

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 1



Título:

Estructuras Genéricas de Dinámica de Sistemas en el desarrollo de métodos de Escenarios para el Entrenamiento de Líderes de Proyectos.

Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero Informático.

Autor: Aimara Bárbara Hernández Fernández

Tutor: Eduardo Rojas Duverger

Ciudad Habana, junio 2009

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

**Aimara Bárbara Hernández Fernández**

**Eduardo Rojas Duverger**

---

Firma del Autor

---

Firma del Tutor

## DATOS DE CONTACTO

**Síntesis del tutor:** MSc en Ópticas y Láser. Profesor Auxiliar. Asesor de Investigaciones en la Facultad y del Polo Gestión Universitaria. Secretario del consejo científico-estudiantil de la Facultad, ha participado en eventos científicos obteniendo relevantes resultados.

## AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias primeramente al Espíritu Santo por ser mi Amigo y acompañarme en todo este tiempo, por haberlo conocido cuando más lo necesitaba, por su consejo y guianza. A mi mami que es la segunda persona que más amo en el mundo, a cada uno de mis familiares, a cada uno de mis hermanos en Cristo(A los que ya no están). A mi tutor por su apoyo incondicional gracias tutor por toda su ayuda por su paciencia para conmigo .A mi papá, por tus oraciones .A todos los que de una forma u otra contribuyeron a mi desempeño. Lili a ti, por brindarme tu apoyo, tu casa, tu mano, tu familia. A mis compañeros de aula.

## DEDICATORIA

Especialmente para mi mamá, todo mi esfuerzo es para ti, te quiero mucho MAMÁ.  
También a mis hermanos, familiares, compañeros.....

## RESUMEN

En este trabajo se propone una serie de escenarios problemáticos, adquiridos de la realidad de los proyectos productivos a los que constantemente se enfrentan los líderes de proyectos, y a los que de una forma u otra han tratado de darle solución de forma empírica. Además se exponen algunos conceptos relacionados con la Dinámica de Sistemas, considerándose como una herramienta fundamental y novedosa para la toma de decisiones científicamente. Con el fin de probar esta herramienta se propone habilitar un laboratorio de aprendizaje, para el desarrollo del mismo se han escogido estructuras genéricas de la Dinámica de Sistema para facilitar el aprendizaje y la habilidad del líder de proyecto en la toma de decisiones, ante situaciones que se dan en el mundo gerencial del software. La metodología a utilizar en el laboratorio de aprendizaje consta de cuatro fases o etapas: (1) Descripción del contexto, (2) Conceptualización, (3) Confrontación, (4) Evaluación. Esta metodología conforma un ciclo de realimentación, lo cual permitirá refinar nuevamente el problema una vez concluida la fase de evaluación. Para el análisis de los posibles resultados, de la toma de decisión por parte del líder durante su aprendizaje, este utilizará el software de simulación VenSim. Se trata de un software libre, empleado en muchas universidades del mundo con fines docentes.

Palabras claves: Dinámica de Sistemas, Estructuras genéricas

## TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS .....	I
DEDICATORIA .....	II
RESUMEN.....	III
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA. ESTADO DEL ARTE. ....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Descripción del Estado del arte del Método de Escenarios y la Dinámica de Sistemas</b> .....	11
<b>1.2 Desarrollo histórico del Método de Escenario. ....</b>	11
<b>1.3 Desarrollo Histórico de la Dinámica de Sistemas.....</b>	14
<b>1.4 Marco teórico.....</b>	16
1.4.1 ¿Qué es la Dinámica de Sistemas? .....	16
1.4.2 Sistema.....	16
1.4.3 Clasificación de sistemas.....	17
1.4.4 Subsistema.....	18
1.4.5 Dinámica [14] .....	18
1.4.6 Sistema dinámico .....	18
1.4.7 Dinámica de Sistemas.....	19
<b>1.5 Importancia de la Dinámica de Sistemas en el proceso de entrenamiento del líder de     proyecto.....</b>	19
<b>1.6 Definición de modelo. Clasificación. Simulación .....</b>	20
1.6.1 Clasificación de los modelos. ....	21
1.6.2 Simulación.....	22
<b>1.7 Metodologías para la confección de modelos de simulación con Dinámica de     Sistemas .....</b>	23
1.7.1 Diagramas de Forrester [16].....	24
1.7.2 Organización de las variables y parámetros.....	27
1.7.3 Interpretación matemática de niveles y flujos. Modelo matemático. ....	27
<b>1.8 Software de Dinámica de Sistemas [20].....</b>	29
1.8.1 Vensim.....	29
1.8.2 Ithink.....	31
1.8.3 Stella .....	31
1.8.4 Powersim.....	32
<b>1.9 Definiciones de escenarios .....</b>	32
1.9.1 Finalidad de los escenarios. ....	33
1.9.2 Tipología de los escenarios.....	33

1.9.3 Importancia de los escenarios para el entrenamiento de líderes de proyectos [2].....	33
<b>1.10 Método de Escenarios y Dinámica de Sistemas. Un mano a mano.....</b>	<b>35</b>
<b>1.11 Conclusión del capítulo .....</b>	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO 2: PROPUESTA METODOLÓGICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS Y MODELOS DE SIMULACIÓN INFORMÁTICA DE DINÁMICA DE SISTEMAS.</b>	<b>38</b>
<b>2.1 Pasos para la construcción de escenarios en el entrenamiento de líderes de proyectos [1].....</b>	<b>38</b>
<b>2.2 Descripción por etapa del método propuesto.....</b>	<b>39</b>
<b>2.3 Fases para la construcción de modelos informáticos de Dinámica de Sistemas .....</b>	<b>39</b>
<b>2.4 Descripción del método propuesto .....</b>	<b>40</b>
<b>2.5 Propuesta de laboratorio de aprendizaje para el entrenamiento de líderes de proyectos. Estructuras genéricas .....</b>	<b>44</b>
2.5.1 Marco conceptual de la propuesta [2] .....	45
<b>2.6 Estructuras genéricas .....</b>	<b>46</b>
2.6.1 Tragedia del terreno común [5] .....	47
2.6.2 Escalada [5].....	49
2.6.3 Éxito para quien tiene éxito [5] .....	50
2.6.4 Compensación entre proceso y demora .....	51
2.6.5 Soluciones que fallan .....	53
<b>2.7 Propuestas de estructuras genéricas de Dinámica de Sistemas.....</b>	<b>54</b>
2.7.1 Límite del crecimiento .....	54
2.7.2 Desplazamiento de la carga .....	55
2.7.3 Erosión de metas.....	57
<b>2.8 Conclusión del capítulo .....</b>	<b>58</b>
<b>CAPÍTULO 3: LABORATORIO DE APRENDIZAJE. ....</b>	<b>59</b>
<b>3.1 Metodología de desarrollo del laboratorio de aprendizaje .....</b>	<b>59</b>
<b>3.2 Descripción de la metodología del laboratorio de aprendizaje.....</b>	<b>59</b>
3.2.1 Una explicación necesaria para la aplicación del pensamiento sistémico .....	61
3.2.2 Desarrollo del laboratorio de aprendizaje .....	66
3.2.2.1 Laboratorio de aprendizaje desplazamiento de la carga [1, 2].....	66
3.2.3 Laboratorio erosión de la metas [4] .....	73
<b>3.3 Ejercicio a resolver en el laboratorio de aprendizaje.....</b>	<b>74</b>
3.3.1 Laboratorio límite del crecimiento. ....	74
<b>3.4 Ejercicios para realizar durante el desarrollo del laboratorio de aprendizaje .....</b>	<b>77</b>
<b>3.5 Conclusiones del capítulo .....</b>	<b>81</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>82</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>83</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>84</b>



ANEXOS.....	88
<b>Anexo 1: Acerca de Vensim.....</b>	<b>88</b>
<b>Anexo 2: Entrevistas a especialistas .....</b>	<b>90</b>

## INTRODUCCIÓN

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), surge como un proyecto novedoso en nuestro país, que provocará el avance en el campo informático y tecnológico. A ella se le atribuye la responsabilidad de la formación del hombre del futuro. Tal realidad exige nuevos estilos de dirigir los esfuerzos hacia el desarrollo de sus líderes científicos y productivos.

Entre los objetivos fundamentales de la Universidad se encuentra la formación de líderes altamente calificados instituidos a partir de un modelo de formación profesional para la producción y desde la producción.

Sobre el rol del líder en los proyectos productivos de la UCI recaerá la responsabilidad de formar grupos de desarrollo, preparados y capaces de obtener buenos resultados.

El líder de proyecto debe ser la persona más influyente dentro de un grupo, competente para conducir el grupo hacia el éxito. El liderazgo es el ejercicio de la actividad ejecutiva en un proyecto. El Líder es aquel que hace sentir a los demás comprometidos y se hace respetar, es apoyo, es ejemplo para los demás.

Para lograr las cualidades deseadas del líder se propone una serie de escenarios problemáticos obtenido de la realidad de los proyectos productivos al que constantemente se enfrentan los líderes de proyectos y a los que de una forma u otra han tratado de darle solución de forma empírica. Además, se ponen ejemplos, escogidos de la literatura, y de las observaciones realizadas en el entorno de proyecto.

Con los escenarios se exponen algunos conceptos relacionados con la Dinámica de Sistemas considerándose esta como una herramienta fundamental y novedosa para la toma de decisiones científicamente.

Para facilitar la toma de decisiones del líder antes situaciones problemáticas que se dan en el mundo del software se desarrolla un laboratorio de aprendizaje en el cual el líder juega un papel protagónico.

La idea de preparar líderes de proyectos capaces de enfrentar con eficacia y creatividad entornos constantemente cambiantes y complejos, permite hacer un estudio de la necesidad de diseñar un modelo

en el que esto sea posible, y donde la actualización frente a las teorías y los métodos más avanzados, sea una exigencia ineludible y una necesidad.

Lo anterior se sustenta en los siguientes planteamientos del rector de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

En un artículo titulado “La investigación en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) y su vínculo con la actividad productiva” del rector de la (UCI), Melchor Gil Morell [1] se afirma:

“La UCI constituye un nuevo modelo de formación-investigación-producción en el campo de las TIC”.

“La UCI requiere de la consolidación a corto plazo de sus líneas de investigación y un desarrollo acelerado de líderes científicos, para lo que debe incrementarse la integración de la superación con la investigación”.

“La UCI necesita de líderes científicos como de líderes productivos”.

Esta circunstancia, exige nuevos estilos de dirigir los esfuerzos hacia el desarrollo de líderes científicos y productivos.

¿Cómo se forman verdaderos líderes de proyectos?

No se encuentra ninguna información que se refiera a cómo se forman verdaderos líderes de proyectos en las bibliografías.

La explicación a este hecho tal vez se deba a que cada organización forma sus líderes de acuerdo a sus características y potencialidades.

Teniendo en cuenta esto, se iniciaron estudios sobre los procesos de gestión del líder de proyecto y de las características que ellos deben poseer. Conjuntamente se realizaron entrevistas a distintos líderes de proyectos de la UCI. Como resultado se encuentran algunas **Situaciones problemáticas** por lo cual en la UCI no se ha logrado formar verdaderos líderes de proyectos.

- 1.- La teoría clásica refiere que el líder organiza, coordina, planifica y controla. Sin embargo el líder de hoy tiene muchos otros retos que enfrentar que subyacen fundamentalmente en la estrategia de dirección.
- 2.- Los líderes de proyectos en su gestión se encuentran con muchos inconvenientes, los cuales se originan en factores no formales como la necesidad de cambios estratégicos y la comprensión de decisiones tomadas por la dirección y para los cuales no tienen formación.
- 3.- Los métodos tradicionales de gestión permiten a los líderes estar preparados para gestionar proyectos, sin embargo, no dicen cómo se forman líderes de proyectos en el ámbito estratégico.
- 4.- Si bien existen herramientas y metodologías que resuelven los problemas de gestión, los errores de los líderes siguen siendo repetitivos, demostrándose su falta de formación como líder.
- 5.- La formación actual de los líderes se comporta como una aportación al conocimiento, sin comprenderse que la formación se ha de ver como la capacidad de integrar conocimientos para las acciones estratégicas.
- 6.- Los líderes de proyectos están fuertemente influenciados por métodos y estilos de gestión tradicional que si bien han dado excelentes frutos en el pasado, en la actualidad frente a escenario constantemente cambiante demuestran ser insuficientes en la formación del líder que se desea lograr.
- 7.- Los líderes de proyectos tienen conciencia de lo que están realizando, y lo hacen convencidos de que son las soluciones a las dificultades existentes o planteadas, y en realidad, es muchas veces la causa de los problemas que se están experimentando.
- 8.- La mayoría de las dificultades son causadas internamente, dentro de la organización del proyecto, existiendo una irresistible y engañosa tendencia de cargar las culpas a "fuerzas externas".
- 9.- Las herramientas habituales de Gestión de Proyectos enseñan a organizar las tareas que se han de hacer, de una forma lineal. En consecuencia:

a.- Los líderes de proyectos actúan de forma lineal (figura 1) en la toma de decisiones, lo que conlleva a que sus errores sigan siendo repetitivos en el proceso de planificación, gestión y de toma de decisiones, demostrándose su falta de formación como líder.



Fig.1. Actuación lineal del líder de proyecto.

b.- Los líderes de proyectos por lo general saben qué información está disponible, pero no saben cómo se utiliza la misma para la toma de decisiones. El desconocimiento que tienen los líderes de proyectos de la estructura dinámica con retroalimentación que tiene el proceso de toma de decisiones (figura 2) conduce a los líderes de proyectos a cometer errores y en el mejor de los casos, a ser inefectivos en la toma de decisiones.



Fig.2 Lazo de retroalimentación de la toma de decisiones.

De lo antes expuesto se desprende **la necesidad** de que se desarrolle una investigación en la búsqueda de herramientas que garanticen al líder de proyecto una vez terminado su proceso de formación, predecir

con efectividad el futuro y solucionar con creatividad y alto espíritu de motivación los problemas que ha de enfrentar él y su organización.

Basado en las problemáticas señaladas se enuncia el siguiente **problema científico**:

¿Cómo influenciarán los modelos informáticos de la Dinámica de Sistemas en las potencialidades del proceso de entrenamiento de líderes de proyectos en la UCI para lograr líderes capaces de predecir con efectividad los problemas a los que ha de enfrentarse su organización y tomar decisiones estratégicas acertadas en un entorno constantemente cambiante y complejo?

Enunciado el problema se definió como **objeto de estudio**:

Los modelos informáticos de Dinámica de Sistemas.

La investigación tiene como **objetivo general** definir estructuras genéricas que influyan decisivamente en las potencialidades del proceso de entrenamiento de líderes de proyectos con el fin de lograr líderes capaces de tomar decisiones acertadas ante un entorno cambiante y complejo.

