157
35	3403	3989	69	80	20	52	3452	4017	7469	0,0203	0,0201	-0,0059	-0,0130
36	3452	4017	48	57	19	32	3481	4042	7523	0,0139	0,0142	-0,0055	-0,0080
37	3481	4042	73	68	16	47	3538	4063	7601	0,0210	0,0168	-0,0046	-0,0116
38	3538	4063	60	59	5	26	3593	4096	7689	0,0170	0,0145	-0,0014	-0,0064
39	3593	4096	102	88	24	50	3671	4134	7805	0,0284	0,0215	-0,0067	-0,0122
40	3671	4134	93	89	34	52	3730	4171	7901	0,0253	0,0215	-0,0093	-0,0126
41	3730	4171	71	81	18	69	3783	4183	7966	0,0190	0,0194	-0,0048	-0,0165
42	3783	4183	75	97	27	54	3831	4226	8057	0,0198	0,0232	-0,0071	-0,0129

Periodo	Inicial		Nacimientos		Defunciones		Población final		Popl. Tot.		Índice de natalidad		Índice de mortalidad	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
43 01/07/2002:01/08/2002	3831	4226	96	115	22	54	3905	4287	8192	0,0251	0,0272	-0,0057	-0,0128	
44 01/08/2002:01/09/2002	3905	4287	95	115	30	77	3970	4325	8295	0,0243	0,0268	-0,0077	-0,0180	
45 01/09/2002:01/10/2002	3970	4325	131	111	50	87	4051	4349	8400	0,0330	0,0257	-0,0126	-0,0201	
46 01/10/2002:01/11/2002	4051	4349	149	186	48	69	4152	4466	8618	0,0368	0,0428	-0,0118	-0,0159	
47 01/11/2002:01/12/2002	4152	4466	121	143	65	101	4208	4508	8716	0,0291	0,0320	-0,0157	-0,0226	
48 01/12/2002:01/01/2003	4208	4508	124	110	48	96	4284	4522	8806	0,0295	0,0244	-0,0114	-0,0213	
49 01/01/2003:01/02/2003	4284	4522	128	143	34	76	4378	4589	8967	0,0299	0,0316	-0,0079	-0,0168	
50 01/02/2003:01/03/2003	4378	4589	114	116	24	75	4468	4630	9098	0,0260	0,0253	-0,0055	-0,0163	
51 01/03/2003:01/04/2003	4468	4630	130	158	36	80	4562	4708	9270	0,0291	0,0341	-0,0081	-0,0173	
52 01/04/2003:01/05/2003	4562	4708	169	169	51	130	4680	4747	9427	0,0370	0,0359	-0,0112	-0,0276	
53 01/05/2003:01/06/2003	4680	4747	159	157	35	85	4804	4819	9623	0,0340	0,0331	-0,0075	-0,0179	
54 01/06/2003:01/07/2003	4804	4819	143	141	50	80	4897	4890	9777	0,0298	0,0293	-0,0104	-0,0166	
55 01/07/2003:01/08/2003	4897	4880	146	153	46	110	4997	4923	9920	0,0298	0,0314	-0,0094	-0,0225	
56 01/08/2003:01/09/2003	4997	4923	167	175	65	142	5099	4956	10055	0,0334	0,0355	-0,0130	-0,0288	
57 01/09/2003:01/10/2003	5099	4956	181	183	37	217	5243	4922	10165	0,0355	0,0369	-0,0073	-0,0438	
58 01/10/2003:01/11/2003	5243	4922	125	170	47	118	5321	4974	10295	0,0238	0,0345	-0,0090	-0,0240	
59 01/11/2003:01/12/2003	5321	4974	167	176	54	87	5434	5063	10497	0,0314	0,0354	-0,0101	-0,0175	
60 01/12/2003:01/01/2004	5434	5063	117	132	26	60	5525	5135	10660	0,0215	0,0261	-0,0048	-0,0119	
									1,2146	1,1072	-0,3806	-0,8253		

	F	M
Tasa de Natalidad	0,1461	0,0929
Promedio anual	0,2429	0,2214
Promedio mensual	0,0202	0,0185
Tasa de mortalidad	-0,0747	-0,1274
Promedio anual	-0,0366	-0,1060
Promedio mensual	-0,0663	-0,1479
	-0,0988	-0,1829
	-0,1041	-0,2610
Promedio anual	-0,3806	-0,8253
Promedio mensual	-0,0761	-0,1651
	-0,0063	-0,0138

Suma aritmética de los 12 índices mensuales

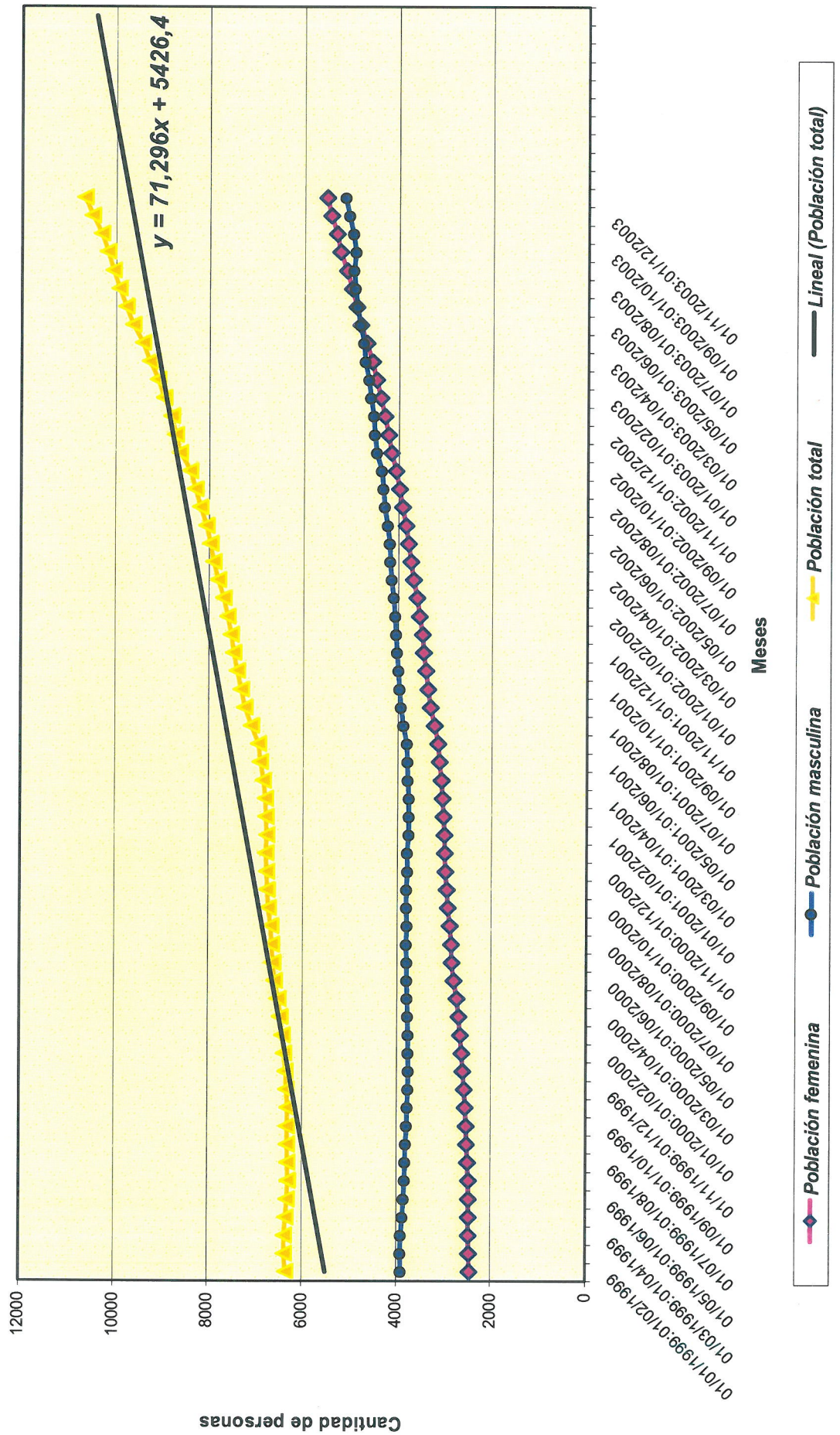
Suma aritmética de los 60 índices mensuales  
Dividido 5 años  
Dividido 60 meses

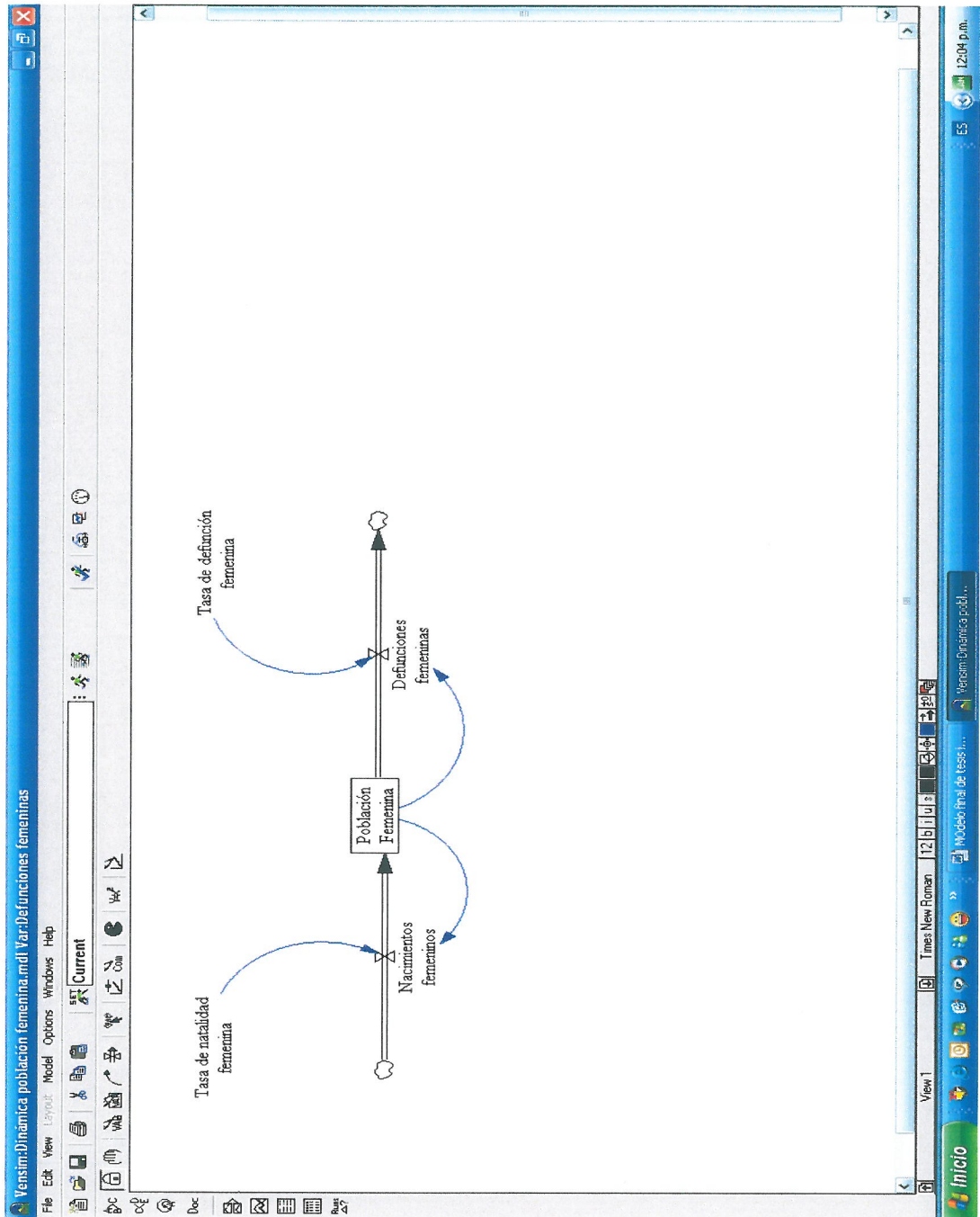
Suma aritmética de los 12 índices mensuales