Del objetivo general se generan los siguientes **objetivos específicos**:

- 1.- Definir los diferentes conceptos de la técnica de escenarios y de Dinámica de Sistemas.
- 2.- Describir diferentes escenarios y la estructura genérica correspondiente para el entrenamiento del líder de proyecto.

El **campo de acción** será: Estructura genérica informáticas de Dinámica de Sistemas.

La respuesta tentativa al problema, es decir la hipótesis de la investigación es la siguiente:

Si se emplean escenarios problemáticos con estructuras genéricas del tipo desplazamiento de la carga y límite del crecimiento en el proceso de entrenamiento de líderes de proyecto, entonces:

- 1.- Se aumentarían las potencialidades del proceso de formación.

2.- Se aumentaría la capacidad del líder para tomar decisiones estratégicas efectivas ante un entorno complejo y cambiante.

3.- Se desarrollaría la capacidad de predecir problemas futuros.

### **Fundamentación de la hipótesis.**

En el estudio bibliográfico realizado, se encontró que la Dinámica de Sistemas [2] es una herramienta de gestión estratégica que ayuda a comprender mejor el entorno complejo en el cual está insertada la organización y a tomar decisiones desde una visión más integral de los sistemas a los cuales esas decisiones afectan.

Los modelos de simulación de la Dinámica de Sistemas apoyan todo tipo de proceso estratégico de toma de decisiones de una manera sistémica y transparente, permitiendo la mejora de la calidad de los resultados de dichas decisiones y generando aprendizaje para la organización.

También se encontró que el método de escenarios [3], permite al líder de proyecto tomar científicamente decisiones ante un problema complejo. Por otro lado, esta metodología tiene en sus etapas, aspectos comunes con la Dinámica de Sistemas; por lo cual, es posible explicar y combinar las herramientas de ambas, para influir en las potencialidades del entrenamiento del líder de proyecto para tomar decisiones.

### **Las variables de la investigación son:**

Las variables en esta investigación son las características y propiedades cuantitativas o cualitativas que se presentan en los distintos escenarios analizados y que toman distintos valores respecto al espacio temporal.

**Variable independiente:** Escenarios problemáticos del tipo:

Desplazamiento de la carga y Límite del crecimiento.

**Variable dependiente:** Potencialidades del proceso de formación de líderes.

Efectividad en la toma de decisiones estratégicas.

Capacidad de predicción de problemas.

**Variable interviniente:** Entornos cambiantes y complejos.

### Operacionalización de las variables

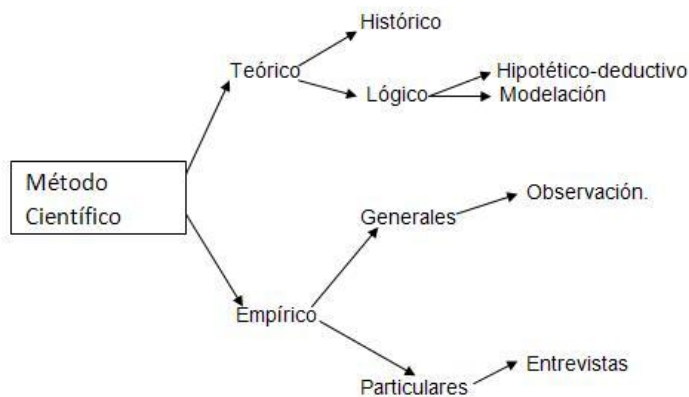
Cada una de las variables señaladas serán operacionalizadas por medio de entrevista a líderes de proyecto con experiencia en este rol, con profesores de metodología de la investigación científica y de formación pedagógica; todos ellos con algunos años de experiencia.

Para cumplimentar los objetivos se proponen las **siguientes tareas investigativas:**

- 1.- Describir el estado del arte la Dinámica de Sistemas y de la construcción de escenarios.
- 2.- Definir los diferentes conceptos de la técnica de escenarios y de la Dinámica de Sistemas.
- 3.- Proponer escenarios y estructura genérica correspondiente de Dinámica de Sistemas para el laboratorio de aprendizaje.
- 4.- Desarrollar la metodología del laboratorio de aprendizaje.

### Métodos empleados en la investigación [3]

En la investigación se emplean los siguientes métodos:





### **Método teórico**

Permite estudiar las características del objeto de investigación, facilita la construcción de modelos e hipótesis de investigación y contribuye al desarrollo de las teorías científicas, para su ejecución se apoyan en el proceso de análisis y síntesis.

Posibilita el conocimiento del estado del arte del fenómeno, su evolución en una etapa determinada, su relación con otros fenómenos, así como su aislamiento como objeto estudiado.

### **Método Hipotético-Deductivo**

El método hipotético-deductivo desempeña un papel esencial en el proceso de verificación de las hipótesis y leyes teóricas. Este tiene un gran valor heurístico, pues posibilita adelantar y verificar nuevas hipótesis de la realidad, así como inferir otras y establecer predicciones a partir del sistema de conocimiento que se posee. En la investigación se aplica este método en el análisis y la construcción de modelos genéricos de Dinámica de Sistemas, posibilitando la sistematización del conocimiento, además de permitir deducir la hipótesis.

### **Método Análisis histórico lógico**

Con este método se estudia la trayectoria real de la Dinámica de Sistemas y los fenómenos y acontecimientos en el transcurso de su historia. El método lógico investiga el comportamiento y desarrollo general de los fenómenos en estudios. Lo lógico no repite lo histórico en todos sus detalles, sino que reproduce en el plano teórico lo más importante del fenómeno, lo que constituye su esencia.

### **Método de Modelación**

El modelo es una reproducción simplificada de la realidad, que cumple una función heurística. Con este método se descubre y estudia nuevas relaciones y cualidades del objeto de estudio. La modelación es justamente el proceso mediante el cual se crean modelos con vistas a investigar la realidad.

## **Métodos Empíricos**

Estos métodos permiten extraer de los fenómenos analizados las informaciones que se necesitan sobre ellos a través de observaciones.

### **Observación**

Es uno de los métodos más utilizados en la investigación científica, debido a que es un procedimiento fácil de llevar a cabo y que exige técnicas de tabulación muy sencillas. De la misma forma permitió percibir directamente los hechos de la realidad objetiva. En síntesis se puede entender la observación como el registro visual de lo que ocurre en una situación real, en un fenómeno determinado, clasificando y consignando los acontecimientos pertinentes de acuerdo con algún esquema previsto.

### **Método Entrevista**

La entrevista es una conversación planificada entre el investigador y el entrevistado para obtener información. Su uso constituye un medio para el conocimiento cualitativo de los fenómenos y puede influir en determinados aspectos de la conducta humana por lo que es importante una buena comunicación.

### **Posible Resultado:**

Brindar un laboratorio de aprendizaje que contemple un conjunto de escenarios problemáticos, los mismos deben permitir, entrenar a los líderes de proyectos para elegir científicamente la decisión más acertada en entornos complejos.

## **Distribución de contenido por capítulo**

### **Capítulo 1. Fundamentación Teórica. Estado del arte.**

En este capítulo se hace una descripción del estado del arte del objeto de estudio también se definen los conceptos fundamentales que guiaran este trabajo.

## **Capítulo 2. Propuesta de construcción de escenarios, modelos de simulación informática de Dinámica de Sistemas y laboratorio de aprendizaje.**

En este capítulo se explica los pasos que se siguen para la aplicación del método de escenarios y la construcción de modelo de simulación informática de Dinámica de Sistemas. También se propone un laboratorio de aprendizaje para el entrenamiento del líder de proyecto. Este laboratorio de aprendizaje se sustenta en estructuras genéricas que se presentan en diferentes contextos.

## **Capítulo 3. Metodología de desarrollo del laboratorio de aprendizaje.**

En este capítulo se da a conocer la metodología a seguir por parte del profesor y los líderes de proyectos enfocados a las distintas soluciones de las situaciones problemáticas empleando estructuras genéricas.

## **CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA. ESTADO DEL ARTE.**

### **1.1 Descripción del Estado del arte del Método de Escenarios y la Dinámica de Sistemas**

La presente tesis está encaminada -mediante un proceso investigativo- a proponer dos metodologías para contribuir al proceso de formación de líderes de proyectos con una nueva forma de pensar, analizar y actuar. La utilización del Método de Escenario y la Dinámica de Sistemas se presentarán como dos herramientas más en la formación del futuro líder de proyecto. Ellos abren un nuevo marco de acción que integra, el dominio personal, los modelos mentales, la construcción de una visión compartida y el aprendizaje en equipo.

### **1.2 Desarrollo histórico del Método de Escenario.**

Ha sido una inquietud permanente la indagación del posible futuro que se debe enfrentar y sus efectos sobre las sociedades, las empresas, los sectores y los países. El nivel de discusión actual sobre la forma de indagar el futuro, es el resultado de una construcción académica que ha evolucionado desde los métodos econométricos (estadísticos y matemáticos) hasta el conjunto de métodos que conforman toda una disciplina conocida como Estudios de Futuro.

Los estudios de futuro se originaron a partir del año 1943. Hubo dos grandes enfoques: el enfoque europeo y el enfoque norteamericano. Dentro de estos enfoques se desarrollaron técnicas de estimación y de predicciones o pronósticos, tanto cuantitativos como cualitativos.

En 1943 el alemán Ossip Flechteim, introduce la futurología como un primer intento de crear una ciencia del futuro.

En el campo de los estudios del futuro, en la Rand Corporation (consultora privada estadounidense que nació de un proyecto de investigación militar), se crea el método Delphi en 1953. En ese mismo período en el Ministerio de Planificación Económica de Francia se comienza a desarrollar el estudio del futuro en el ámbito económico. Un primer hito importante en el desarrollo de este campo de estudios lo marca la obra de Gastón Berger titulada Fenomenología y Prospectiva, aparecida en 1957.

En los años 60, nace en Francia la Asociación Internacional Futuribles para realizar trabajos de investigación, capacitación, consultoría y publicaciones. En ese mismo decenio en los Estados Unidos se

crea la World Future Society, equivalente a Futuribles y comienza la enseñanza de la prospectiva en la New School for Social Research.

La etapa entre 1960-1964 se caracteriza por una proliferación de análisis predictivos basados en proyecciones lineales de las tendencias pasadas.

En 1963, se dan las primeras aplicaciones de los escenarios como técnica reconocida de previsión, planeación y prospectiva. En 1964 aparece la obra de Bertrand de Jouvenel, "El arte de la conjetura", que produjo un cambio de concepción sobre el futuro, ya no como destino único e inexorable, sino como múltiple y creable/influenciable.

Entre 1965-1970 se produce un abandono de las proyecciones lineales, dando paso a la etapa de los futuros alternativos, bajo la premisa que el mañana puede ser, si no creado, al menos significativamente influenciado.

En el Año 1965, Herman Kahn, en su libro Alternativas del Mundo Futuro, emplea también la concepción de escenarios. En el libro de Eduardo Rivera Porto se señala que Kahn y el Instituto Hudson desarrollaron esta línea de escenarios basados en la creatividad, el estímulo optimista y las proyecciones tendenciales.

En el año 1966 Robert U. Ayres, plantea el uso de escenarios para la previsión tecnológica.

En 1970, el Club de Roma una asociación privada compuesta por empresarios, científicos y políticos; encargó la realización de estudios sobre las posibles evoluciones del mundo y su sostenibilidad. Los trabajos fueron realizados por Jay Forrester y Donnella y Dennis Meadows y publicados en marzo de 1972 bajo el título "Los límites del Crecimiento" [1].

En el año 1998 Eduardo Rivera Porto escribe el libro "Método de Escenarios para la Toma de Decisiones" [2]. En el libro destaca como elementos más relevantes de los métodos de escenarios: el carácter sistémico, su coherencia, su factibilidad, su carácter dinámico y didáctico, entre otros elementos relevantes.

Michel Godet en su cuaderno # 5 La Caja de Herramienta de la Prospectiva Estratégica (cuarta edición año 2000) [3], donde apoya el desarrollo de herramientas informáticas específicas, tales como: análisis

estructural, matrices de impacto cruzado, análisis morfológico, análisis multicriterios, análisis de estrategias de los actores, entre otras metodologías; propone dos tipos principales de métodos de escenarios: exploratorios y normativos o anticipativos, destaca también la planificación estratégica por escenarios.

Elena Navarro de la universidad de Castilla y Ángel Roche con otros autores de la Universidad Politécnica de Valencia han aplicados en conjunto los métodos de escenarios para especificación y validación de modelos, ajustada al proceso de descubrimiento de requisitos. El resultado de este trabajo lo presentan en el artículo “Validación de Modelos usando Escenarios y Prototipado Automático” [4].

En el 2006 el ingeniero José Ignacio Cao en Argentina, aplica el método de escenario al método de estimación de proyectos de software [5].

Los estudios del futuro componen un área de investigación académica y de profesionalización con cierta tradición en los países desarrollados. En América Latina países como Chile y Colombia desarrollan métodos de escenarios. En Cuba su desarrollo es reciente y aun pobre.

En 1993 aparece el artículo “Elaboración de los escenarios prospectivos de Cuba y Pinar del Río para el desarrollo turístico al año 2020” de los autores Raúl Bonilla, Aymee Martínez Bhamonde y Yamisel Martínez Labrador [6].

En el artículo de octubre del 2002, de Katia Cueto y Rolando González Hernández, titulado “La Simulación de Escenarios para la resolución de problemas empresariales” se hace una incursión a los métodos de escenarios [7].

En junio del 2008 se publica un artículo titulado “Aplicación del Enfoque Prospectivo para la Gestión del Desarrollo Local: Estudio de Caso” de Lic. Yaima Sarría Pablo, de la universidad de Cienfuegos [8]. El artículo correspondiente a una investigación bajo el mismo nombre, plantea la definición de una metodología que permita trazar estrategias, políticas y acciones; que contribuyan a impulsar el desarrollo en las localidades, haciendo uso del método de escenarios.

### **1.3 Desarrollo Histórico de la Dinámica de Sistemas**

La Dinámica de Sistemas nace como una técnica que permite analizar los sistemas y simular sus comportamientos pasados y futuro. La Dinámica de Sistemas fue desarrollada por J. Forrester, ingeniero de sistemas del Instituto Tecnológico de Massachussets en la década de los años 1950. La primera aplicación de la Dinámica de Sistemas fue el análisis de la estructura de una empresa norteamericana y el estudio de las oscilaciones muy acusadas en las ventas de estas empresas [9].

En 1961, Forrester publicó su obra *Industrial Dynamics* que marca el comienzo de la técnica de Dinámica de Sistemas como procedimiento de estudio y simulación del comportamiento de los sistemas sociales.

En 1969 se publica la obra *Dinámica Urbana* de Forrester, en la que se muestra, cómo el modelo de Dinámica de Sistemas es aplicable a sistemas de ciudades.

En 1970 aparece *World Dynamics*, trabajo que sirvió de base para el Primer Informe del Club de Roma, investigación que fue divulgada con el nombre “Los límites del Crecimiento” en el año 1972. Este trabajo y las numerosas polémicas que suscitó popularizaron la Dinámica de Sistemas a escala mundial [1, 9].

Es a principios de los 90 cuando se produce un salto significativo en la estimación y gestión de proyectos de desarrollo de software [10]. Por lo que se puede decir que la creación de modelos de simulación con la técnica de Dinámica de Sistemas, ha recorrido un largo camino; su cronología se muestra en la figura 3.

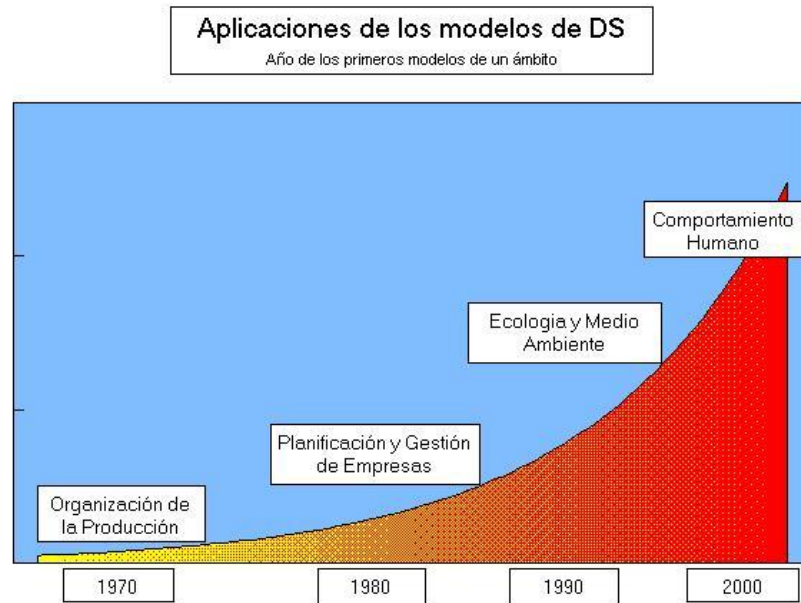


Fig.3 Aplicaciones de los modelos de Dinámica de Sistemas. Fuente: Cátedra en Dinámica de Sistemas empresariales, medioambientales y sociales.

- 1950 Cibernética. Creación de máquinas con mecanismos de control automático.
- 1960 Dinámica Industrial. Aplicaciones en organización de la producción.
- 1970 Modelos Económicos. Modelos econométricos nacionales y modelos del mundo.
- 1980 Dirección de Empresas. Aplicaciones en dirección y administración de empresas.
- 1990 Ecología y Medio Ambiente. Estudios de Impacto Ambiental y Gestión de Recursos Naturales.
- 2000 Comportamiento Humano. Primeros estudios en psicología y sociología.

Actualmente el uso de la Dinámica de Sistemas se encuentra muy difundido en las grandes y medianas empresas, en las instituciones y organismos públicos, en las empresas consultoras, en muchas universidades y en los profesionales de muchos ámbitos que necesitan tomar decisiones con un enfoque interdisciplinario en un entorno cambiante y complejo. Los cientos de trabajos que se presentan a los Congresos muestran la gran vitalidad de esta herramienta.



## 1.4 Marco teórico

### 1.4.1 ¿Qué es la Dinámica de Sistemas?

Para introducir este concepto de Dinámica de Sistemas se comienza con los conceptos básicos en la cual ella se fundamenta.

### 1.4.2 Sistema

- ✓ Un sistema se define como una colección de elementos que continuamente interactúan en el tiempo, para formar un todo [11].
- ✓ Un sistema se define como un conjunto de elementos que interactúan continuamente como un todo complejo hacia y con un propósito común.
- ✓ Por sistema se entiende un conjunto de partes operativamente interrelacionadas (existen relaciones de influencias de unas partes sobre otras) y del cual interesa ante todo su comportamiento global.
- ✓ El sistema en estudio, puede subdividirse en subsistemas interconectados, cada uno de los cuales está compuesto por elementos interconectados entre sí. [12]
- ✓ Un sistema es una sección de la realidad que es el foco primario de un estudio y está compuesto de componentes que interactúan con otros de acuerdo a ciertas reglas dentro de una frontera identificada para el propósito del estudio. Un sistema puede realizar una función que no es realizable por sus componentes individuales [13]

Los objetos o componentes que forman parte del sistema se denominan entidades, estas entidades poseen propiedades denominadas atributos y se relacionan entre sí a través de relaciones o funciones. Estas relaciones pueden ser:

- ✓ Estáticas o estructurales: un auto posee cuatro ruedas.
- ✓ Dinámicas o funcionales: un auto consume nafta si se enciende el motor.

Los valores asumidos por los atributos de las entidades en un momento dado determinan el estado del sistema. El estado puede ser estático o estacionario, esto significa que se mantiene constante en el tiempo; o por el contrario, puede ser dinámico o transitorio si evoluciona con el tiempo.

Los atributos también se denominan variables o parámetros (Figura 4). Los parámetros (P) son atributos que se fijaron durante el diseño del sistema ya sea por el diseñador o por la naturaleza. Las variables se clasifican a su vez en:

- ✓ Variables de entrada o exógenas (X): Son fijadas por el medioambiente del sistema.
- ✓ Variables de salida (Y): Son las variables de estado, o combinación de ellas, que son medidas o traspasan la frontera del sistema.
- ✓ Variables internas: Son las variables del sistema que no son ni de entrada, ni de salida, ni parámetros.
- ✓ Variables de estado (E): Conforman el conjunto mínimo de variables internas del sistema necesarias para describir completamente su estado interno.

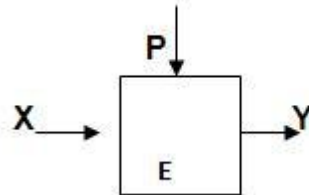


Fig. 4 Variables de un sistema

### 1.4.3 Clasificación de sistemas

De acuerdo a su naturaleza, un sistema puede ser:

**Determinístico:** Si el sistema no contiene ningún elemento aleatorio es un sistema determinístico. En este tipo de sistema, las variables de salidas e internas quedan perfectamente determinadas al especificar las variables de entrada, los parámetros y las variables de estado. Es decir, las relaciones funcionales entre las variables del sistema están perfectamente definidas.

- ✓ Estocástico: En este caso algún elemento del sistema tiene una conducta aleatoria. Entonces para entradas conocidas no es posible asegurar los valores de salida.
- ✓ Continuo: Se tiene un sistema continuo cuando las relaciones funcionales entre las variables del sistema, sólo permiten que el estado evolucione en el tiempo en forma continua.
- ✓ Discreto: Se tiene un sistema discreto cuando las relaciones funcionales del sistema sólo permiten que el estado varíe en un conjunto finito (contable) de puntos temporales. Las causas instantáneas de los cambios de estados se denominan eventos.

#### **1.4.4 Subsistema**

Es un conjunto que se aísla dentro del sistema. El sistema puede verse como un subsistema del Universo. Cada subsistema puede ser tratado dentro del sistema o estudiado en forma aislada.

El comportamiento del sistema total depende de:

1. El comportamiento de cada subsistema.
2. Las relaciones entre los subsistemas.
3. Las relaciones con el mundo exterior, o sea con el medio ambiente que lo circunda.

El comportamiento del sistema dependerá del comportamiento de cada subsistema, de sus relaciones y del medio ambiente donde se lo inserta.

El comportamiento del sistema está unido con una variable. Cuando se dice comportamiento de un sistema, esto quiere decir que se hace referencia a un patrón particular en un período de tiempo específico de la variable afectada.

#### **1.4.5 Dinámica [14]**

Comportamiento a lo largo del tiempo de una o más propiedades entrelazadas del sistema.

#### **1.4.6 Sistema dinámico**

Es aquel donde la evolución de las magnitudes se realiza a lo largo del tiempo [15]

Es un sistema en el cual las variables interactúan para estimular cambios en el tiempo [11].

Un sistema dinámico es un sistema complejo que presenta un cambio o evolución de su estado en un tiempo [16]

#### **1.4.7 Dinámica de Sistemas**

Pueden darse varias definiciones de Dinámica de Sistemas:

La Dinámica de Sistemas es una metodología de modelación computacional que ayuda a investigar y estudiar el comportamiento futuro de todos los sistemas dinámicos complejos y permite por tanto tomar decisiones desde una visión más integral de los sistemas a los cuales esas decisiones afectan.

✓ Es un método para el estudio del comportamiento de sistemas mediante la construcción de un modelo de simulación informática que ponga de manifiesto las relaciones entre la estructura del sistema y su comportamiento [17]

✓ Es una técnica de uso generalizado para modelar y estudiar el comportamiento de cualquier clase de sistema con tal de que éste tenga las aludidas características de existencias de retardos y bucles de realimentación [9].

La que se recoge en la investigación como fundamental es:

✓ La Dinámica de Sistemas es una metodología que permite modelar y simular el comportamiento pasado y futuro de cualquier sistema dinámico.

#### **1.5 Importancia de la Dinámica de Sistemas en el proceso de entrenamiento del líder de proyecto**

✓ Apoya todo tipo de proceso estratégico de toma de decisiones de una manera sistémica y transparente.

✓ Permite la mejora de la calidad de los resultados de las decisiones tomadas y generando aprendizaje para la organización.

✓ Permite predecir el impacto potencial de una toma de decisión antes de que éste se haga efectivo en la práctica.

✓ Ayuda a los líderes de proyectos a aceptar resultados muy diferentes a los que esperaban cuando tomaron la decisión. De esta manera, se consigue que los líderes obtengan una rápida experiencia en la gestión proyectos

- ✓ Se comporta como una ayuda en los niveles de la gestión estratégica, táctico y operacional pues permite a los líderes de proyectos comparar los resultados de los diferentes escenarios obteniendo un conocimiento extra que les ayude en el proceso de toma de decisiones. También favorece el estudio y disminución de los riesgos
- ✓ En la Gestión de Proyectos permite al líder gestionar imprevistos, cambios bruscos en la planificación, o errores en las tareas ya realizadas.
- ✓ Ayuda al líder de proyecto a comprender y prevenir los habituales problemas que aparecen en la ejecución del proyecto, como son los retrasos en la entrega del producto, la baja calidad del producto final o el incremento en los costes reales en relación al presupuesto.
- ✓ En la Gestión de la producción la Dinámica de Sistemas aporta una visión dinámica de los aspectos que intervienen en la producción, permitiéndole al líder conocer de forma transparente el impacto de diferentes formas de organizar la producción.
- ✓ En el ámbito de la Gestión de los Recursos Humanos la Dinámica de Sistemas también es una aportación muy valiosa, ya que permite al líder de proyecto analizar la influencia en la evolución de su equipo de proyecto de aspectos no cuantificables como son la motivación, la política de objetivos de su organización o el nivel de formación de sus colaboradores, en el análisis de los problemas que afectan a la organización.

Por tanto la Dinámica de Sistemas nace como una técnica que permite analizar a la organización de proyecto de software como un sistema dinámico y simular sus comportamientos pasados y futuro.

### **1.6 Definición de modelo. Clasificación. Simulación**

Modelar es el proceso de crear modelos a partir de la observación del mundo real con vista a investigar la realidad.

El arte de modelar consiste en la habilidad para analizar un problema, resumir sus características esenciales, seleccionar y modificar las suposiciones básicas que caracterizan al sistema, y luego enriquecer y elaborar el modelo hasta obtener una aproximación útil [13].

Se definió en el trabajo como modelo: La abstracción o representación simplificada de un sistema complejo real que muestra las relaciones (directa e indirecta) en término de causa y efecto.

En correspondencia con la definición no es necesario -salvo en los aspectos relevantes- que el modelo guarde una total correspondencia con el sistema real. No obstante debe tenerse en cuenta todos los detalles que interesan en el estudio para que realmente represente al sistema real.

### **1.6.1 Clasificación de los modelos.**

Existen múltiples tipos de modelos para representar la realidad. Algunos de ellos son:

- ✓ Dinámicos: Utilizados para representar sistemas cuyo estado varía con el tiempo.
- ✓ Estáticos: Utilizados para representar sistemas cuyo estado es invariable a través del tiempo.
- ✓ Matemáticos: Representan la realidad en forma abstracta de muy diversas maneras.
- ✓ Físicos: Son aquellos en que la realidad es representada por algo tangible, construido en escala o que por lo menos se comporta en forma análoga a esa realidad (maquetas, prototipos, modelos analógicos, etc.).
- ✓ Analíticos: La realidad se representa por fórmulas matemáticas. Estudiar el sistema consiste en operar con esas fórmulas matemáticas (resolución de ecuaciones).
- ✓ Continuos: Representan sistemas cuyos cambios de estado son graduales. Las variables intervinientes son continuas.
- ✓ Discretos: Representan sistemas cuyos cambios de estado son de a saltos. Las variables varían en forma discontinua.
- ✓ Determinísticos: Son modelos cuya solución para determinadas condiciones es única y siempre la misma.
- ✓ Estocásticos: Representan sistemas donde los hechos suceden al azar, lo cual no es repetitivo. No se puede asegurar cuáles acciones ocurren en un determinado instante. Se conoce la probabilidad de ocurrencia y su distribución probabilística.

Las características de los modelos han ido cambiando en función de su ámbito de aplicación (vea figura 5).

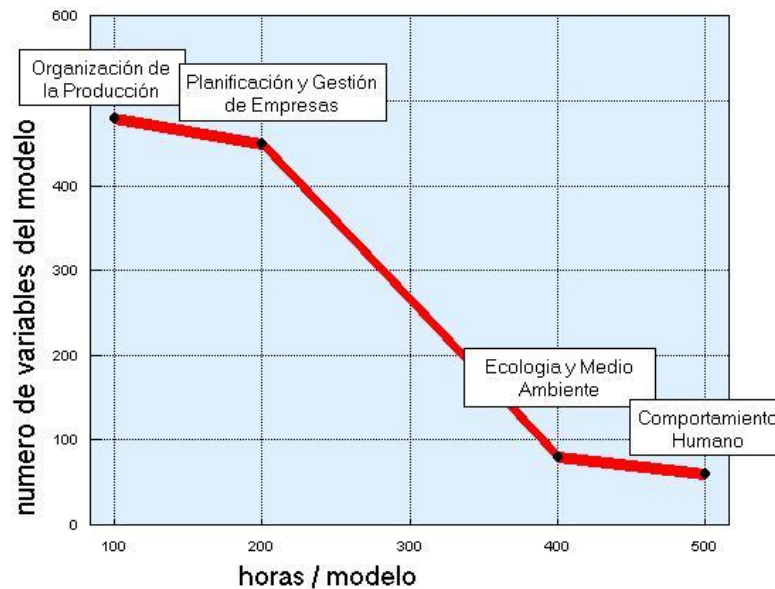


Fig.5 Fuente: Cátedra en Dinámica de Sistemas empresariales, medioambientales y sociales

### 1.6.2 Simulación

Simular un sistema implica la construcción de modelo. El objetivo es averiguar qué pasaría en el sistema si acontecieran determinadas hipótesis.