Suma aritmética de los 60 índices mensuales  
Dividido 5 años  
Dividido 60 meses



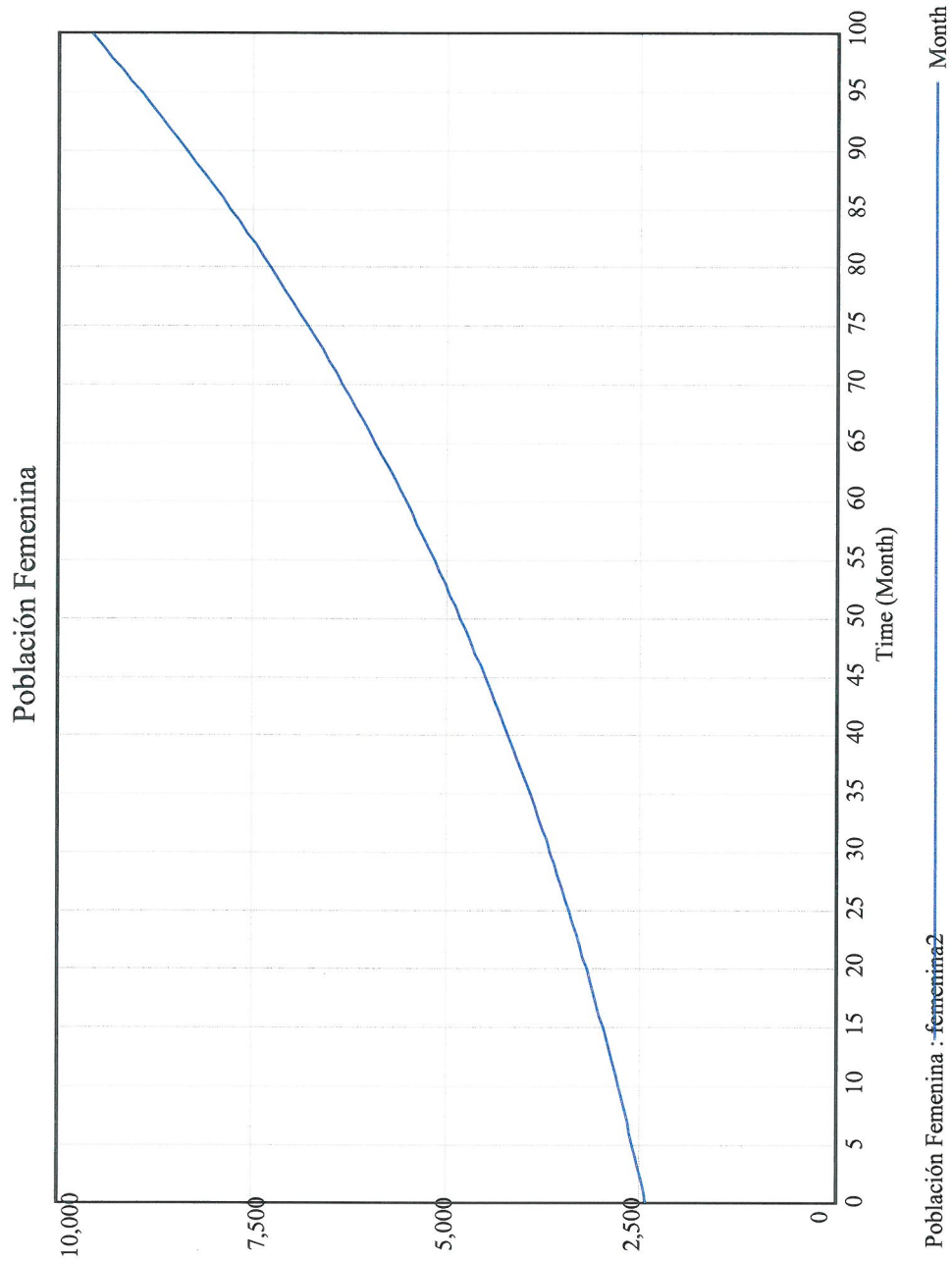
Población total - Análisis de la variación natural





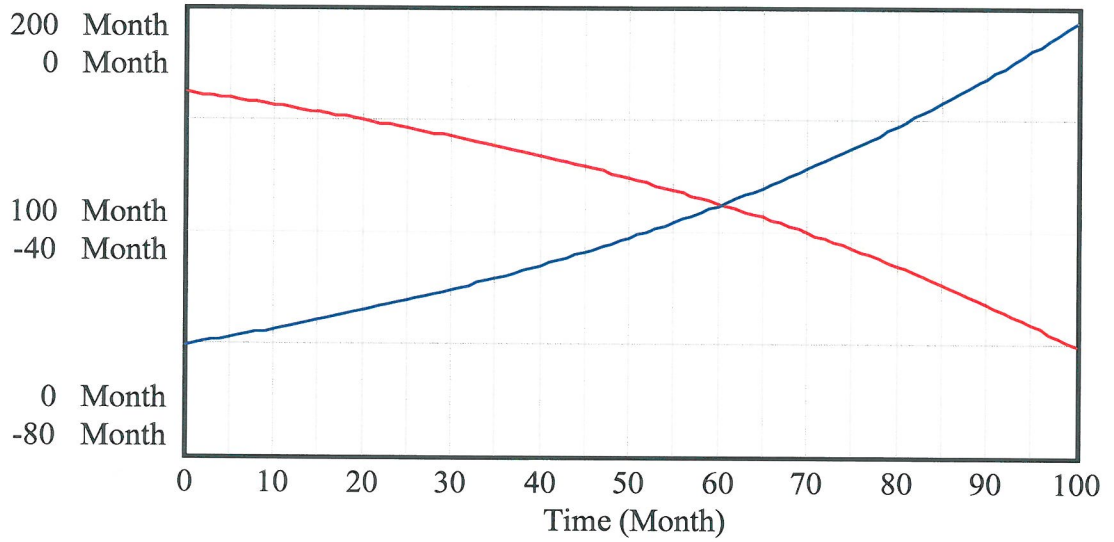
**Pantalla del simulador Vensim del modelo de dinámica natural de población femenina**





**Gráfico de la dinámica natural de la población femenina (extrapolado en 100 meses)**

### Nacimientos y defunciones femeninas

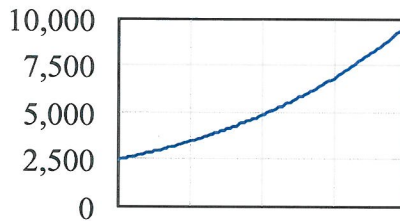


Nacimientos femeninos : *femenina2* ————— Month  
 Defunciones femeninas : *femenina2* ————— Month

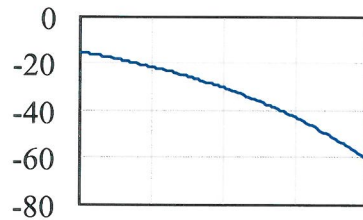
### Gráfico de la dinámica de los nacimientos y defunciones femeninas (extrapolado en 100 meses)

*femenina2* —————

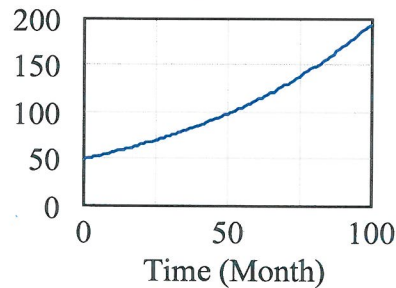
Población Femenina



Defunciones femeninas

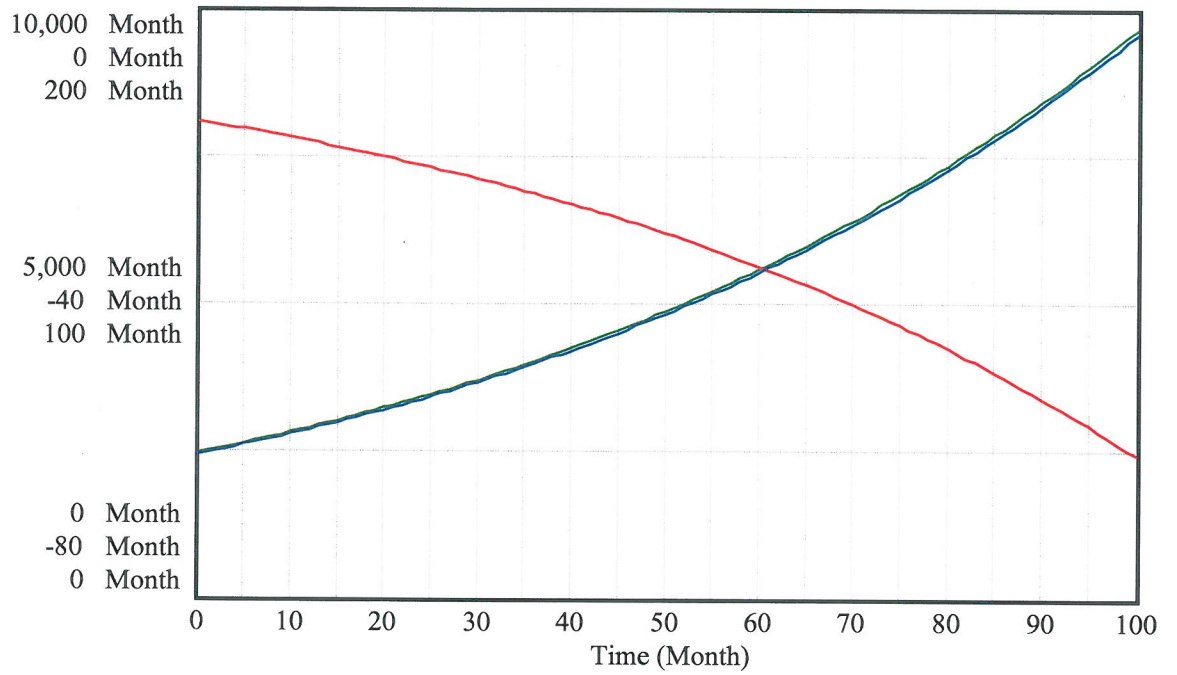


Nacimientos femeninos



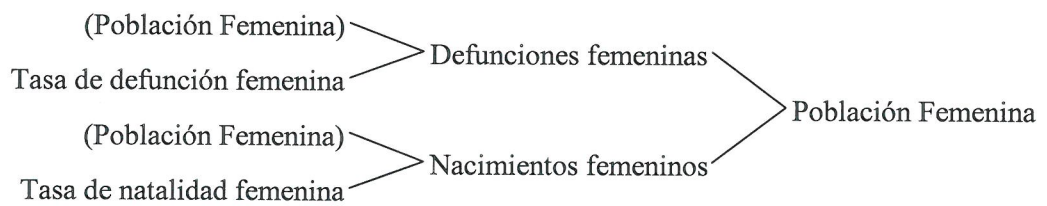


Vision integral de la dinámica natural de la población femenina



Población Femenina : femenina2 \_\_\_\_\_ Month  
 Defunciones femeninas : femenina2 \_\_\_\_\_ Month  
 Nacimientos femeninos : femenina2 \_\_\_\_\_ Month

Gráfico de vision integral



Arbol causal de la dinámica natural de la población femenina.