Por simulación se entiende la generación de valores de las variables endógenas (variables internas) a partir del modelo, con diversas hipótesis alternativas [9].

En el trabajo de investigación se emplea las estructuras genéricas basadas en la Dinámica de Sistemas. Estas estructuras permiten:

Estudiar el comportamiento de sistemas con el objetivo de comparar los distintos escenarios y analizar las diversas políticas y/o decisiones que afectan este comportamiento y su estabilidad.

Comparar el efecto de las acciones previstas de una forma muy clara, y también confrontar los resultados que tendrán diferentes acciones alternativas, en sus diferentes horizontes o plazos.

Exponer con claridad las acciones a tomar, analizar diferentes propuestas y los motivos que permiten sugerir una en relación a las otras.

### **1.7 Metodologías para la confección de modelos de simulación con Dinámica de Sistemas**

No existe un acuerdo común en la cantidad de etapas que lleva la construcción de un modelo de simulación con Dinámica de Sistemas.

A continuación se expone cómo algunos autores proponen la construcción de modelos por etapas.

Silvio Martínez Vicente del Instituto de Economía y Geografía Aplicada en su artículo Dinámica de Sistemas y Planificación Regional [9], plantea que el plan convencional que corresponde a diferentes hitos en la elaboración de modelos con técnicas de Dinámica de Sistemas es el que sigue:

1. Descripción del sistema, identificación de elementos y relaciones fundamentales.
2. Diagrama causal.
3. Definición precisa de cada magnitud: Código de variables.
4. Diagrama de Forrester.
5. Sistema de ecuaciones.
6. Calibrado.
7. Análisis de sensibilidad.
8. Evaluación del modelo contrastado.
9. Utilización del modelo: escenarios e imágenes a simuladas.

Pablo Severin Bull de la Universidad de Diego Portales, de Chile, en su trabajo Metodología basada en Dinámica de Sistemas, para especificar los requisitos de una herramienta tecnológica enfocada al



desarrollo de habilidades de argumentación [18], dice que las fases que posibilite llegar desde el estudio del sistema a la obtención de un modelo utilizable para analizar escenarios son:

1. Definición del sistema.
2. Conceptualización.
3. Formalización.
4. Comportamiento.
5. Evaluación.
6. Explotación.

Una división de cuatro etapas es propuesta por Ernesto Alondo Lagarda Leyva en trabajo titulado Modelos Mentales y Formales Con Dinámica de Sistemas [19]. Estas son:

1. Conceptualización.
2. Formulación.
3. Evaluación.
4. Implementación.

### **1.7.1 Diagramas de Forrester [16]**

Los diagramas de Forrester son herramientas específicas de modelado de la Dinámica de Sistemas. En esta metodología se emplean dos modelos gráficos: los diagramas causales (figura. 6) y los diagramas de Forrester (figura .7), y un modelo de ecuaciones diferenciales derivadas directamente del último.

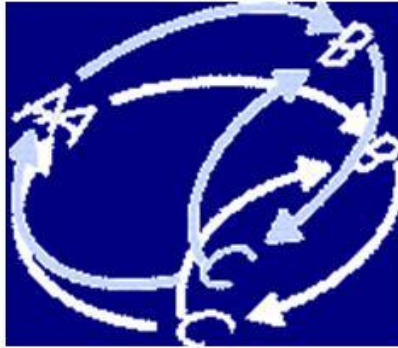


Fig 6 Componentes de un diagrama causal

Los diagramas causales muestran cualitativamente las relaciones entre las partes (subsistemas) mediante flechas, con un signo que indica si la relación es positiva o negativa, que permite buscar los lazos de realimentación.

Los diagramas de Forrester proporcionan una representación gráfica de los sistemas dinámicos.

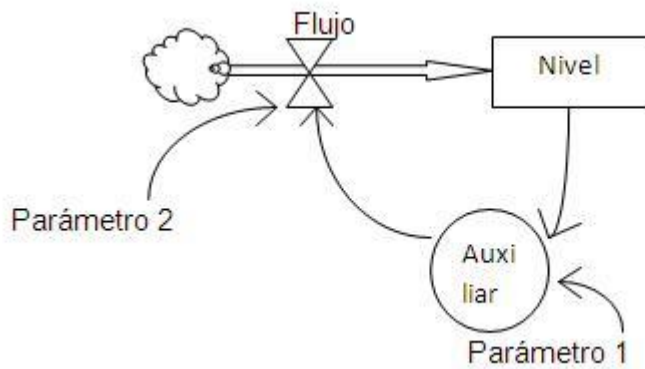

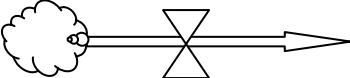
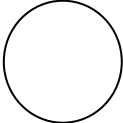




Fig.7 Diagrama de Forreter

Tabla: 1 Características de cada variable del diagrama de Forrester

Nombre	Símbolo	Significado
Variable de nivel		Es un repositorio temporal entre el momento de entrada y el momento de salida.
Variable de flujo		Definen el comportamiento del sistema. Son lo que hace cambiar los niveles.
Variable auxiliar		Sirve para hacer visible los diferentes pasos de transformación de información en la toma de decisiones.
Nube		La "nube" es el lugar de donde las "cosas" entran al sistema y adonde van cuando salen de él. Representan fuentes y sumideros, es decir, una no determinada (infinita) cantidad de material,
Flujo de información		Un flujo de información permite a una variable de flujo o a un nivel "ver" la información acerca de la

		cantidad actual de alguna otra variable
--	--	---

### 1.7.2 Organización de las variables y parámetros.

Las variables de nivel representan magnitudes que acumulan los resultados de acciones tomadas en el pasado. Estas variables contienen toda la historia disponible del sistema.

Las variables de flujo caracterizan las acciones resultantes de las decisiones tomadas en el sistema, determinando las variaciones en los niveles.

Las variables auxiliares facilitan la comprensión de las variables de flujo. Con la existencia de estas variables se consigue un modelo más transparente y simple.

Además de las variables reseñadas, en todo modelo de Dinámica de Sistemas habrá también parámetros, o sea, variables que se mantienen constantes durante todo el horizonte temporal de ejecución del modelo.

### 1.7.3 Interpretación matemática de niveles y flujos. Modelo matemático.

Después de lo planteado en el epígrafe anterior de la construcción de los diagramas de Forrester, se mostrará como a dicho diagrama se asocian las ecuaciones funcionales del modelo.

En primer lugar se considera la relación entre la variable “Flujo” (denominada **F**) y la variable “Nivel” (denominada **N**). La evolución de la variable de estado (“Nivel”) viene dada por la expresión:

$$(1) \quad \mathbf{N}(t + \Delta t) = \mathbf{N}(t) + \Delta t \cdot \mathbf{F}(t)$$

Esta ecuación recibe la denominación de ecuación de estado, e indica cómo evoluciona la variable de estado **N** en función del flujo **F** que determina su variación. De forma alternativa esta ecuación se puede escribir también empleando notación diferencial.

$$(2) \quad \frac{dN}{dt} = -F(t)$$

El "Flujo"  $F$  se determina con ayuda de la expresión:

$$(3) \quad F(t) = K * A(t)$$

Donde  $k$  representa una constante y  $A$  representa a la variable "Auxiliar". Esta ecuación se denomina ecuación de flujo,

El parámetro  $K$  toma un valor constante para cada simulación del modelo.

La variable auxiliar  $A$ , viene dada por:

$$(4) \quad A(t) = N * A - N(t)$$

Se ha completado el proceso mediante el cual a partir de un diagrama de influencias, se obtiene el diagrama de Forrester, y a partir de él se tiene un modelo matemático que puede ser programado en un ordenador.

La programación de un modelo como el que se acaba de describir puede hacerse en cualquier lenguaje de alto nivel, aunque se considera que resulta más cómodo emplear entornos informáticos de simulación que se han desarrollado para tal efecto.

En la actualidad existen software de simulación de Dinámica de Sistemas 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 software, una vez que se construya este diagrama en la pantalla, generan automáticamente las ecuaciones.

## 1.8 Software de Dinámica de Sistemas [20]

Los software de simulación de Dinámica de Sistemas ofrecen un entorno muy amigable para el usuario. Además de permitir la creación de diagramas causales y de flujos, permite el uso de funciones matemáticas complejas y la creación de funciones tabla. Incluyen en general los siguientes aspectos:

- ✓ Empleo de multi-páginas.
- ✓ Captura de datos desde Hoja de Cálculo.
- ✓ Análisis de sensibilidad con Simulaciones de Montecarlo.

Se puede obtener una versión gratuita de los Software más utilizados, estos son:

### 1.8.1 Vensim

Es el software más completo y versátil que existe en la creación de modelos de Dinámica de Sistemas, permitiendo cubrir todas las áreas propias de la modelización, desde los modelos más sencillos a los más complejos.

Vensim es una excelente herramienta visual que permite desarrollar modelos computacionales, y admite comprender mejor la realidad de manera simple y flexible .Es una herramienta visual de modelaje que permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de Dinámica de Sistemas. Provee una forma simple y flexible de construir modelos de simulación, sean lazos causales o diagramas de stock y de flujo.

Mediante la conexión de palabras con flechas, las relaciones entre las variables del sistema son ingresadas y registradas como conexiones causales. Esta información es usada por el Editor de Ecuaciones para ayudar a completar el modelo de simulación. Se podrá analizar el modelo siguiendo el proceso de construcción, mirando las causas y el uso de las variables, y también siguiendo los lazos relacionados con una variable. Cuando se construye un modelo que se puede simular, Vensim permite explorar el comportamiento del modelo.

## **Descripción de Vensim**

Vensim es actualmente el programa más versátil, intuitivo y sencillo, que aprueba construir y simular modelos dinámicos. Permite construir modelos a través de diagramas causales o en versión texto, y en cualquiera de las dos modalidades permite comparar fácilmente los resultados de distintos experimentos, superponer gráficos de distintas variables, cambiar escalas, periodos de estudio, etc.

Vensim permite realizar utilidades avanzadas, como son el calibrado de parámetros, análisis de sensibilidad, optimización de funciones y valoración de decisiones a través de juegos interactivos entre otras posibilidades.

La apariencia de la pantalla del diagrama causal es muy flexible, en el sentido de que resulta muy sencillo organizar visualmente los elementos por categorías asignándoles bordes o marcos diferentes, desplazándolos por la pantalla a conveniencia, modificando las fuentes que los describen, el grosor, color de las flechas que indican sus relaciones, etc.

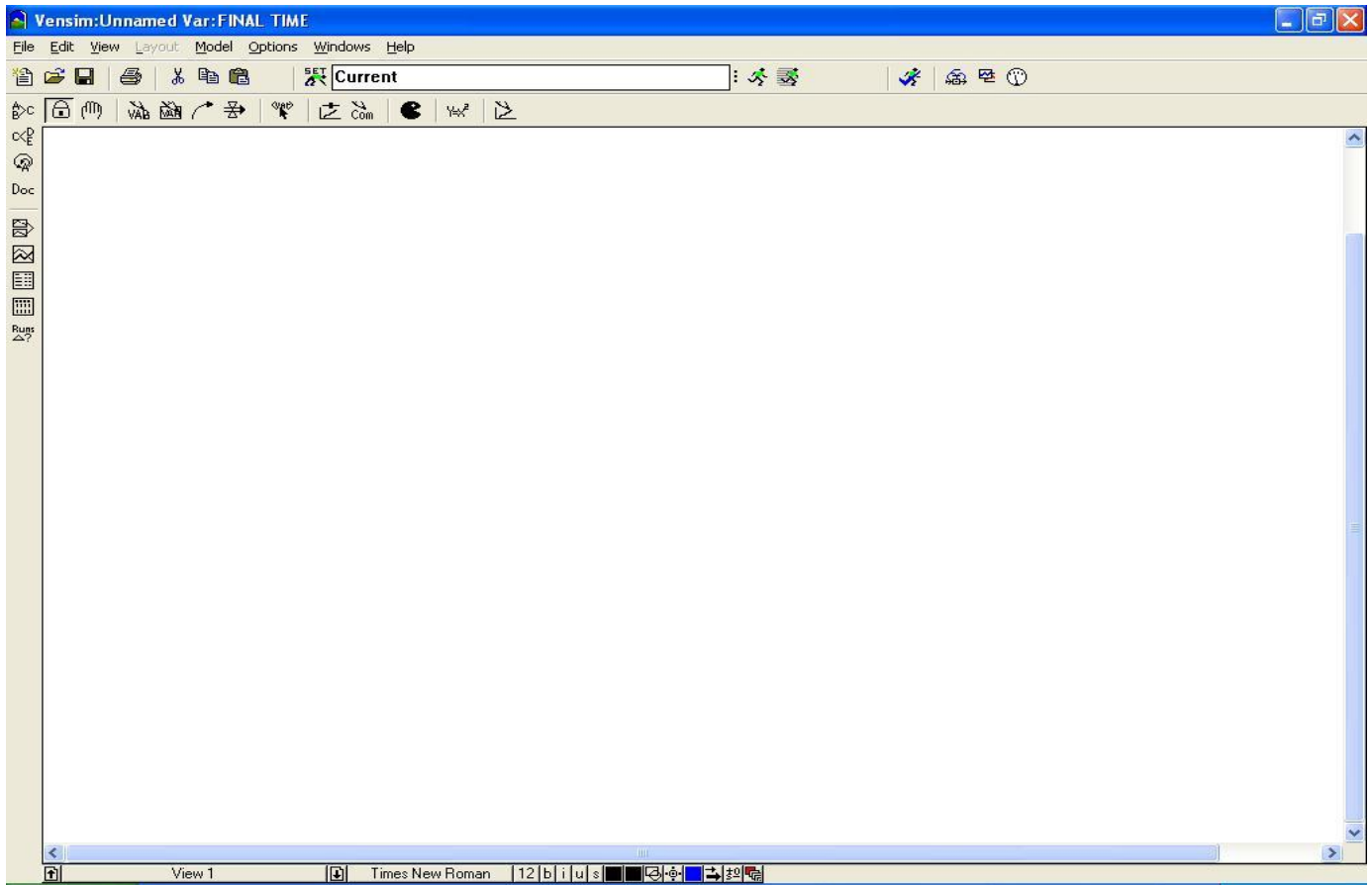


Fig.8 Ventana de trabajo del Software de Simulación Vensim

En el anexo se explica el entorno de las herramientas de trabajo.