<b>Time</b>	<b>Poblacion femenina</b>	<b>Nacimientos femeninos</b>	<b>Defunciones femeninas</b>
0	2417	48.8234	-15.331
1	2450.49	49.4999	-15.5435
2	2484.45	50.1859	-15.7589
3	2518.88	50.8813	-15.9772
4	2553.78	51.5864	-16.1986
5	2589.17	52.3012	-16.4231
6	2625.05	53.0259	-16.6507
7	2661.42	53.7607	-16.8814
8	2698.3	54.5057	-17.1153
9	2735.69	55.261	-17.3525
10	2773.6	56.0267	-17.5929
11	2812.03	56.8031	-17.8367
12	2851	57.5902	-18.0839
13	2890.51	58.3882	-18.3345
14	2930.56	59.1973	-18.5885
15	2971.17	60.0176	-18.8461
16	3012.34	60.8493	-19.1073
17	3054.08	61.6924	-19.372
18	3096.4	62.5473	-19.6405
19	3139.31	63.414	-19.9126
20	3182.81	64.2928	-20.1886
21	3226.91	65.1837	-20.4683
22	3271.63	66.0869	-20.7519
23	3316.96	67.0027	-21.0395
24	3362.93	67.9311	-21.3311
25	3409.53	68.8725	-21.6266
26	3456.77	69.8268	-21.9263
27	3504.67	70.7944	-22.2302
28	3553.24	71.7754	-22.5382
29	3602.48	72.77	-22.8505
30	3652.4	73.7784	-23.1671
31	3703.01	74.8007	-23.4882
32	3754.32	75.8372	-23.8136



33	3806.34	76.8881	-24.1436
34	3859.09	77.9536	-24.4782
35	3912.56	79.0338	-24.8174
36	3966.78	80.1289	-25.1613
37	4021.75	81.2393	-25.5099
38	4077.48	82.365	-25.8634
39	4133.98	83.5063	-26.2218
40	4191.26	84.6635	-26.5852
41	4249.34	85.8367	-26.9536
42	4308.22	87.0261	-27.3271
43	4367.92	88.232	-27.7057
44	4428.45	89.4547	-28.0897
45	4489.81	90.6943	-28.4789
46	4552.03	91.951	-28.8735
47	4615.11	93.2252	-29.2736
48	4679.06	94.517	-29.6793
49	4743.9	95.8267	-30.0905
50	4809.63	97.1546	-30.5075
51	4876.28	98.5009	-30.9302
52	4943.85	99.8658	-31.3588
53	5012.36	101.25	-31.7934
54	5081.81	102.653	-32.2339
55	5152.23	104.075	-32.6806
56	5223.63	105.517	-33.1335
57	5296.01	106.979	-33.5926
58	5369.4	108.462	-34.0581
59	5443.8	109.965	-34.53
<b>60</b>	<b>5519.24</b>	<b>111.489</b>	<b>-35.0085</b>
61	5595.72	113.033	-35.4936
62	5673.26	114.6	-35.9855
63	5751.87	116.188	-36.4841
64	5831.57	117.798	-36.9897
65	5912.38	119.43	-37.5022
66	5994.31	121.085	-38.0219
67	6077.37	122.763	-38.5488
68	6161.59	124.464	-39.0829

69	6246.97	126.189	-39.6245
70	6333.53	127.937	-40.1736
71	6421.3	129.71	-40.7303
72	6510.28	131.508	-41.2947
73	6600.49	133.33	-41.8669
74	6691.95	135.177	-42.447
75	6784.68	137.051	-43.0352
76	6878.7	138.95	-43.6316
77	6974.02	140.875	-44.2362
78	7070.65	142.827	-44.8492
79	7168.63	144.806	-45.4706
80	7267.97	146.813	-46.1007
81	7368.68	148.847	-46.7395
82	7470.79	150.91	-47.3872
83	7574.31	153.001	-48.0439
84	7679.27	155.121	-48.7096
85	7785.68	157.271	-49.3846
86	7893.57	159.45	-50.0689
87	8002.95	161.66	-50.7627
88	8113.84	163.9	-51.4661
89	8226.28	166.171	-52.1793
90	8340.27	168.473	-52.9023
91	8455.84	170.808	-53.6354
92	8573.01	173.175	-54.3786
93	8691.81	175.575	-55.1321
94	8812.25	178.007	-55.8961
95	8934.36	180.474	-56.6707
96	9058.17	182.975	-57.456
97	9183.69	185.51	-58.2521
98	9310.94	188.081	-59.0593
99	9439.97	190.687	-59.8777
<b>100</b>	<b>9570.78</b>	<b>193.33</b>	<b>-60.7074</b>

**Tabla numérica de la dinámica natural de la población femenina  
(extrapolada hasta el mes número 100)**



(01) Defunciones femeninas= Población Femenina\*Tasa de defunción femenina

Units: Month

(02) FINAL TIME = 100

Units: Month

The final time for the simulation.

(03) INITIAL TIME = 0

Units: Month

The initial time for the simulation.

(04) Nacimientos Femeninos= Población Femenina\*Tasa de natalidad femenina

Units: Month

(05) Población Femenina= INTEG (+Nacimientos femeninos+Defunciones femeninas,2417)

Units: Month

(06) SAVEPER = TIME STEP

Units: Month [0,?]

The frequency with which output is stored.

(07) Tasa de defunción femenina= -0.006343

Units: Month

(08) Tasa de natalidad femenina= 0.0202

Units: Month

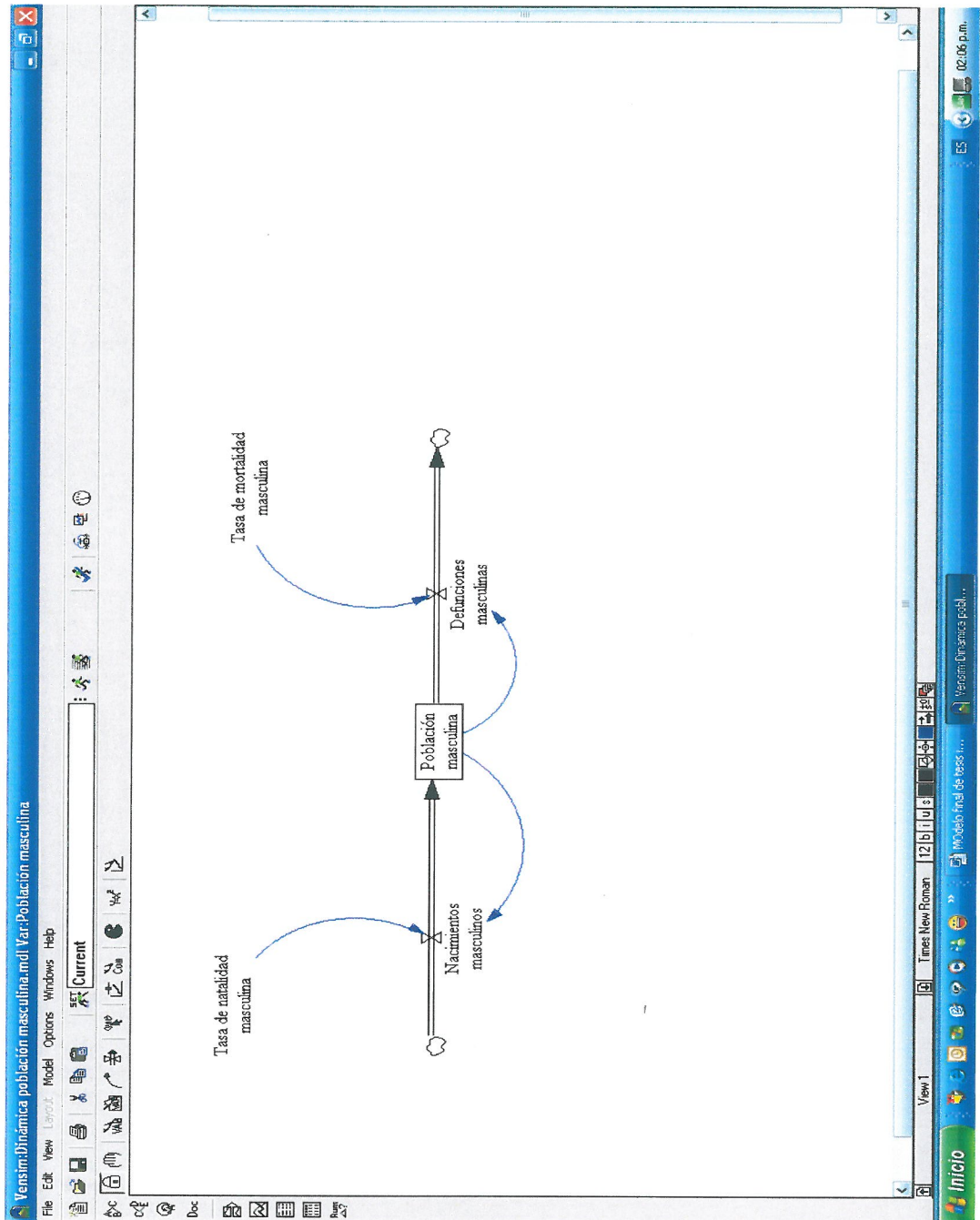
(09) TIME STEP = 1

Units: Month [0,?]

The time step for the simulation.