### 1.8.2 Ithink

Este software tiene funcionalidades específicas para aplicaciones en economía y gestión de empresas. Tiene unas prestaciones gráficas muy potentes, estas hacen que el usuario poco experto, encuentre amigable el entorno.

### 1.8.3 Stella

Este software apareció en 1985 para equipos Mac, constituyó una verdadera revolución, que permitía dejar de lado el antiguo formato de programación Dynamo, ya que ofrecía, una visualización de las



relaciones entre elementos y de las funciones no lineales. Su destino principal en la actualidad es para aplicaciones científicas, investigativa, y de enseñanza.

#### **1.8.4 Powersim**

Los ámbitos de aplicación de este software se hallan en el área empresarial. Son principalmente modelos financieros, gestión de clientes, análisis de producción, recursos humanos y desarrollo de nuevos productos.

En el trabajo se utilizó el software de simulación Vensim que resulta muy fácil de aprender.

#### **1.9 Definiciones de escenarios**

¿Qué son escenarios?

✓ Los escenarios van hacer posibles sistemas futuros, generados por la interacción de varios grupos de factores y procesos, como son, las estructuras Dinámica del Sistemas, las variables externas al sistema, los procesos endógenos y el comportamiento de los actores [21].

✓ Escenario es un relato o descripción que presenta una imagen coherente y completa de un futuro posible, alrededor de una problemática concreta, que es explorada en profundidad, dado un conjunto de hipótesis sobre el comportamiento del medio ambiente y de los actores que intervienen, mostrando la interacción y las implicaciones de las variables a través del tiempo [2].

✓ Un escenario es una imagen de futuro, de carácter conjetural, que supone una descripción de lo que pasaría si llegase a ocurrir, e involucra algunas veces la precisión de los estadios previos que se habrían recorrido, desde el presente hasta el horizonte de tiempo que se ha elegido [Determinismo y construcción de futuro. FJ Mojica, F López Segrera, D Filmus].

Se Considera que la definición dada por Rivera Porto es la más completa, pues no solo da libertad a la metodología empleada para realizar los escenarios, también permite que se destaquen las propiedades fundamentales de todo escenarios, esto es que sea coherente y completo.

### **1.9.1 Finalidad de los escenarios.**

Entre las finalidades de los escenarios están:

- ✓ Seleccionar las opciones más importantes para el futuro
- ✓ Ayudar en la toma de decisiones a corto plazo y a la selección de estrategias para el largo plazo.
- ✓ Ser instrumento pedagógico para presentar rápidamente algunos futuros y sus implicaciones
- ✓ Concientizar y lograr voluntades de apoyo a unas ideas o problemáticas expresadas en los escenarios.

En correspondencia con las finalidades de los escenarios, estos han de ser sistémicos y dinámicos y por tanto responden a una o más problemáticas y una o más hipótesis.

### **1.9.2 Tipología de los escenarios**

Entre los diferentes autores no existe una identidad respecto a la tipología de los escenarios. En la investigación se analiza solo el escenario tendencial. Para conocer sobre otros tipos de escenarios (vea Rivera Porto, Fj Mojica, Eva Wollenberg).

**Escenario tendencial [2]:** Trata de presentar las imágenes alrededor de las tendencias más importantes (y probables) del sistema. Cuando pretenden explorar los caminos más probables, a partir de tendencias pasadas y presentes, llevando el análisis de una manera lógica hacia el futuro se les llaman también escenarios exploratorios.

### **1.9.3 Importancia de los escenarios para el entrenamiento de líderes de proyectos [2]**

1- El diseño de estrategias y planes estratégicos en los proyectos de desarrollo de software requieren, de visiones de largo plazo, que contribuyan a la innovación y al cambio social. La construcción de escenarios constituye una forma de elaborar previsiones, que lejos de apegarse a la realidad presente, la cuestiona y busca transformarla profundamente y pensarla alternativamente.

2- Permite al líder de proyecto delinear algunas de las estrategias a tomar en cuenta en la planeación estratégica, al mostrar las implicaciones posibles, algunos retos u oportunidades.

3- Los equipos de proyectos de software, por ser organizaciones estratégica, inscriben sus acciones en horizontes de largo plazo, que definen mediante amplios procesos participativos de reflexión y debate sobre futuros deseables y los medios para lograrlos. El método de escenarios contribuye a ello de manera importante, esclareciendo la acción presente a la luz de los imaginarios, los cuales sirven de especie de brújula para la marcha.

4- El carácter estratégico y flexible de los equipos de desarrollo de software requiere de un ejercicio continuo de vigilancia prospectiva, que asegure el vínculo entre previsión y gestión. La lectura continua del entorno y la identificación de riesgos y oportunidades permite que los actores y las instituciones involucradas en el proceso de desarrollo de software se movilicen alrededor de sus objetivos, puedan anticiparse a los problemas y ajustar sus planes. En las equipos de desarrollo de software con cultura estratégica los escenarios se actualizan periódicamente y retroalimentan la acción gerencial

5- Los escenarios permiten hacer reflexiones estratégicas colectivas integradas y globales sobre las situaciones y las evoluciones de proyectos productivos, mejorar la flexibilidad de las organizaciones y programas frente a la incertidumbre y lograr una mejor preparación frente a los posibles cambios.

6- Sirve de plataforma al líder de proyecto para la discusión, análisis a profundidad y entendimiento de las opciones futuras y sus implicaciones.

7- Ayuda al líder de proyecto en la toma de decisiones a corto plazo y a la selección de estrategias para el largo plazo.

8- Permite al líder de proyecto concientizar y lograr voluntades de apoyo a unas ideas o problemáticas expresadas en los escenarios.

9- Los escenarios son un excelente método de planificación a largo plazo y de trabajo en equipo para dicha planeación.

10- Permite al líder de proyecto identificar las variables que intervienen y la complejidad de la interrelación entre ellas, a la hora de tomar decisiones.

11- Los escenarios ayudan a explorar el pasado y los diversos resultados posibles del presente, También ayuda a entender y comprender mejor al sistema bajo estudio.

12- Es un medio de comunicación y "venta" de ideas.

13- Fomenta la iniciativa y la creatividad de los integrantes del equipo de trabajo, partiendo de una tarea común, deben representar el futuro de un sistema o un proceso.

### **1.10 Método de Escenarios y Dinámica de Sistemas. Un mano a mano**

**Método de Escenarios:** Analiza el problema, identifica los elementos y relaciones fundamentales y delimita el sistema y su entorno general.

**Dinámica de Sistemas:** Analiza el problema, identifica los elementos y relaciones fundamentales y define los límites del sistema.

**Método de escenarios:** Hace un ranking de las variables e identifica las variable-claves del sistema y de su entorno.

**Dinámica de Sistemas:** Hace un ranking de las variables y restricciones del sistema en orden de importancia. Elimina las variables superfluas.

**Método de escenarios:** Recolecta antecedentes y elabora hipótesis a partir del análisis de variables claves y del comportamiento de los actores con respecto a objetivos.

**Dinámica de Sistemas:** Recolecta antecedentes y elabora hipótesis a partir de las variables del sistema.

**Método de escenarios:** Construye el escenario.

**Dinámica de Sistemas:** Construye el modelo.

**Método de escenarios:** Ayuda a la toma de decisiones a corto plazo y a la selección de estrategias a largo plazo.

**Dinámica de Sistemas:** Puede facilitar el proceso de toma de decisiones en el ámbito de la mejora del proceso, ya que permite predecir el impacto potencial de un cambio en el proceso, antes de que éste se haga efectivo en la práctica

**Método de escenarios:** Son instrumentos básicos y efectivos para el aprendizaje anticipativo de los líderes de proyectos, ya que aumenta su estado de preparación para el futuro y su capacidad de adaptación. Permite a los líderes de proyectos la formulación de políticas ante una gama de resultados de diferentes alternativas.

**Dinámica de Sistemas:** Permite al líder de proyecto aprender de los resultados más probables de las decisiones de gestión más frecuentes que a menudo resultan incorrectas, como por ejemplo, adelantar excesivamente la etapa de codificación, eliminar las revisiones, reducir el esfuerzo asignado a las actividades de prueba. Ayuda a los líderes de proyectos aceptar resultados muy diferentes a los que esperaban cuando tomaron la decisión. Constituye un medio para que el personal pueda practicar o aprender gestión de proyectos.

**Método de Escenarios:** Puede fomentar la interacción entre los miembros de un equipo de proyecto de software, pues toma en cuenta elementos de la Dinámica de Sistemas para facilitar el entendimiento de cómo funciona el sistema haciendo una especie de simulación.

**Dinámica de Sistemas:** Fomenta la interacción entre los miembros del equipo de proyecto de software; permitiendo ampliar el conocimiento que se tiene acerca de la organización y de sus procesos de desarrollo mediante la construcción de un modelo de simulación.

**Método de Escenarios:** Proveen un atractivo medio de comunicación entre los involucrados en el proyecto de software puesto que pueden mantener mucha información en una forma que los involucrados podrían reconocer.

**Dinámica de Sistemas:** Favorece la comunicación entre los miembros de la organización ya que permite compartir, bajo una representación formalizada, el conocimiento que cada miembro tenga del proceso software.

**Método de Escenarios:** Permite concientizar y lograr voluntades de apoyo a unas ideas o problemática expresadas en escenarios.

**Dinámica de sistemas:** Permite concientizar y lograr voluntades de apoyo a unas ideas o problemática expresadas en modelos dinámicos de simulación.

**Método de Escenarios:** Es un instrumento pedagógico para presentar rápidamente algunos futuros y analizar sus implicaciones.

**Dinámica de Sistemas:** Es un instrumento pedagógico que compara los distintos escenarios. Y analiza como diversas políticas y/o decisiones afectan el comportamiento y estabilidad del sistema.

**Método de Escenarios:** Se aplica para hacer mejores planes.

**Dinámica de Sistemas:** Se aplica tanto en la planificación inicial del proyecto como en las sucesivas planificaciones o modificaciones que se realicen conforme el proyecto progresa.

### **1.11 Conclusión del capítulo**

El uso de escenarios y de las herramientas de la Dinámica de Sistemas permite comprender de manera detallada los comportamientos dinámicos del sistema, los procesos y las estructuras que los producen y de las variables que participan del proceso.

Los modelos de simulación de la Dinámica de Sistemas suministran información sobre el futuro que sirven de parámetros para sobre estos, “tejer” mejor la redacción del escenario.

La Dinámica de Sistemas abre espacios interesantes al método de escenario. En este ambiente, con el uso de un software de simulación de Dinámica de Sistemas se pueden simular múltiples escenarios obtenidos con procesos prospectivos.

## CAPÍTULO 2: PROPUESTA METODOLÓGICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS Y MODELOS DE SIMULACIÓN INFORMÁTICA DE DINÁMICA DE SISTEMAS.

Las propuestas se sustentan en que con estas metodologías se emplean diferentes técnicas reconocidas mundialmente, que permiten a los líderes de proyectos hacer uso de la inteligencia colectiva para llegar al establecimiento de un conjunto de acciones estratégicas ante los constantes y complejos cambios del entorno.

### 2.1 Pasos para la construcción de escenarios en el entrenamiento de líderes de proyectos [1]

Para el entrenamiento de líderes de proyectos, en la resolución de problemas mediante el método de escenarios se propone el esquema metodológico de la figura 9.



Fig.9 Esquema metodológico de método de escenarios.

## **2.2 Descripción por etapa del método propuesto**

La primera etapa tiene por objetivo analizar el problema expuesto y delimitar el sistema a estudiar.

La segunda etapa se basa en realizar un diagnóstico de la organización, materializado en el árbol de competencias.

La tercera etapa identifica las variable-claves de la organización y de su entorno.

La cuarta etapa intenta comprender la dinámica de la organización, esto es; analizar todos los factores críticos que son claves para el futuro, su entorno, su evolución, sus fuerzas y debilidades en relación a los principales actores de su entorno estratégico. En esta etapa se desarrolla un conjunto de hipótesis relativas a las situaciones futuras posibles y a los caminos que conduzcan de las situaciones actuales a las situaciones futuras. Las hipótesis se generan a partir del análisis de las variables claves y el comportamiento de los actores con respecto a los objetivos.

La quinta etapa busca seleccionar los escenarios. A cada conjunto de hipótesis le corresponde un escenario. Se utilizan eventualmente los métodos de encuesta a expertos, para poner en evidencia las tendencias de peso, los riesgos de ruptura y finalmente descubrir los escenarios de entorno más probables.

La sexta etapa se consagra a la evaluación de las opciones estratégicas compatibles a la organización y con los escenarios más probables de su entorno. Es la etapa de la elección de la estrategia,

La séptima etapa se dedica enteramente a la puesta en marcha del plan de acción. Es la etapa crucial porque se trata de pasar de la reflexión a la decisión.

## **2.3 Fases para la construcción de modelos informáticos de Dinámica de Sistemas**

Para conocer las fases a seguir en la construcción de modelos informáticos de Dinámica de Sistemas para el entrenamiento de líderes de proyectos, vea la figura10.



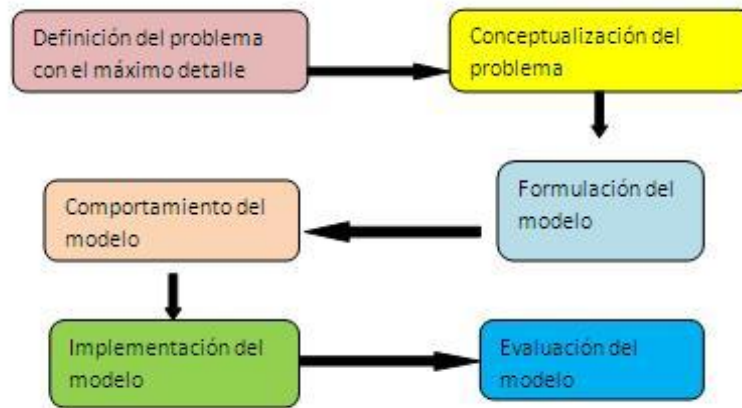


Fig.10 Fases para la construcción de modelos informáticos de Dinámica de Sistemas

## 2.4 Descripción del método propuesto

### Fase 1: Definición del problema con el máximo de detalle.

Se parte siempre de un problema que se quiere resolver. Para tener una definición exacta del problema es necesario hacer un análisis preliminar del mismo.