**Forma documental de visualizar las variables y las relaciones**

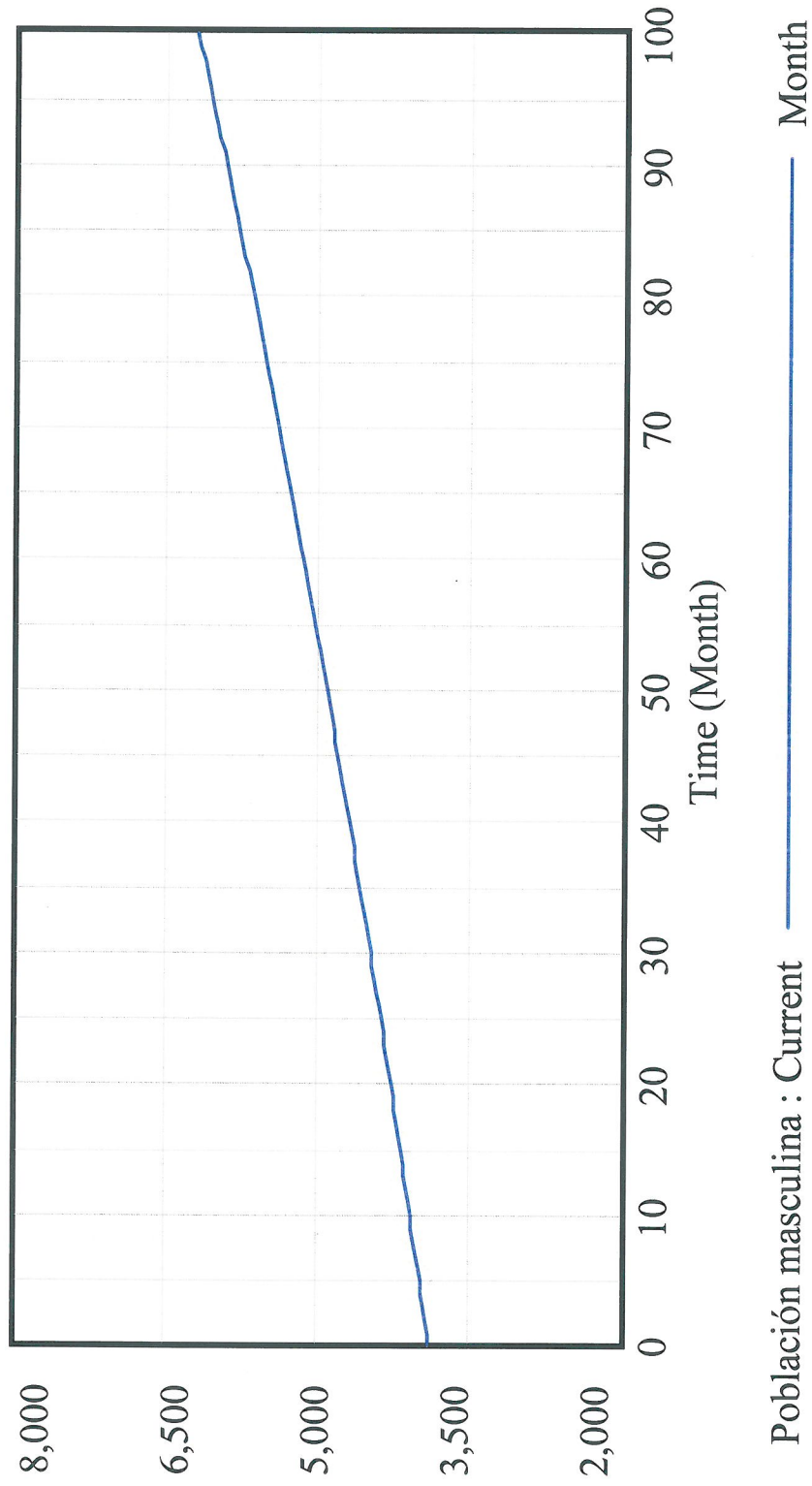
**(Vensim)**

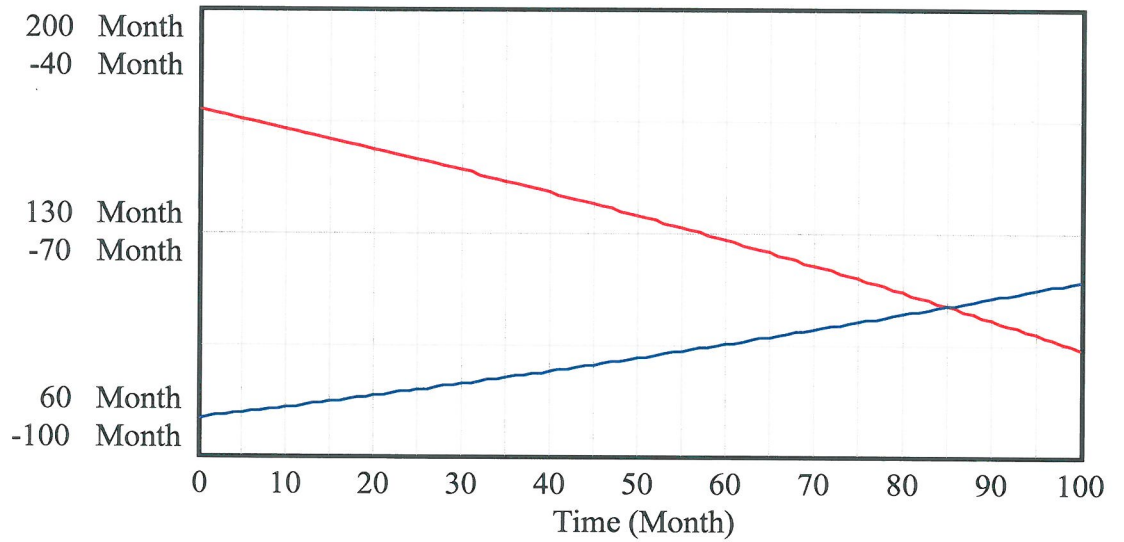


**Pantalla del simulador Vensim del modelo de dinámica natural de población masculina.**



Dinámica natural de la población masculina (extrapolada a 100 meses)

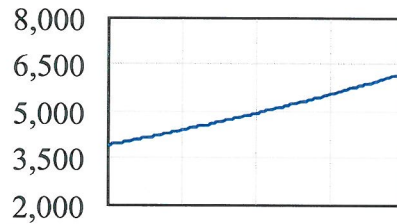




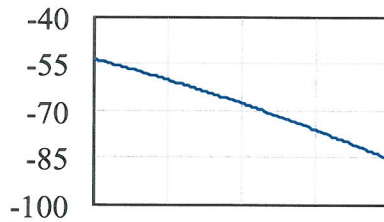
Nacimientos masculinos : Current ————— Month  
 Defunciones masculinas : Current ————— Month

Current —————

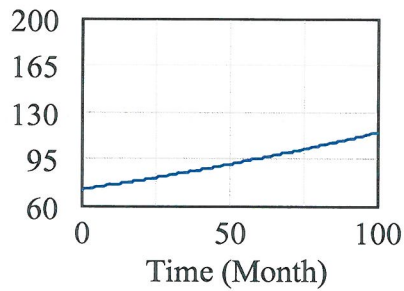
Población masculina



Defunciones masculinas

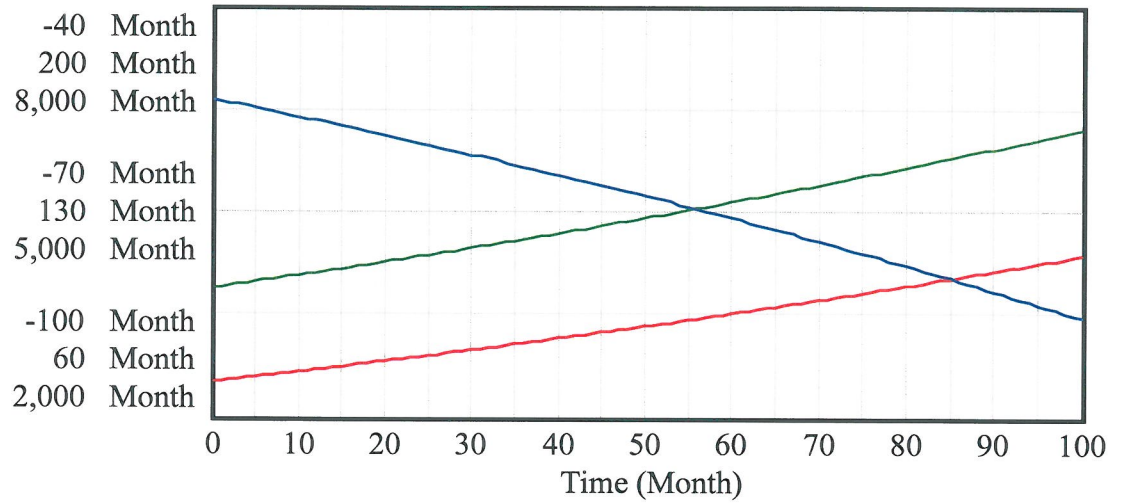


Nacimientos masculinos

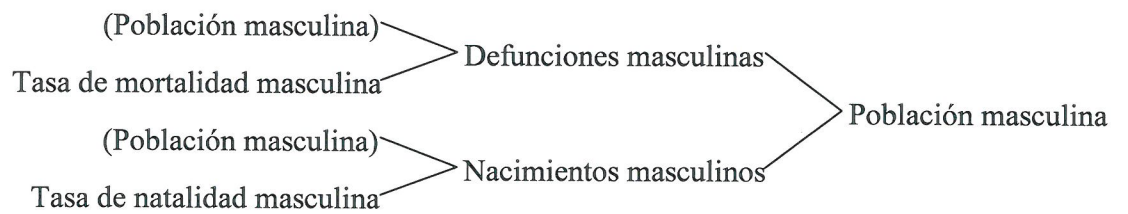




Visión integral de la dinámica natural de la población masculina



Defunciones masculinas : Current ————— Month  
 Nacimientos masculinos : Current ————— Month  
 Población masculina : Current ————— Month



**Arbol causal de la dinámica natural de la población masculina**

<b>Time</b>	<b>Poblacion masculina</b>	<b>Nacimientos masculinos</b>	<b>Defunciones masculinas</b>
0	Current 3882	Current 71.817	Current -53.5716
1	3900.25	72.1545	-53.8234
2	3918.58	72.4937	-54.0764
3	3936.99	72.8344	-54.3305
4	3955.5	73.1767	-54.5859
5	3974.09	73.5206	-54.8424
6	3992.77	73.8662	-55.1002
7	4011.53	74.2134	-55.3591
8	4030.39	74.5622	-55.6193
9	4049.33	74.9126	-55.8808
10	4068.36	75.2647	-56.1434
11	4087.48	75.6184	-56.4073
12	4106.69	75.9738	-56.6724
13	4126	76.3309	-56.9387
14	4145.39	76.6897	-57.2063
15	4164.87	77.0501	-57.4752
16	4184.45	77.4122	-57.7453
17	4204.11	77.7761	-58.0168
18	4223.87	78.1416	-58.2894
19	4243.72	78.5089	-58.5634
20	4263.67	78.8779	-58.8386
21	4283.71	79.2486	-59.1152
22	4303.84	79.6211	-59.393
23	4324.07	79.9953	-59.6722
24	4344.39	80.3713	-59.9526
25	4364.81	80.749	-60.2344
26	4385.33	81.1285	-60.5175
27	4405.94	81.5098	-60.8019
28	4426.64	81.8929	-61.0877
29	4447.45	82.2778	-61.3748
30	4468.35	82.6645	-61.6633