Se proponen los siguientes pasos:

- ✓ Recolectar datos a partir de diferentes fuentes; experiencias de las personas (su base de información mental), fuentes escritas diversas y datos numéricos.
- ✓ Selección de los datos más relevantes.
- ✓ Identificar las entidades y personas involucradas en el problema que se manifiesta; por un lado la parte afectada y por otro lado la parte que apoyará (con recursos) a que el problema se resuelva.
- ✓ Realizar una descripción bien detallada del problema en término de sus variables claves y los límites de tiempo.

En esta fase se hace además un estudio del sistema donde se manifiesta el problema con el fin de determinar la interacción con otros sistemas, las restricciones del sistema, las variables que interactúan dentro del sistema y sus interrelaciones.

Pasos a seguir:

- ✓ Definir los objetivos del estudio del sistema, chequeando que estos no cambien durante el desarrollo del mismo.
- ✓ Definir los límites del sistema que permitirá identificar claramente las fronteras de sistema bajo estudio (supra sistema: el sistema mayor en el cual se encuentra inmerso, así como los distintos subsistemas que interactúan dentro del sistema bajo estudio); para esto es necesario dejar bien identificados los elementos que pertenecen al sistema y cuáles no.
- ✓ Identificar las variables (cuantificables o no) que interactúan en el sistema.
- ✓ Identificar los hechos o eventos que se desarrollan en el sistema y el vínculo que existe entre ellos.

## **Fase 2: Conceptualización del comportamiento del problema**

Una vez definido el problema, se está en condiciones de modelarlo mediante una representación gráfica (diagramas lógicos causales) que muestran las relaciones de causa-efecto entre las variables del problema. El diagrama causal permite conocer la estructura del sistema y se llega a él por un proceso de análisis del problema real.

En el diagrama causal, las variables están unidas entre sí por flechas que indican la implicación y la influencia de unas variables con otras, vea figura 11. En el diagrama coexisten bucles de realimentación positiva con bucles de realimentación negativa. Las interacciones entre ambos tipos de bucles determinan el comportamiento global del sistema.

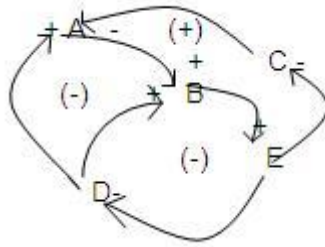


Fig.11 Diagrama causal

**Para desarrollar el diagrama causal se propone los siguientes pasos:**

- ✓ Definir el propósito (objetivo) del modelo. La conceptualización de un modelo requiere definir el objetivo del mismo.
- ✓ Identificar las variables críticas. En función del objetivo del modelo, hay que decidir que variables se deben tomar en consideración.
- ✓ Establecer el horizonte del tiempo. El interés se centra en la variación en el tiempo del valor cuantitativo atribuido a cada variable.
- ✓ Establecer las relaciones entre las variables. Una vez que se hayan identificado las variables críticas, hay que determinar de entre ellas, cuáles están relacionadas de forma de que lo que ocurra en una afecta de manera inmediata a la otra.
- ✓ Desarrollar el diagrama de influencia (modelo conceptual). Establecer un grafo en el que aparezcan representados todos los elementos que componen el modelo junto con sus relaciones. Esto permite dar una descripción bien detallada de cómo se generan los comportamientos problemáticos.

Es importante que los destinatarios del modelo (los clientes, los usuarios) tengan la oportunidad de intervenir en este proceso, proponiendo, revisando, criticando: ellos son parte del sistema que genera su problema.

### Fase 3: Formulación

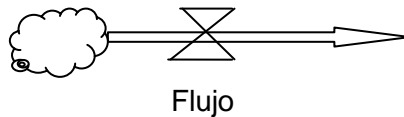
El objetivo de esta fase es convertir el diagrama causal en un diagrama en bloque llamado diagrama de Forrester. No existen reglas de cómo transformar un diagrama causal en un diagrama de Forrester.

Para abordar este proceso se propone los pasos siguientes.

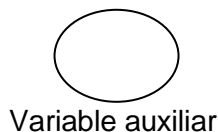
- ✓ Observar con atención el diagrama causal; si lo que se obtiene de ella, es una cantidad que se puede medir en un momento determinado, entonces esta cantidad es un acumulador o nivel.



Buscar aquellos elementos que sean la variación de los niveles en un período. Esos elementos son los flujos. Los flujos son elementos que pueden definirse como funciones temporales.



- ✓ Tener presente que toda variable de nivel tiene asociada al menos una variable de flujo.
- ✓ El resto de los elementos son variables auxiliares. Este tipo de variable facilita la comprensión de las variables de flujos. Ellas unen los canales de información entre las variables de nivel y las variables de flujos.



### Fase 4: Planteamiento del sistema de ecuaciones

Durante esta fase se deben seguir los siguientes pasos:

- ✓ Identificar las unidades y las relaciones matemáticas que representan cada una de las variables del diagrama de Forrester.
- ✓ Tener en cuenta los retrasos que se producen en algunas variables.
- ✓ Establecer los valores iniciales de los niveles.
- ✓ Atribuir valores a los parámetros.

### **Fase 5: Comportamiento del modelo**

Seguir los pasos siguientes.

- ✓ Someter el modelo a una serie de ensayo a través de la simulación informática para analizar su validez y calidad.
- ✓ Hacer un análisis de sensibilidad para determinar la sensibilidad del modelo.

### **Fase 6: Implementación**

Probar distintas políticas que pueden aplicarse al sistema que se está estudiando. Estas políticas se van a definir mediante escenarios que representan las situaciones a las que debe enfrentarse el líder de proyecto.

Se llama “políticas a los conjuntos de reglas de decisión o de acción que emplean para hacer frente a las situaciones.

## **2.5 Propuesta de laboratorio de aprendizaje para el entrenamiento de líderes de proyectos.**

### **Estructuras genéricas**

Al proponer un laboratorio de aprendizaje basado en estructura genérica se intenta dar repuestas a la interrogantes ¿Cómo se entrenan líderes de proyectos?

El enfoque pedagógico que se utiliza en este laboratorio de aprendizaje está basado en la construcción del conocimiento. Aquí el líder que aprende posee ideas previas sobre el objeto de estudio que puede describirse a través de marcos conceptuales. El líder de proyecto accede a un mayor nivel de destrezas o conocimientos mediante la realización de actividades de forma activa y creadoras.

### **2.5.1 Marco conceptual de la propuesta [2]**

#### **Pensamiento sistémico**

El Paradigma de Pensamiento, se establece a partir de formas básicas de pensamiento las cuales ofrecen alternativas que ayudan al individuo a forjar una perspectiva más amplia que involucre su realidad como un todo sin fragmentarla, una visión de un problema o aspecto en una causalidad circular manteniendo una realimentación donde los factores y relaciones que conforman el ciclo son interdependiente.

#### **Pensamiento Dinámico**

Es la habilidad para imaginar y deducir el comportamiento del sistema, enfocando y observando antes la predicción del evento. Identificando patrones de comportamiento que rigen la Dinámica de Sistemas.

#### **Pensamiento cíclico**

Está estrechamente relacionado con el pensamiento dinámico. Identifica la relación entre la estructura del modelo y el comportamiento observado en fenómeno.

#### **Pensamiento estructural**

Reconoce causalidad entre los elementos de un fenómeno.

#### **Pensamiento operacional**

Pensar operacionalmente significa pensar en términos de cómo hacer trabajar realmente el objeto, no en cómo trabajan teóricamente.

### **Pensamiento continuo**

Aprecia y explica los fenómenos como resultados de interdependencias continuas y no como una serie de hechos aislados.

### **Pensamiento científico**

Propone y prueba hipótesis. Cuantifica variables.

### **Pensamiento genérico**

Se reconocen analogías y similitudes entre fenómenos de naturalezas diferentes.

## **2.6 Estructuras genéricas**

Las estructuras genéricas (o arquetipos sistémicos) son representaciones de situaciones problemáticas organizacionales que se repiten en diferentes contextos, analizadas desde el marco de la Dinámica de Sistemas, que presentan comportamientos dinámicos contra-intuitivos. Cada estructura genérica es representada mediante un pequeño diagrama de ciclos causales (constituido por unos pocos ciclos de retroalimentación), que muestra la estructura causal que produce la situación problemática asociada a la estructura genérica [3].

Los líderes de proyectos pueden utilizar modelos genéricos para enfrentarse a problemas complejos de diferentes formas:

En primer lugar, estos modelos pueden ser utilizados como herramientas de diagnóstico para poder tener una mayor comprensión de la situación actual del problema que se aborda.

En segundo lugar, pueden ser utilizados como herramientas de planificación, en el sentido de que pueden ser útiles para anticipar futuras consecuencias.

En tercer lugar permiten identificar resolver situaciones problemáticas y evitar que se repitan los errores en el futuro.

Existen diferentes tipos de estructuras genéricas [3], pero algunos de los más conocidos son:

1. Escalada.
2. Éxito para quien tiene éxito.
3. Límites al crecimiento.
4. Soluciones rápidas que fallan.
5. Erosión de metas.
- 6 Desplazamiento de la carga.
7. Crecimiento y subinversión.
8. Compensación entre proceso y demora.
9. Desplazamiento de la carga hacia la intervención.
10. Tragedia del terreno común.

#### **2.6.1 Tragedia del terreno común [5]**

Esta estructura implica el tener un terreno común, en el cual se puede obtener un beneficio individual muy alto, pero que luego llega a un tope y este beneficio comienza a decrecer. Este terreno es un recurso no renovable (minerales por ejemplo). Los individuos utilizan el recurso común reparando únicamente en las necesidades individuales, al ver que hay disminución del recurso redoblan sus esfuerzos, acelerando el consumo del recurso, al final agotan o erosionan el recurso. En la figura 12 se represente este caso.



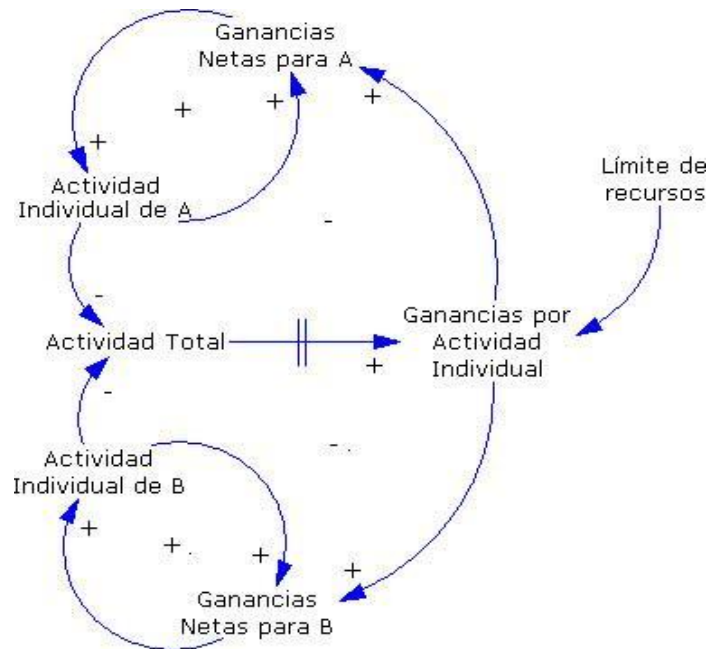


Fig 12 Tragedia del terreno común

### Escenario 1

Existe un recurso común relativamente escaso (computadora con una cierta cantidad de memoria RAM), del cual depende el desempeño de varios estudiantes de un proyecto. Los estudiantes intentan mantener un nivel de desempeño mínimo; y en la medida en que éste se vea disminuido, ellos realizarán más esfuerzos para mantener los beneficios a los cuales se encuentran acostumbrados. Al hacerlo, se incrementa la actividad total a la cual se encuentra expuesto el recurso común (las megas de la computadora). A medida que se agotan megas, los estudiantes requieren cada vez de mayores esfuerzos para alcanzar su desempeño mínimo deseado.

En este ejemplo se involucra un recurso común que tiende a agotarse. El uso de este recurso (megas de la computadora) por parte de un estudiante mejora su desempeño individual, a la vez que no trae consecuencias negativas visibles directas para él, ya que éstas son mínimas.

Es solamente a través de la explotación del recurso por parte de varios estudiantes, que el recurso efectivamente se agota.

Como consecuencia de lo anterior, los estudiantes tienen incentivos para explotar el recurso individualmente: “Si no uso yo el recurso para mi propio beneficio, otro lo hará, y yo saldré perdiendo”.

## Escenario 2

El agotamiento de un recurso natural cuando varias compañías rivales lo explotan.

### 2.6.2 Escalada [5]

En esta estructura dos personas u organizaciones entienden que su bienestar depende de una ventaja relativa de una sobre la otra. Cuando una se adelanta, la otra se siente amenazada y actúa con mayor agresividad para recobrar su ventaja, lo cual amenaza a la primera, aumentando su agresividad, y así sucesivamente. A menudo cada parte ve su conducta agresiva como una reacción defensiva ante la agresión de la otra; pero la “defensa” de cada parte deriva de una escalada que escapa a la voluntad de ambas vea la figura 13.

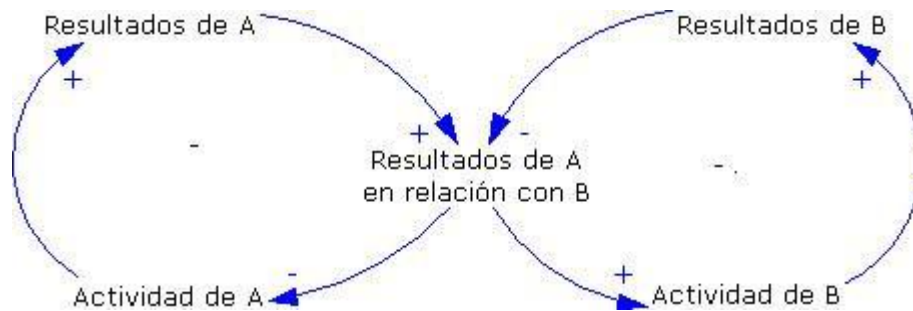


Fig.13 Escalada

## Escenario 1

La carrera armamentista.

## Escenario 2

Una compañía desarrolló un ingenioso diseño para un cochecito que llevaba tres bebés al mismo tiempo pero era liviano y cómodo para los viajes. Fue un éxito inmediato para familias con varios hijos. Casi

simultáneamente, surgió un competidor con un producto similar. Al cabo de varios años, envidiando la participación en el mercado de la otra compañía, la primera redujo el precio en 20 por ciento. La segunda compañía notó una merma en las ventas y también rebajó los precios. La primera compañía, todavía interesada en recobrar su parte en el mercado, bajó los precios aún más. La segunda compañía la imitó a regañadientes, aunque sus ganancias empezaban a ser afectadas. Varios años después. Ambas compañías apenas lograban mantenerse a flote.