31	4489.35	83.053	-61.9531
32	4510.45	83.4434	-62.2443
33	4531.65	83.8356	-62.5368
34	4552.95	84.2296	-62.8307
35	4574.35	84.6255	-63.126
36	4595.85	85.0232	-63.4227
37	4617.45	85.4229	-63.7208
38	4639.15	85.8243	-64.0203
39	4660.96	86.2277	-64.3212
40	4682.86	86.633	-64.6235
41	4704.87	87.0402	-64.9273
42	4726.99	87.4492	-65.2324
43	4749.2	87.8603	-65.539
44	4771.52	88.2732	-65.847
45	4793.95	88.6881	-66.1565
46	4816.48	89.1049	-66.4675
47	4839.12	89.5237	-66.7799
48	4861.86	89.9445	-67.0937
49	4884.71	90.3672	-67.4091
50	4907.67	90.7919	-67.7259
51	4930.74	91.2187	-68.0442
52	4953.91	91.6474	-68.364
53	4977.2	92.0781	-68.6853
54	5000.59	92.5109	-69.0081
55	5024.09	92.9457	-69.3325
56	5047.71	93.3825	-69.6583
57	5071.43	93.8214	-69.9857
58	5095.27	94.2624	-70.3147
59	5119.21	94.7054	-70.6451
<b>60</b>	<b>5143.27</b>	<b>95.1506</b>	<b>-70.9772</b>
61	5167.45	95.5978	-71.3108
62	5191.73	96.0471	-71.6459
63	5216.14	96.4985	-71.9827

64	5240.65	96.952	-72.321
65	5265.28	97.4077	-72.6609
66	5290.03	97.8655	-73.0024
67	5314.89	98.3255	-73.3455
68	5339.87	98.7876	-73.6902
69	5364.97	99.2519	-74.0366
70	5390.18	99.7184	-74.3845
71	5415.52	100.187	-74.7341
72	5440.97	100.658	-75.0854
73	5466.54	101.131	-75.4383
74	5492.24	101.606	-75.7929
75	5518.05	102.084	-76.1491
76	5543.99	102.564	-76.507
77	5570.04	103.046	-76.8666
78	5596.22	103.53	-77.2279
79	5622.52	104.017	-77.5908
80	5648.95	104.506	-77.9555
81	5675.5	104.997	-78.3219
82	5702.17	105.49	-78.69
83	5728.97	105.986	-79.0598
84	5755.9	106.484	-79.4314
85	5782.95	106.985	-79.8048
86	5810.13	107.487	-80.1798
87	5837.44	107.993	-80.5567
88	5864.88	108.5	-80.9353
89	5892.44	109.01	-81.3157
90	5920.14	109.523	-81.6979
91	5947.96	110.037	-82.0819
92	5975.92	110.554	-82.4676
93	6004	111.074	-82.8552
94	6032.22	111.596	-83.2447
95	6060.57	112.121	-83.6359
96	6089.06	112.648	-84.029



97	6117.68	113.177	-84.4239
98	6146.43	113.709	-84.8207
99	6175.32	114.243	-85.2194
100	6204.34	114.78	-85.6199

**Tabla numérica de la dinámica natural de la población masculina  
(extrapolada hasta el mes número 100)**

(01) Defunciones masculinas= Población masculina\*Tasa de mortalidad masculina

Units: Month

(02) FINAL TIME = 100

Units: Month

The final time for the simulation.

(03) INITIAL TIME = 0

Units: Month

The initial time for the simulation.

(04) Nacimientos masculinos= Población masculina\*Tasa de natalidad masculina

Units: Month

(05) Población masculina= INTEG ( +Nacimientos masculinos+ Defunciones masculinas,3882)

Units: Month

(06) SAVEPER = TIME STEP

Units: Month [0,?]

The frequency with which output is stored.

(07) Tasa de mortalidad masculina= -0.0138

Units: Month

(08) Tasa de natalidad masculina= 0.0185

Units: Month

(09) TIME STEP = 1

Units: Month [0,?]

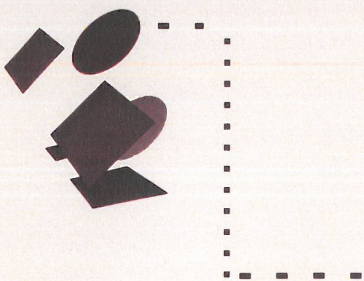
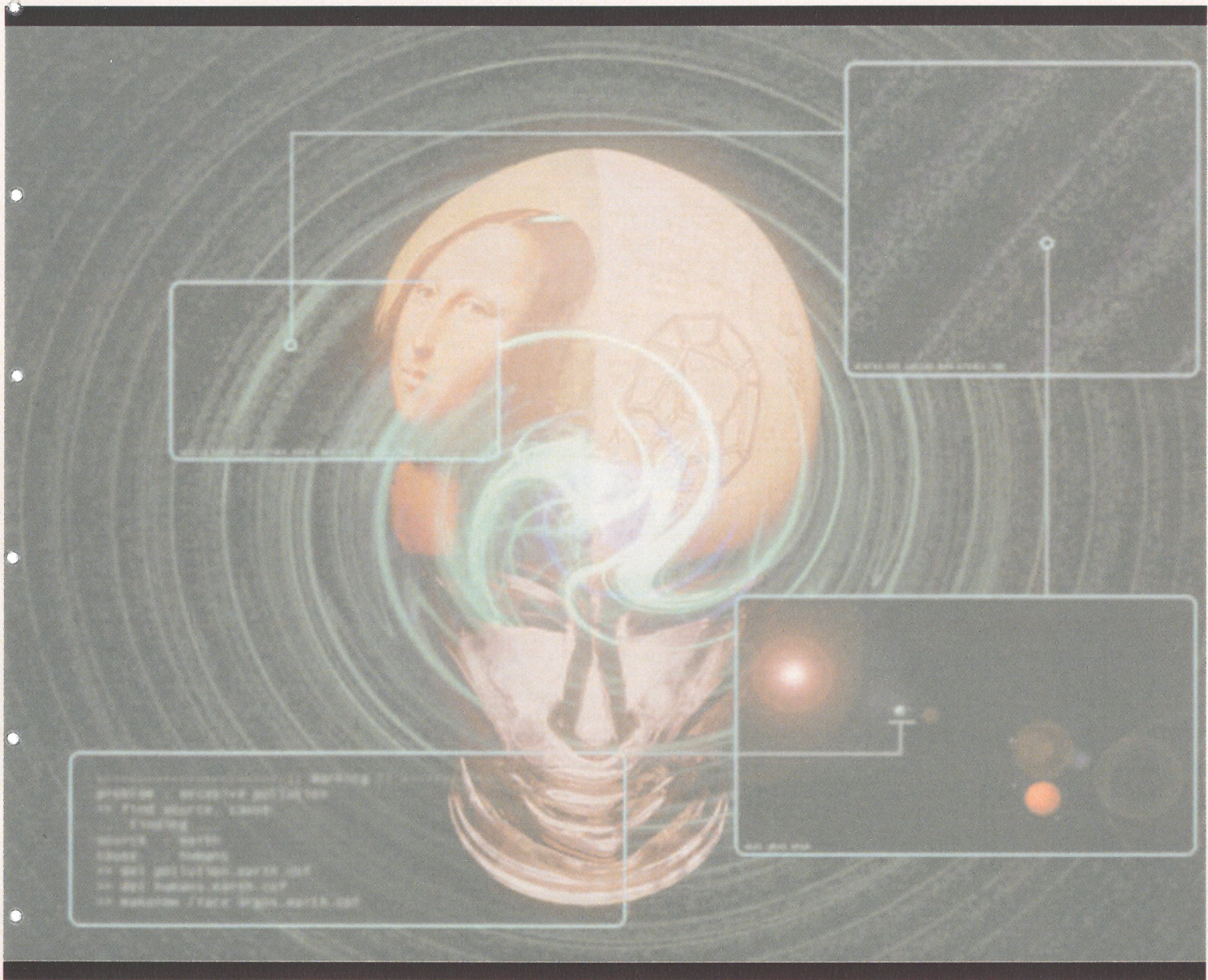
The time step for the simulation.

**Forma documental de visualizar las variables y las relaciones**

**(Vensim)**



# ● Conclusiones finales por objetivos generales y específicos





Luego de haber efectuado un análisis de los sistemas y sus estructuras genéricas puedo concluir que, resulta altamente beneficioso aplicar la metodología que permite el diseño y testeo de políticas en contextos y asuntos complejos. Es crítico para los gerentes y directores (líderes) identificar las condiciones reales de los problemas actuales, sobrepasando los eventos, enfocándose en las estructuras y procesos que, una vez identificados, le permitirán diseñar una solución más efectiva y sostenible. La utilización de un lenguaje que incluye distintas herramientas de pensamiento sistémico, además de simulación dinámica por computadora.

Es fundamental que los procesos de comunicación dentro de una organización sean extremadamente fluidos. En la realidad existe fragmentación, islas separadas por función y una comunicación deficiente. Esta fragmentación conduce a una miopía organizacional, que hace que los miembros de la organización no vean más allá de sus roles, responsabilidad y lenguaje. Una comunicación exitosa abraza la diversidad y la multidisciplina.

Aún sabiendo que en un ecosistema socio-económico complejo resulta difícil planificar, ayuda mucho el plantear escenarios posibles, y para cada uno de ellos definir metas, objetivos, indicadores de desempeño, procesos necesarios y recursos asociados. Resulta muy conveniente incluir e integrar perspectivas muy diversas para enriquecer el proceso de planificación.

Estos asuntos complejos son cambiantes a través del tiempo, se caracterizan por poseer lazos de *feedback* (retroalimentación) de información, demoras, no linealidades, incertidumbre y borrosidad en su definición.

En conclusión, la Dinámica de Sistemas es un aporte concreto de una metodología donde se articulan perfectamente el análisis y la síntesis, donde se analiza cómo las relaciones en el seno de un sistema permiten explicar su comportamiento.

He podido visualizar, a través del estudio de un caso, las siguientes etapas en el proceso de modelado, dependiendo de la complejidad propia de cada proyecto:

- 1- Capacitación y sensibilización de los integrantes del equipo que participará en el armado del modelo de simulación.
- 2- Definición del problema.
- 3- Conceptualización del sistema, determinación de los elementos y las influencias. Se obtiene como resultado el Diagrama de influencias; la primera versión de la arquitectura dinámica básica del modelo.



- 4- Formalización del modelo. Partiendo del Diagrama de influencias a través de la incorporación de las ecuaciones, obtenemos el modelo de simulación programado en una computadora.
- 5- Análisis del comportamiento del modelo, con testeo de la versión preliminar para efectuar correcciones y ajustes. Momento en el que se realizan la simulación informática para determinar las trayectorias que genera el modelo.
- 6- Evaluación del modelo, sometiéndolo a ensayos y a diferentes análisis, como de hipótesis, ajuste de trayectorias generadas y reales y de sensibilidad.
- 7- Explotación del modelo, para analizar políticas alternativas ante diferentes escenarios.

No puede ser un recorrido secuencial de los pasos de modelación, sino que; generalmente, se debe retroceder en las fases y efectuar reconsideraciones sobre supuestos antes tenidos por válidos.

Con respecto a la Dinámica Estratégica (Kim Warren), como enfoque basado en la importancia de los recursos estratégicos, es absolutamente útil al momento de identificarlos y planear su crecimiento. Dependiendo de las aptitudes que posea la organización, ante las cuestiones que normalmente se le plantean a los líderes, tales como:

- ¿Por qué históricamente mi organización ha seguido este patrón?
- ¿A dónde nos llevará este patrón en el futuro?
- ¿Cómo podemos alterarlo para mejorarlo?

Generalmente se entiende la importancia que se da a construir y conservar los recursos. Reconociendo la interdependencia que los caracteriza, se hace imposible identificar recursos centrales ya que, si cualquier recurso clave está en malas condiciones, todo el negocio está en peligro.

Los recursos humanos, son esporádicamente considerados estratégicos. La falta de incentivo y capacitación hacen que los recursos más antiguos y con mayor stock de conocimiento, abandonen la organización. La dificultad de sustituirlos es uno de los factores que los identifica como recursos estratégicos.

Durante una de las jornadas del V Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas, que se desarrollara el pasado mes de noviembre en el ITBA (Instituto Tecnológico de Buenos Aires), una ponencia dejó muy clara la visión que muchos jerárquicos erróneamente ejecutan. Fue citado un ejemplo donde se explicó que, muchas organizaciones, para ver reflejado un mayor

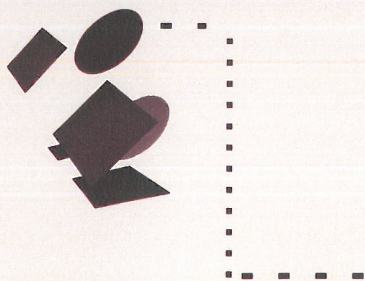
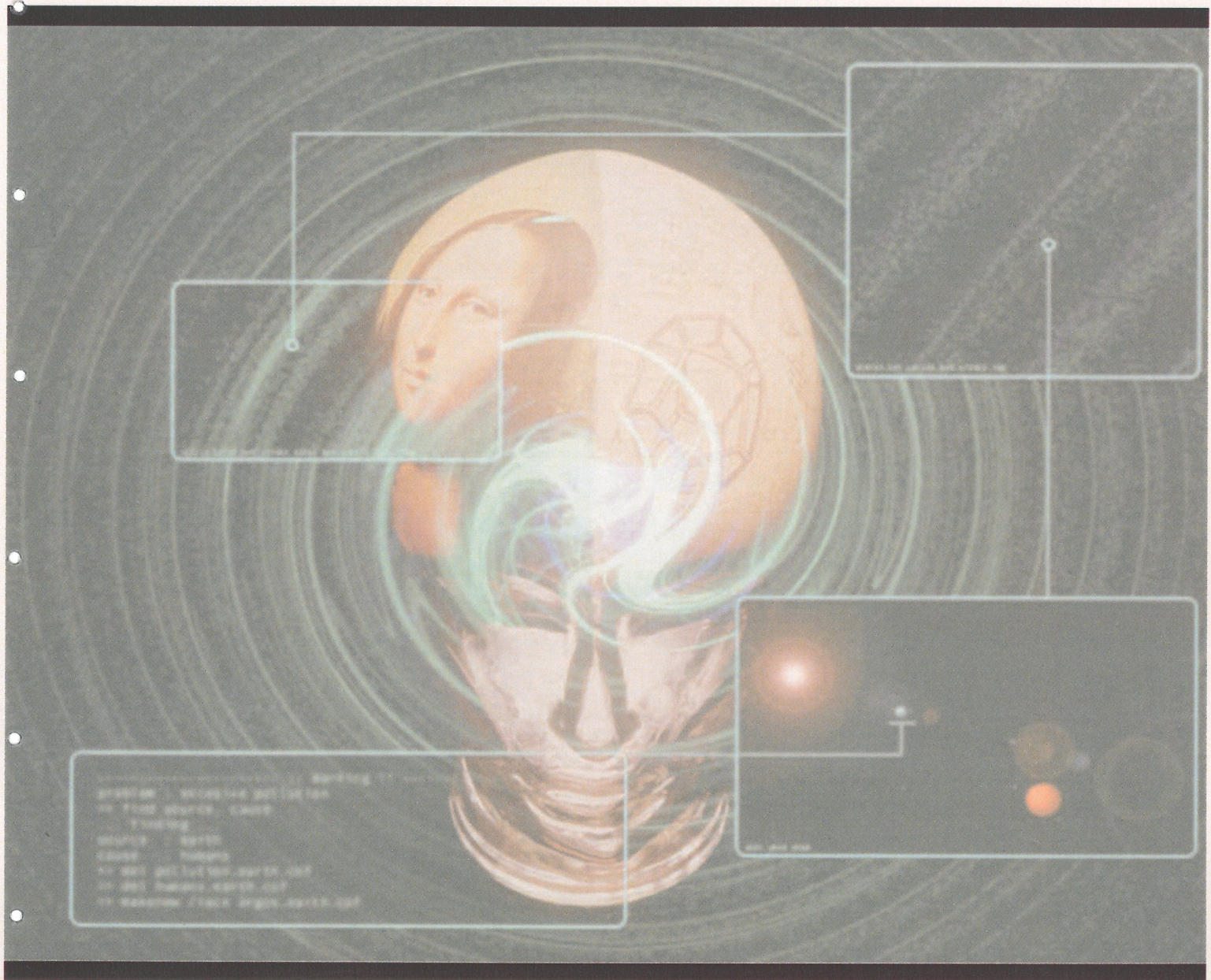
beneficio económico en el corto plazo, deciden cancelar ciclos de capacitación e incentivos al personal. Esta medida acarrea serios resultados en el mediano y largo plazo. Provoca una condición de discapacidad laboral permanente, arroja un ancla al crecimiento de la organización.

Este punto fue sagazmente comparado con una persona que desea adelgazar y, para ver los resultados con mayor velocidad, decide amputarse un brazo. En el corto plazo se percibe la disminución en el peso. Pero en el mediano y largo plazo se establece una condición de incapacidad permanente; se limitan las capacidades de la persona.

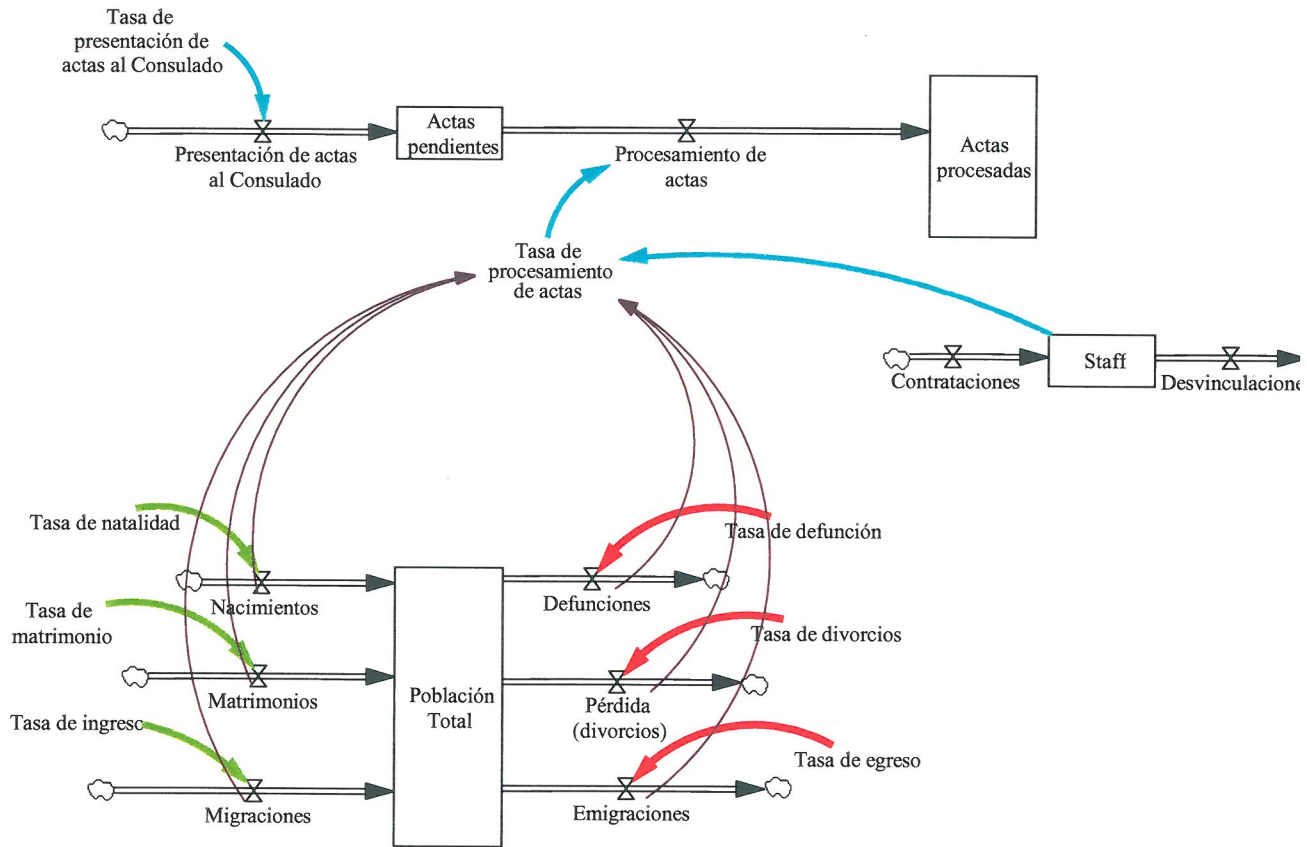
Al igual que las limitaciones que sufre la persona con deseo de adelgazar, son las limitaciones que sufre la fuerza laboral ante la supresión de los programas de incentivos y la capacitación.