### Ejemplo 3

Algunos individuos inflan sus estimaciones y otros los imitan para obtener su “trozo de pastel”, lo cual induce a todos a inflar sus estimaciones aún más.

#### 2.6.3 Éxito para quien tiene éxito [5]

Dos actividades compiten por recursos limitados. A mayor éxito, mayor respaldo, con lo cual la otra se queda sin recursos, vea figura14.

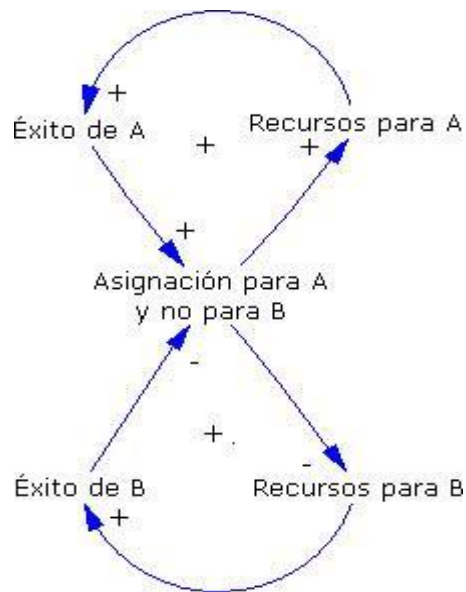


Fig 14 Éxito para quien tiene éxito

### **Escenario1**

Un director tiene dos protegidos y desea que ambos progresen en la empresa. Sin embargo, uno empieza a recibir trato preferencial cuando el otro falta una semana por razones de salud. Cuando el segundo protegido regresa al trabajo, el director se siente culpable y elude a esa persona, dando así aún más oportunidades al primer protegido. El primer protegido, intuyendo cierta aprobación, prospera, y así recibe más oportunidades. El segundo protegido, sintiéndose inseguro, realiza una labor menos efectiva y recibe aún menos oportunidades, aunque ambas personas tenían aptitudes similares al comienzo. Finalmente, el segundo protegido se va de la empresa.

### **Escenario 2**

Dos proyectos compiten por recursos financieros y administrativos limitados dentro de una empresa; uno obtiene un éxito inmediato en el mercado y recibe mayor inversión, lo cual agota los recursos disponibles para el otro, activando una espiral reforzadora que alienta el crecimiento del primero y el abandono del segundo.

### **Escenario 3**

Un estudiante empieza mal en la universidad (quizá por trastornos emocionales o por un problema de aprendizaje que no se detectó), es calificado de “lento” y recibe cada vez menos aliento y atención que sus compañeros más avispados.

#### **2.6.4 Compensación entre proceso y demora**

Un aspecto importante que se debe considerar en el estudio de sistemas dinámicos es el retraso que se produce en la transmisión de información o de materiales a lo largo de éstos. Un retraso es conocido también por retardo o demora.

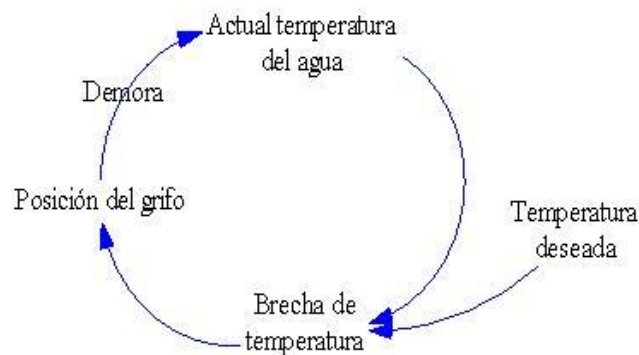
La plantilla del arquetipo para el proceso de compensación entre proceso y demora se muestra en la figura 15.



Fig. 15 Compensación entre proceso y demora

La existencia de retrasos implican que los efectos de las decisiones tomadas no se reflejen de un modo inmediato, lo cual dificulta detectar la existencia de relaciones causa - efecto, ya que los síntomas aparecerán con frecuencia alejados temporal y espacialmente de la acción que los origina. Como los cambios necesitan tiempo, sus efectos no pueden verse de un modo instantáneo. Como el efecto de una decisión se manifiesta en el largo plazo, los problemas a los que se enfrenta una empresa en un momento dado son fruto de decisiones pasadas.

La existencia de retrasos entre las variables constituye un aspecto fundamental de la Dinámica de Sistemas ya que los efectos de las decisiones o políticas adoptadas no se ponen de manifiesto inmediatamente, sino tras un periodo de tiempo. Muchas decisiones adoptadas pueden ser erróneas y provocar efectos contrarios a los deseados si se subestima la duración de la demora.



Una ducha donde el agua caliente reacciona con lentitud ante los cambios de posición del grifo. Ante unas condiciones reales -temperatura del agua- se regulan las mismas mediante una acción correctiva

hasta lograr la temperatura adecuada. En este proceso existe una demora, la acción correctiva no conduce inmediatamente a las condiciones reales deseadas.

### 2.6.5 Soluciones que fallan

El punto primordial de esta estructura, es que en los sistemas, algunos problemas son tratados con la solución equivocada, y a pesar de que pueda resolver el problema momentáneamente, esta solución lo que hace es empeorar el problema en el largo plazo, vea figura 16.



Fig. 16 Soluciones que fallan

Toda decisión implica consecuencias de largo y corto alcance, y generalmente, estas son opuestas. Se trata de la existencia de un problema para el cual la aplicación de una solución particular produce efectos colaterales que hacen que el problema empeore, o que al menos no mejore de la manera esperada.

#### Escenario 1

Personas y organizaciones que piden préstamos para pagar el interés de otros préstamos, con lo cual tendrán que pagar más intereses más tarde.

#### Escenario 2

Una empresa lanzó un nuevo producto de alto desempeño, y tuvo gran éxito. Sin embargo, el directivo de la empresa estaba empeñado en reducir sus gastos, así que postergó la adquisición de nuevas y costosas tecnología de producción. La calidad del producto se resintió, lo cual creó una reputación de

mala calidad. La demanda cayó rápidamente al año siguiente, lo cual redujo las ganancias y dejó al directivo con menos ganas de invertir en una nueva tecnología de producción.

## **2.7 Propuestas de estructuras genéricas de Dinámica de Sistemas**

La Dinámica de Sistemas es una tecnología informática que se presenta como una metodología potenciadora en el proceso de formación de líderes de proyectos, Ella permite la representación de las estructuras genéricas sistémicas para observar su comportamiento dinámico recreando así las formas de pensamiento sistémico señaladas anteriormente, además mejora la posibilidad que los líderes prueben sus ideas y las contrasten a la vez que interpretan y comprenden los conceptos fundamentales de la teoría.

De los distintos tipos de estructuras genéricas sistémicas, se proponen utilizar en el laboratorio de aprendizaje para entrenar a los futuros líderes de proyectos los siguientes: Límite del crecimiento, desplazamiento de la carga y erosión de metas.

### **2.7.1 Límite del crecimiento**

En el mundo real es muy común encontrar procesos de crecimiento donde una fase inicial de crecimiento exponencial es seguida por otra fase de cercamiento asintótico a un valor de saturación. Este comportamiento se produce en aquellos sistemas que inicialmente se encuentran en un entorno propicio que posibilita la etapa de crecimiento o expansión acelerada exponencial, pero el propio proceso de multiplicación se vuelve más lento (a menudo en forma inexplicable para quienes participan en él) hasta detenerse, incluso puede revertirse. Lo anterior indica que el crecimiento exponencial sostenido no existe en el mundo real.

Las estructuras de límites de crecimiento pueden frustrar cambios organizacionales importantes que al principio parecen ser exitosos pero que luego pierden fuerza.

El estudio de este tipo de estructura es útil para comprender situaciones donde el crecimiento colisiona con límites.

### **Escenario 1**

Al adquirir una nueva destreza, escribir líneas de códigos; se progresa rápidamente al principio ganando competencia y confianza, pero luego se encuentran límites de aptitud por exceso de trabajo.

### **Escenario 2**

Una empresa productora de software instituyó un programa de acción que ganó en respaldo y actividad cuando se introdujeron profesionales bien calificados pertenecientes a otras empresas del mismo tipo en diversos equipos de desarrollo de software. Pero más tarde surgió una resistencia; se percibía que los nuevos profesionales no se habían "ganado" el puesto compitiendo con otros aspirantes calificados. Cuanto más se presionaba a los equipos para aceptar nuevos profesionales, más se resistían.

### **Escenario 3**

Una universidad productora de software crece rápidamente brindando importantes oportunidades de promoción, los miembros jóvenes y talentosos de dicha universidad están muy motivados, pero a medida que la universidad se va ampliando en personal, el crecimiento se vuelve más lento (por ejemplo, los fundadores ya no desean tanto crecimiento). Esto supone menos oportunidades de promoción, más rivalidades internas y una caída general de la motivación.

#### **2.7.2 Desplazamiento de la carga**

Son sistemas en los cuáles se atacan los síntomas del problema, aplacándolos y logrando una solución momentánea, pero sin acabar con el problema real, que puede resurgir en un tiempo próximo. Estas estructuras se dan mayormente en situaciones en las cuales resulta dificultoso o costoso abordar un problema, o se necesitan soluciones rápidas al problema, por lo que se desplaza la carga del problema a otras soluciones más fáciles que parecen eficaces pero que solo aplacan los síntomas pero no solucionan el problema.

Ante un problema, se usa una "solución" fácil para corregir el problema, con resultados inmediatos aparentemente positivos. A medida que esta corrección se usa cada vez más, las medidas correctivas



fundamentales se aplican cada vez menos. Con el tiempo, las aptitudes para la solución fundamental se atrofian, creando mayor dependencia respecto de la solución sintomática.

La tendencia a “desplazar la carga” se observa habitualmente en los alumnos al reemplazar el aprendizaje significativo que requiere esfuerzo y tiempo, por el aprendizaje superficial y solo memorístico, cuyo único objetivo es obtener una nota sin la correspondiente correlación con un conocimiento que la trascienda.

### **Escenario 1**

Un líder de proyecto de desarrollo de software detecta en un diagnóstico que un porcentaje importante de los miembros de su proyecto carece de las herramientas de programación adecuadas.

#### **Solución fundamental**

Dada la composición aleatoria de cada uno de los cursos de programación, es lícito pensar que el resto de los proyectos, presente una deficiencia similar. Lo razonable es entonces realizar un diagnóstico general y en el caso de confirmarse esta presunción, generar acciones correctivas de fondo.

#### **Solución sintomática**

Citar a los profesores de los alumnos de los cursos de programación para tratar la baja en la autoestima que dicho diagnóstico les provocó.

### **Escenario 2**

Una facultad de una universidad que desarrolla software está presionada por sus clientes y el tiempo, pues el inicio del proyecto tiene un considerable atraso. Los líderes de proyectos de la facultad deciden hacer una reunión con alumnos de segundo y tercer año de la carrera para convocarlos a trabajar en los proyectos. En dicha reunión los líderes de cada proyecto explican que se hará y la necesidad que tienen de programadores. Los alumnos para entrar al proyecto debían pasar por una mesa de examen para mostrar sus conocimientos de programación. Al terminar el examen el presidente de mesa reportó un alto porcentaje de desaprobado.

## **Solución Fundamental**

Análisis de las causas y su relación con la persistente declinación de la calidad de la enseñanza de la programación. Adopción de soluciones de fondo en función de este análisis.

## **Solución Sintomática**

Presionar al presidente de mesa para aprobar alumnos para el proyecto.

## **Otro ejemplo**

Un software se puede usar para realizar una funcionalidad única y ahorrar costos en muchas aplicaciones de productos, pero también puede sustituir software existente en productos actuales. Los vendedores de software pueden tratar de venderla a clientes especiales que aprecien las propiedades de esta tecnología y eventualmente diseñarán productos nuevos que la explotarán plenamente ("solución fundamental") o venderla a "clientes generales" que no se interesan en dichas propiedades y simplemente la usarán como sustituto de otro software (solución sintomática). Dadas las presiones de los directivos para alcanzar objetivos de ventas, los vendedores venden a quien esté dispuesto a comprar, habitualmente "clientes generales", pues hay más de ellos y las demoras en el ciclo de ventas son más cortas. Con el tiempo, la nueva tecnología no obtiene una clientela leal y queda sujeta a las presiones de precios.

### **2.7.3 Erosión de metas**

Es una estructura de desplazamiento de la carga donde la solución de corto plazo significa el deterioro de una meta fundamental de largo plazo.

Se tiene una meta que se desea alcanzar, pero para cerrar la brecha entre la meta y la situación real, en lugar de definir esfuerzos para llegar a ella, se baja la meta para acercarla a la realidad.

## **Escenario 1**

Una fábrica de alta tecnología pierde participación en el mercado, a pesar de un producto magnífico y continuas mejoras. Pero la firma, orientada hacia sus "genios" del diseño, nunca tiene los planes de

producción bajo control. Un investigador externo descubrió que los clientes estaban cada vez más insatisfechos con los retrasos, y compraban productos de la competencia. La compañía se mantuvo en sus trece: "Hemos mantenido un éxito de 90% en satisfacer el tiempo de entrega prometido al cliente". Por lo tanto, buscó el problema en otra parte. Sin embargo, cada vez que la compañía sufría retrasos en la entrega, reaccionaba extendiendo el tiempo prometido. El tiempo de entrega prometido se volvía cada vez más largo.

### **Escenario 2**

Un gerente de proyecto de desarrollo de software cuando está muy ocupado suele llamar a un especialista externo para resolver problemas. El especialista puede resolver los problemas, pero la capacidad del gerente para resolver en el futuro problemas similares no evoluciona, por lo que cada vez que se presente un problema nuevo volverá a llamar al especialista. Con el tiempo, la capacidad del gerente declina junto al respeto que se le profesa.

### **Escenario 3**

La documentación de todas las clases como la de instalación del software, la del desarrollo del software, la del usuario final, los comentarios en el código fuente y la documentación en línea, muchas veces se deja para el último momento por lo cual se hace mal o simplemente no se realiza. La premura de mostrar el producto operacional soslaya la importancia de la documentación.

## **2.8 Conclusión del capítulo**

Los laboratorios de aprendizaje empleando escenarios apoyados por modelos informáticos de Dinámica de Sistemas permitirán a los futuros líderes de proyectos afrontar las dificultades que puedan surgir en su organización, permitiéndole observar los efectos de la adopción de una nueva política o los efectos de una decisión tomada.