# ● Aplicaciones y sugerencias al estudio de caso

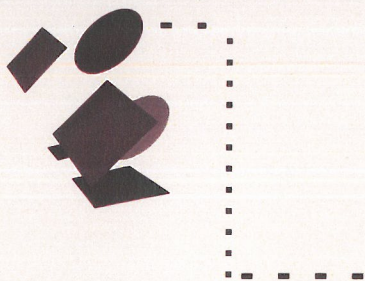
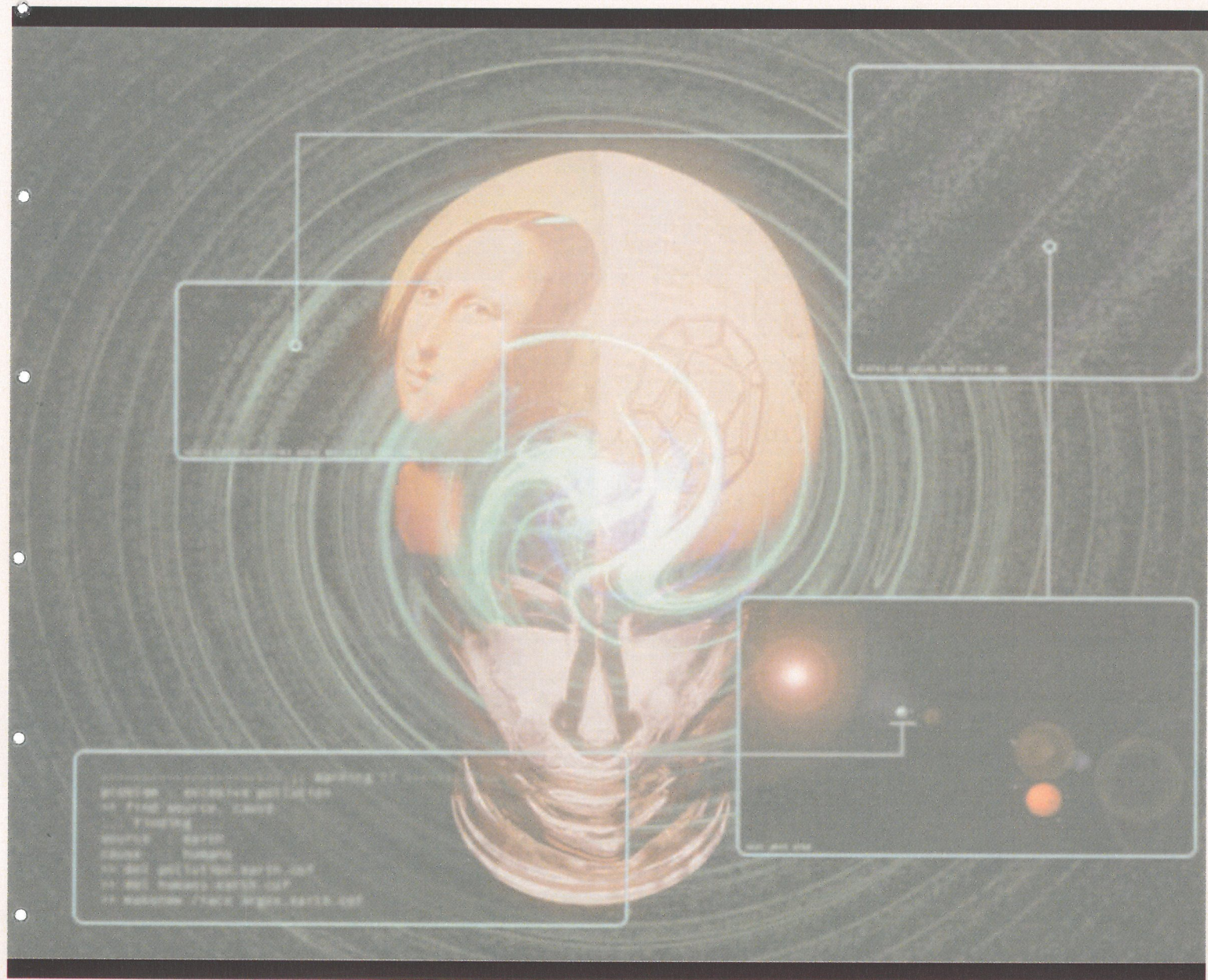








# ● Glosario de términos sistémicos





- 1. Bucle cerrado** ver **Realimentación**
- 2. Comportamiento de un sistema.** Representación gráfica del conjunto de trayectorias que describen los cambios que sufren a lo largo del tiempo las variables asociadas a un sistema.
- 3. Constante.** Elemento cuyo valor no cambia durante una simulación.
- 4. Crecimiento sigmoidal.** Crecimiento caracterizado por una fase inicial de crecimiento exponencial, seguida por una fase de estabilización en un valor constante. Recibe también la denominación de crecimiento logístico.
- 5. Diagrama causal** ver **Diagrama de influencias.**
- 6. Diagrama de flujos-niveles** ver **Diagrama de Forrester.**
- 7. Diagrama de Forrester.** Diagrama que muestra las relaciones entre las variables de un sistema, una vez que han sido clasificadas en variables de nivel, de flujo y auxiliares. Constituye una reelaboración del diagrama de influencias. Recibe también las denominaciones de diagrama de flujos y niveles, de flujos-niveles, o diagrama dynamo, esta última denominación por su relación con el lenguaje informático DYNAMO.
- 8. Diagramas de influencias.** Grafos cuyos nodos son los elementos del sistema y cuyas aristas indican las influencias entre ellos. Constituye una representación gráfica de la estructura del sistema. Recibe también la denominación de Diagrama causal.
- 9. Dinámica de sistemas.** Disciplina para el estudio de las relaciones entre la estructura y el comportamiento de un sistema con ayuda de modelos informáticos de simulación.
- 10. Equilibrio.** Estado de un sistema en el cual ninguna de sus variables cambia a lo largo del tiempo.
- 11. Estado.** Información concerniente a un sistema, a partir de la cual se puede predecir su futura evolución. En los modelos de dinámica de sistemas el estado viene representado por el conjunto de variables de nivel.
- 12. Estructura.** Forma en que los elementos de un sistema se encuentran organizados o interrelacionados. La estructura se representa mediante el diagrama de influencias o causal.
- 13. Flujo.** Variable que representa el cambio que sufre una determinada magnitud por unidad de tiempo. En los modelos de dinámica de sistemas se asocian a cada variable de nivel una o varias variables de flujo.

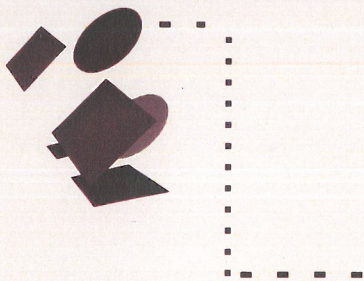
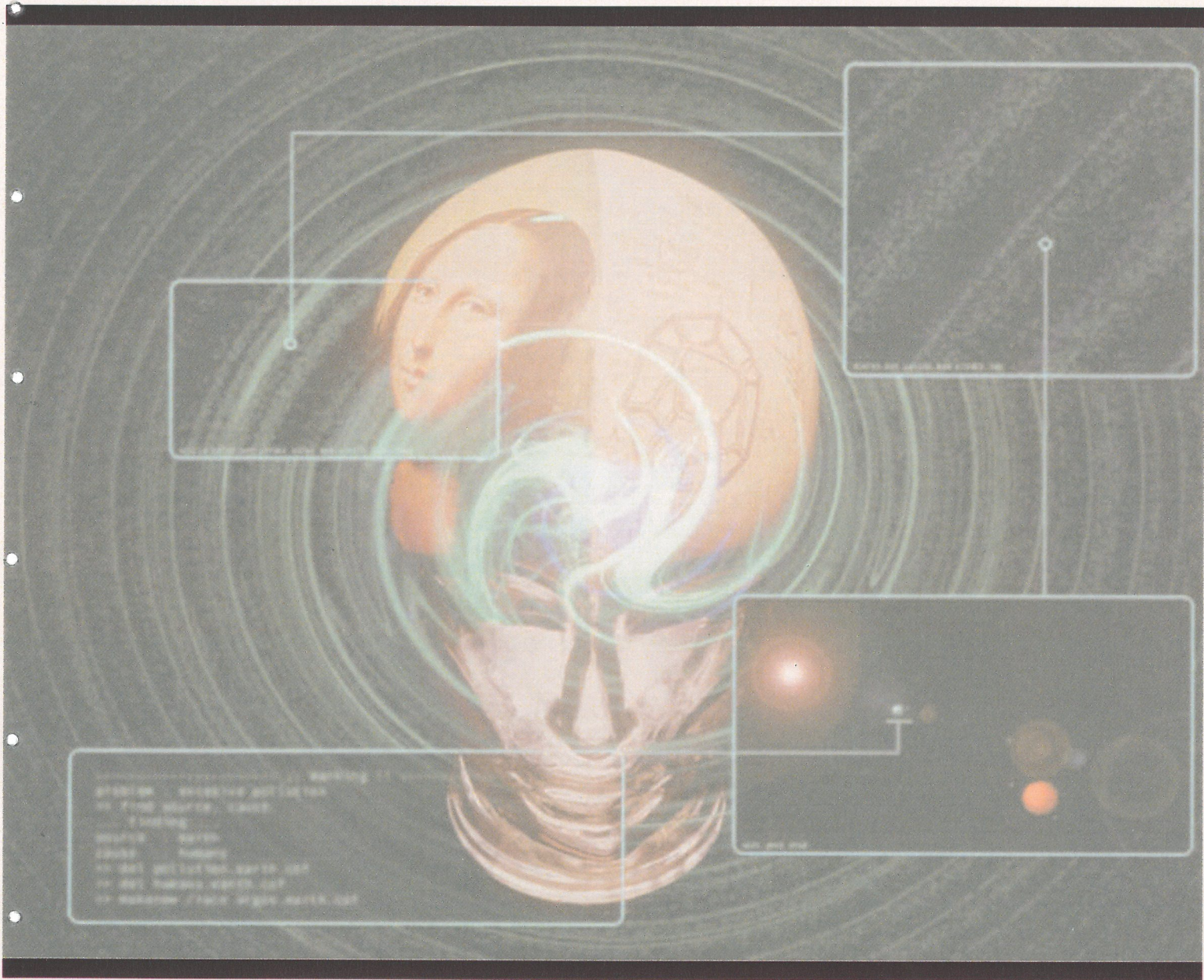


- 14. Límites de un sistema.** Límites que delimitan el sistema que se está considerando. En el interior del sistema se incluyen exclusivamente los elementos considerados más relevantes para el problema estudiado. Los elementos que afectan y a su vez son afectados por el sistema se consideran en el interior de los límites, mientras que aquellos que sólo afectan o se ven afectados se consideran fuera de los límites.
- 15. Modelo.** Objeto artificial construido para representar de forma simplificada a un sistema real o a un fenómeno de la realidad. Analizando el comportamiento del modelo se extraen consecuencias con relación al del sistema modelado.
- 16. Modelo Informático.** Modelo de simulación susceptible de ser implantado en un computador.
- 17. Modelo mental.** Representación informal de un cierto aspecto de la realidad, pero que recoge la experiencia que poseen los especialistas en el problema correspondiente. En dinámica de sistemas suele emplearse como punto de partida del proceso de modelado.
- 18. Nivel.** Variable que corresponde a un proceso de acumulación en la dinámica de un sistema. Este proceso se realiza mediante las variables de flujo.
- 19. Nube.** Símbolo empleado en los diagramas de Forrester para indicar una fuente o un sumidero de una variable de nivel. La fuente no resulta relevante para el modelo.
- 20. Pauta de comportamiento.** Tendencias globales del comportamiento de un sistema. Ejemplos de pautas son: crecimiento y declive, oscilación, y estabilidad en un equilibrio.
- 21. Proceso de modelado.** Proceso mediante el cual se construye un modelo de un aspecto problemático de la realidad. En dinámica de sistemas comprende tres pasos fundamentales: la elaboración de un modelo mental, su transcripción a un diagrama de influencias y su conversión en un diagrama de Forrester, al partir del cual se dispone ya de un modelo matemático que puede ser programado en una computadora.
- 22. Realimentación.** Proceso en virtud del cual se recibe continuamente información con relación a los resultados de las acciones previamente tomadas, de modo que a partir de esa información, y de los objetivos propuestos, se adoptan las decisiones con relación a las futuras acciones a tomar. La estructura de influencias correspondiente es circular.

- 23. Realimentación negativa.** Bucle de realimentación formado por una cadena circular cerrada de influencias, un número impar de las cuales es negativa. Un sistema dotado de realimentación negativa tiende a mantener invariantes los valores de sus variables, y a restituirlos cuando han sido modificados por efecto de una perturbación exterior.
- 24. Realimentación positiva.** Bucle de realimentación formado por una cadena circular de influencias todas ellas positivas, o si las hay negativas su número es par, de modo que se compensen entre ellas. Su comportamiento está caracterizado por el crecimiento sin límites de toda perturbación.
- 25. Sensibilidad.** Análisis que pretende medir la influencia en las conclusiones que se extraen de un modelo de las variaciones en los valores que se asignan a los parámetros.
- 26. Simulación.** Proceso mediante el cual se implanta en una computadora un modelo matemático de un cierto aspecto de la realidad.
- 27. Sistema.** Entidad formada por un conjunto de elementos en interacción.
- 28. Sistema dinámico.** Objeto matemático formado por un espacio de estados y una regla que prescribe la evolución en él. Los modelos matemáticos que se construyen mediante dinámica de sistemas son sistemas dinámicos.
- 29. Trayectoria.** Representación gráfica del comportamiento de una variable. Normalmente en abscisas se representa el tiempo, y en ordenadas la variable correspondiente.
- 30. Variable.** Atributo de un sistema al que se puede asociar una medida mediante un número real y cuyo valor puede cambiar a lo largo del tiempo.
- 31. Variable auxiliar.** En dinámica de sistemas, variable que representa un paso intermedio en el cálculo de una variable de flujo.
- 32. Variable exógena.** En dinámica de sistemas, variable que afecta al sistema pero que no es afectada por ninguna otra del sistema.



# ● Bibliografía





- FORRESTER, J.W. – Dinámica Industrial, Editorial El Ateneo, Buenos Aires, 2000.
- ARACIL, Javier – Máquinas, sistemas y modelos, Tecnos, Madrid, 1986.
- MARTÍNEZ-VICENTE, S. Y A. REQUENA – Dinámica de sistemas, Alianza Editorial, Madrid, 1986.
- WARREN, Kim – La dinámica de la estrategia. Panorama, Global Strategy Dynamics Ltd. (Traducción Miguel Martín), 1999.
- ARACIL, Javier – Dinámica de sistemas. Alianza Universidad Textos. Madrid, 1997.
- MARTÍN GARCÍA, Juan – Sysware, Barcelona, 2004
- STERMAN, J. – Business dynamics: systems Thinking and modeling for a complex world.- N.Y. Mac Graw-Hill Higher Education. 2000.

#### Conclusiones de congresos

\* *WORKSHOP ON DYNAMICS OF SOCIAL AND ECONOMICAL SYSTEMS*, Universidad Nacional de La Plata- 25 al 27 de Noviembre de 1998.

- Patricio RODRIGUEZ VALIENTE
- Ing. Reinaldo BUSSO
- Ing. José M. OREJA.
- Carlos A. GARCÍA.

“Metodología dinámica para el análisis de sistemas sociales y económicos”,  
Septiembre de 2000. CACIT Group.

\* Ponencias del 1º Congreso Latinoamericano de Dinámica de sistemas  
<http://dinamica-sistemas.mty.itesm.mx/congreso/ponencias.htm>

\* Ponencias del 2º CONGRESO LATINOAMERICANO DE DINÁMICA DE SISTEMAS - 18, 19 y 20 de Noviembre 2004  
Universidad de Talca - CHILE

Modelo de Gestión de Innovación Tecnológica en las Pymes

\* Participante del V Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas en el ITBA (Instituto Tecnológico de Buenos Aires) Buenos Aires del 07/11 al 10/11/2007



Notas en internet

<http://www.itson.mx/dii/elagarda/apagina2001/Dinamica/dsisistemas.html>

[http://dynamicsistemas.utralca.cl/Revista/RDS\\_home.htm](http://dynamicsistemas.utralca.cl/Revista/RDS_home.htm)

<http://dinamica-sistemas.mty.itesm.mx/roadmaps/general.htm>

<http://www.itba.edu.ar/dinamicadesistemas/?page=antecedentes>





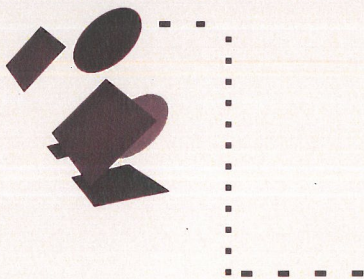
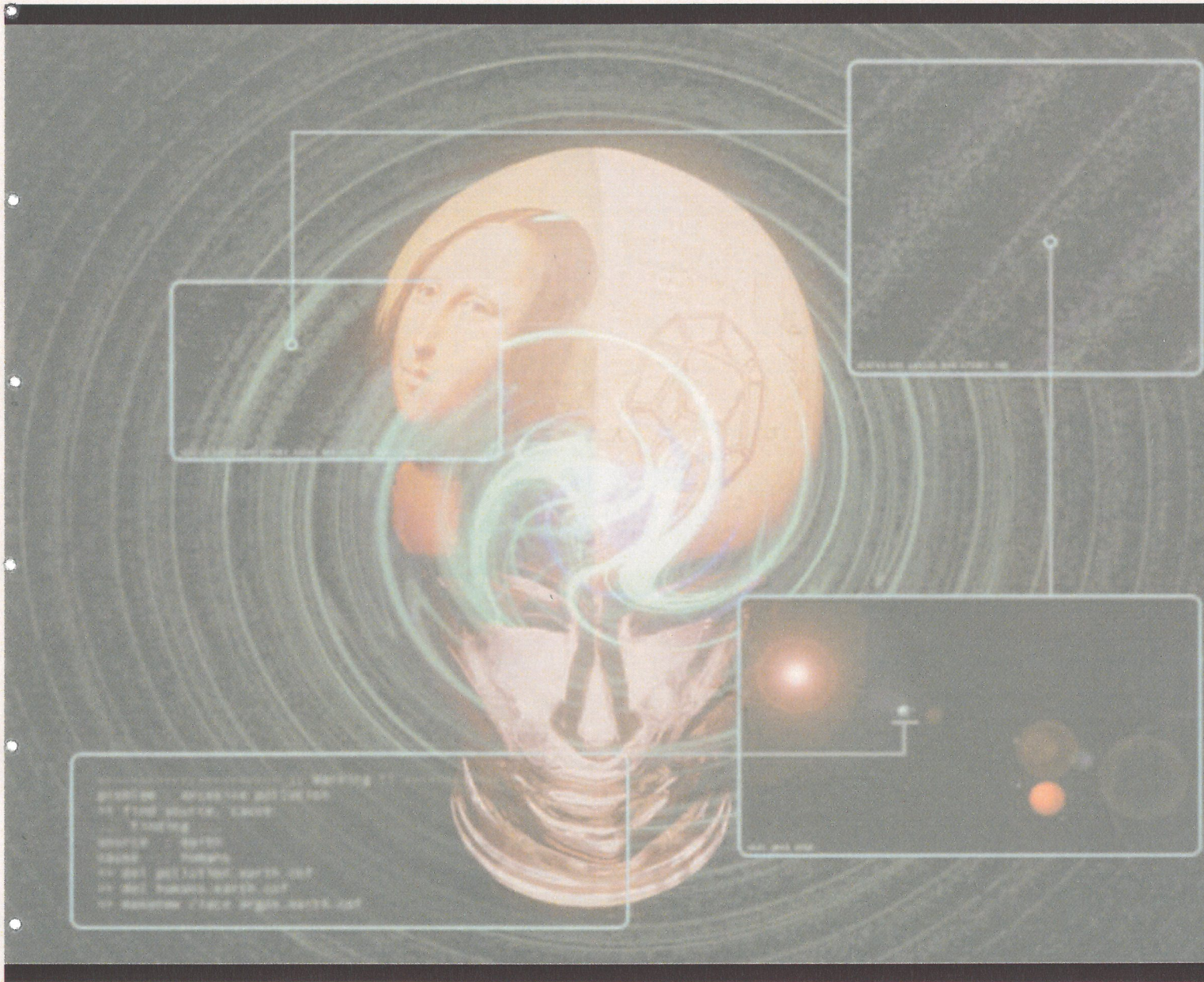


Protocolo .....	4
Introducción.....	7
Marco teórico.....	9
<b>1- INTRODUCCIÓN A LA DINÁMICA DE SISTEMAS</b>	
1.1.Generalidades.....	11
1.2.Metodología sistémica.....	12
1.3.Aplicaciones de la dinámica de sistemas.....	13
<b>2- ESTRUCTURA ELEMENTAL DE SISTEMAS</b>	
2.1.Un lenguaje elemental para la descripción de sistemas.....	16
2.1.1.Bucle de realimentación negativa.....	17
2.1.2.Bucle de realimentación positiva.....	19
2.1.3.Retrasos.....	20
2.1.4.Sistemas complejos y estructuras genéricas.....	21
<b>3- DE LA ESTRUCTURA AL COMPORTAMIENTO</b>	
3.1.Introducción.....	23
3.2.Génesis del comportamiento en un diagrama de influencias.....	23
3.3.Dinámica de sistemas.....	32
<b>4- CONSTRUCCIÓN, ANÁLISIS Y EXPLOTACIÓN DE MODELOS</b>	
4.1.Modelos de sistemas.....	36
4.2.Proceso de modelado.....	37
4.3.Simulación de un modelo.....	40
4.4.Análisis de sensibilidad de un modelo.....	41
4.5.Explotación de un modelo.....	42
<b>5- DINÁMICA ESTRATÉGICA SEGÚN KIM WARREN</b>	
5.1.El patrón de tiempo del rendimiento estratégico.....	45
5.2.Contribución de los recursos estratégicos a la ventaja competitiva.....	45
5.3.La empresa como sistema de recursos.....	48
5.4.Los recursos intangibles.....	49
5.5.Las aptitudes.....	50
5.6.El control de los objetivos y las políticas.....	51
5.7.La rivalidad.....	52

5.8. Consecuencias más amplias.....	54
Diseño metodológico.....	57
Estudio de caso.....	57
Anexo de gráficos y tablas .....	63
Conclusiones.....	84
Ampliaciones y sugerencias al estudio de caso.....	87
Glosario de términos sistémicos.....	88
Bibliografía.....	91



# ● Agradecimientos





Es un orgullo para mi haber llegado a este día, finalizar esta etapa de búsquedas,  
logros y objetivos personales.

Después de tantos sacrificios, hoy es el momento preciso para agradecerle a todas  
las personas que siguieron de cerca mis pasos, apoyaron mis caídas, brindaron  
conmigo y sacrificaron parte de su tiempo por mi.

A mis padres (Sara y Omar),  
mis míticos hermanos (Fernando y Eugenio),  
a mis abuelos, primos y tíos (Lili, Mer),  
a mis compañeros de estudio que amenizaron las reuniones (Silvana, Catriel),  
a mis amigas del alma (Angie, Silvina, Mariana, Sole, Bárbara – las quiero a todas-  
ángeles guardianes),  
a aquellas personas especiales que están por sobre las categorías y que cada día  
me dieron el coraje para seguir creciendo (Fabio),  
a todos y cada uno de mis compañeros de trabajo, seres especiales si los hay  
(Ale, Simonetta, Asu, Marina, Jorge, Pina, Palmarino, Marisa, Hernán y Luján),  
a mi suegra (Cármén),  
y, finalmente, a la dulzura de mi paciente esposo (Gustavo), quien supo cómo  
estar en los momentos difíciles;  
con todo mi amor.....gracias.

Infinito es el límite de mi gratitud.

Todos son parte de mi corazón.

Grazie mille.