## CAPÍTULO 3: LABORATORIO DE APRENDIZAJE.

### 3.1 Metodología de desarrollo del laboratorio de aprendizaje

En este capítulo se explica los lineamientos metodológicos que dan soporte al desarrollo del laboratorio de aprendizaje basado en estructuras genéricas (arquetipos sistémicos). Al proponer el laboratorio basado en arquetipos; se intenta dar repuestas a la inquietud de potencial el proceso de entrenamiento de los líderes de proyectos.

Para el manejo adecuado del laboratorio de aprendizaje se desarrolla una estrategia donde el líder encontrará una serie de lineamientos metodológicos a seguir soportados en estructuras genéricas modeladas por computadora, contribuyendo así a la construcción de conocimiento, y a enfrentar problemas reales y situaciones cotidianas.

Mediante la confrontación entre sus modelos mentales, el líder será capaz de realizar un juicio crítico que le facilite identificar debilidades y fortalezas del sistema planteado y en consecuencia tomar decisiones.

La estructura metodológica del laboratorio de aprendizaje está sustentada en escenarios de situaciones problemática. Para la conducción del laboratorio se seguirá el esquema que se presenta en la figura 17.



Fig. 17 Esquema metodológico para el laboratorio de aprendizaje

### 3.2 Descripción de la metodología del laboratorio de aprendizaje

#### Descripción del contexto

En esta fase el profesor dará al futuro líder una descripción sobre una situación problemática, que será analizada por este último. Las problemáticas expuesta por el profesor deben ser evolutivas; esto es,

deben tener un grado de complejidad creciente. Esto permitirá que el futuro líder vaya adaptándose cada vez más a situaciones cada vez más complejas.

En el análisis el futuro líder debe centrar su atención a las entidades, las personas y las variables que interactúan, esto le permitirá comprender las propiedades y el comportamiento del sistema como un todo.

Aquí se debe desarrollar el pensamiento analítico. Cada vez que se analiza una situación problemática se está fomentando en el líder que se desea tener un espíritu crítico, un cambio en sus paradigmas de pensamiento,

### **Conceptualización**

Después de haber hecho un análisis de la problemática, el futuro líder vierte su análisis en un mapa de influencia mostrando las relaciones de causa-efecto entre las variables de la situación problemática para demostrar sus hipótesis.

Se deben desarrollar las formas de pensamiento estructural y operacional.

### **Confrontación conceptual**

Esta corresponde a una clase práctica. Para el desarrollo de esta etapa, el futuro líder debe llevar su modelo conceptual para que pueda resolver sus dudas y hacer confrontaciones con sus compañeros del curso y con el modelo previamente elaborado por el profesor. En el transcurso de esta parte práctica todos se auxiliarán de un software de modelación-simulación llamado Vensim.

Se pretende desarrollar un pensamiento estructural y cíclico.

### **Evaluación**

Esta etapa tiene como fin determinar si los logros definidos en el laboratorio de aprendizaje, se han alcanzados, tras una previa definición del avance en la adquisición de conocimiento por parte de los futuros líderes. Para evaluar si el futuro líder está capacitado para resolver y aportar soluciones concretas a una problemática determinada el profesor se valdrá de estructuras genéricas que se plantearon previamente en el capítulo II.

### 3.2.1 Una explicación necesaria para la aplicación del pensamiento sistémico

En este apartado se explica detalladamente cada una de las estructuras genéricas propuestas, seguida con un ejemplo correspondiente de escenario de situación problemática. Se comienza describiendo las bases del pensamiento sistémico: **Realimentación Reforzadora, Realimentación Compensadora y la Demora.**

El tipo de problemas en los que habitualmente trabaja la Dinámica de Sistemas se caracteriza porque en éstos siempre aparecen relaciones causales estructuradas en lazos cerrados (lazos de realimentación). Por realimentación se entiende una acción ejecutada sobre un elemento del lazo que se propaga por el mismo de manera que tarde o temprano esa acción repercute sobre sus propios valores futuros.

Conviene distinguir dos tipos de lazos realimentados, lazos positivos (realimentación reforzadora) y lazos negativos (realimentación compensadora).

#### **Lazo reforzador (lazo positivo)**

Los lazos positivos son aquellos en los que una variación en un elemento se ve reforzada por las influencias mutuas entre los elementos.

Los lazos de realimentación positiva se caracterizan por que la variación de un elemento se propaga a lo largo del lazo reforzando la variación inicial. Es decir, se caracterizan por generar un crecimiento exponencial del sistema (vea figura 18).

En estos lazos, todo movimiento es amplificado produciendo más movimiento en la misma dirección pudiéndose generar círculos virtuosos en los cuales partiendo de una situación buena se llega a una mejor o círculos viciosos en los cuales partiendo de una situación mala se llega a una peor, es decir se produciría un crecimiento acelerado o un empeoramiento acelerado.

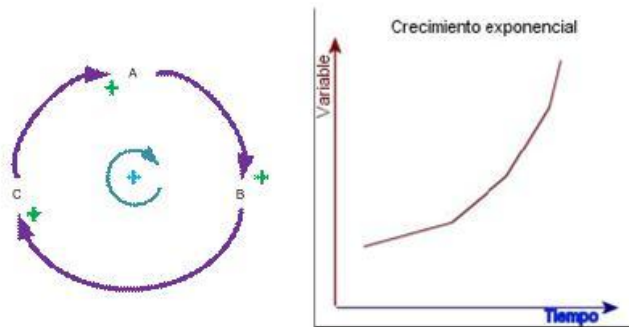


Fig. 18 Estructura básica y comportamiento

Los lazos de realimentación negativa se caracterizan porque una variación en un elemento se transmite a lo largo del lazo de forma que determina una variación que contrarresta la variación original. Es decir, en los lazos negativos una variación en cualquiera de sus elementos tiende a ser contrarrestada por las influencias en sentido contrario que se generan en el lazo.

Los lazos de realimentación negativa buscan ajustar el sistema con el objetivo de alcanzar una meta que se ha determinado de antemano, buscan la estabilidad del sistema (figura 19).

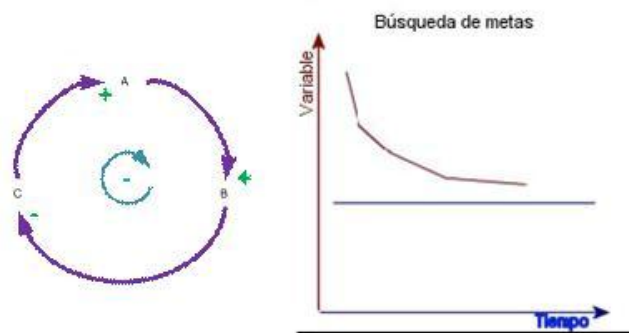


Fig. 19 Estructura básica y comportamiento

En conclusión un lazo positivo tiende a producir situaciones de crecimiento o decrecimiento ilimitado, mientras que un lazo negativo tiende a producir equilibrio.

La figura 20 muestra un ejemplo de ambos tipos de lazo.

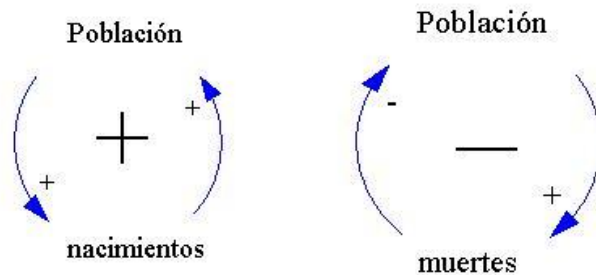


Fig.20 Lazos positivo (reforzador) y negativo (compensador negativo).

¿Cómo leer estos lazos? Los nacimientos aumentan la población y un aumento en la población aumentan los nacimientos. Por otro lado el aumento de la población aumentan las muertes y un aumento de las muertes disminuyen la población.

¿Cómo leer el lazo de la figura 21?

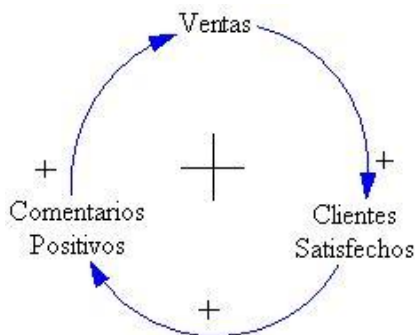


Fig. 21 Venta de productos.



Se trata de un producto que una empresa productora de software desea saber cuál será su efecto una vez que esta la lance al mercado.

Si el producto es bueno, habrá más ventas lo que significa que habrá más clientes satisfechos, lo cual significa más comentarios positivos. Esto provoca aún más ventas, lo cual significa aún más comentarios positivos, y así sucesivamente. . Por otra parte, si el producto es defectuoso, el círculo virtuoso se transforma en círculo vicioso: las ventas redundan en menos clientes satisfechos, menos comentarios positivos y menos ventas, lo cual conduce a aún menos comentarios positivos y aún menos ventas.

### Ejemplo de lazo compensador (lazo negativo)

Estos lazos de realimentación buscan ajustar el sistema con el objetivo de alcanzar una meta que se ha determinado de antemano, suelen surgir al detectarse una discrepancia entre el estado actual y el deseado, lo cual dará lugar a la aplicación de una acción correctora

Un diagrama de círculo compensador es el que se representa en la figura 22. ¿Cómo leerlo?

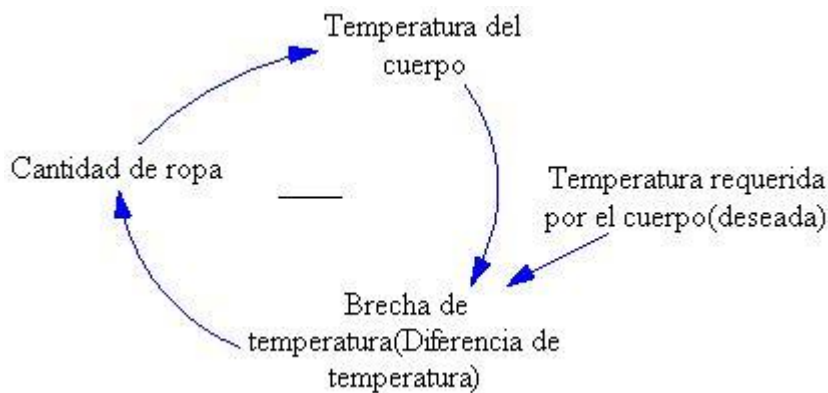


Fig. 22 Temperatura del cuerpo.

Para recorrer el proceso, es más fácil comenzar en la brecha, que es la discrepancia entre lo deseado y lo existente

Existe una brecha o diferencia entre la temperatura que el cuerpo necesita. Luego, se observan los actos que corregirán la brecha; en este caso, la cantidad de ropa afecta a la temperatura actual del cuerpo

aumentándola o disminuyéndola. Así, se observa que se trata de reducir la brecha de temperatura deseada y existente (cambia a través del tiempo). A su vez, la temperatura actual sigue regulándose a través del tiempo y ajustándose cada vez más a la deseada.

En la figura 23 se muestra otro ejemplo, donde se evidencia una escasez en el efectivo disponible para las necesidades de flujo de caja (en otras palabras, hay una brecha entre el balance de caja deseado y el real). A continuación se observan los actos realizados para corregir la brecha: se pide dinero prestado, lo cual aumenta el balance de caja y reduce la brecha.



Fig. 23 Balance de caja

Un proceso compensador siempre opera para reducir una brecha entre lo deseado y lo existente. Más aún, las metas tales como balances de caja deseados cambian a través del tiempo con el crecimiento o el deterioro de los negocios. No obstante, el proceso de compensación continúa operando para ajustar los balances de caja reales a las necesidades.

### Otro ejemplo. Toma de decisiones

Toda toma de decisiones implica los siguientes componentes ver la figura 24 abajo.

1. Considerar la idea de un estado deseado.
2. Observar si el estado actual del sistema, difiere del deseado.
3. Seleccionar una determinada alternativa que elimine o al menos reduzca la discrepancia que pueda existir entre el objetivo y el resultado.



Fig. 24 Toma de decisiones.

### 3.2.2 Desarrollo del laboratorio de aprendizaje

Este laboratorio se desarrolla aplicando estructura genérica de Dinámica de Sistemas. Algunos de los ejemplos que se proporcionan en este laboratorio son resultado de la observación en los proyectos que se ejecutan y otros, han concluido. También se facilitan ejemplos observados en la docencia y otros se extrajeron de las literaturas consultadas.

#### 3.2.2.1 Laboratorio de aprendizaje desplazamiento de la carga [1, 2]

Un tipo de situaciones con la que frecuentemente se enfrenta un líder de proyecto es aquella en la que se manifiesta un síntoma problemático que requiere atención y que es solucionado sin resolver el problema fundamental. Esta forma de actuación se llama desplazamiento de la carga. Con esta forma de actuación es posible que se obtengan éxitos a corto plazo sobre el síntoma, pero se mantiene inalterado el problema fundamental. El líder sin saberlo se vuelve adicto a las soluciones sintomáticas y con ello pospone las soluciones fundamentales mientras tanto se va degradando paulatinamente su capacidad de resolver problemas.

La plantilla para este tipo de situaciones se encuentra representada en la figura 25.



Fig 25 Desplazamiento de la carga

### Descripción

En esta representación se encuentran dos ciclos de realimentación negativa. Ambas tratan de darle solución al mismo síntoma problemático. El ciclo superior representa la solución sintomática, esta es una solución rápida y superficial, mientras que el ciclo inferior tiene un retraso y representa una acción de carácter fundamental sobre el problema. Muchas veces se presenta un proceso adicional de realimentación positiva que es generada por los efectos colaterales de la solución sintomática.

La solución fundamental es más difícil y además sus efectos suelen presentarse con retraso. Esto hace que sea tentador adoptar la solución sintomática, es decir la solución más fácil. Con el tiempo, las aptitudes para la solución fundamental se atrofian, creando mayor dependencia respecto de la solución sintomática

### Ejemplo 1

#### Presencia de herramientas académicas escasas

Como ejemplo, en la figura 26, se muestra la estructura genérica de un escenario donde un importante grupo de estudiantes de una universidad no posee las herramientas académicas que debieron ser aprendidas en las materias de años anteriores.



Fig.26 Desplazamiento de la carga.

### Modelo verbal

La existencia de herramientas académicas escasa implica dos modos acción.

Por el lazo inferior, solución fundamental, tomando la acción de largo plazo o por el lado superior, solución sintomática, adoptando la solución de acción de corto plazo que solo resuelve el síntoma.

La presencia de herramientas académicas escasas genera una alta acción de corto plazo, la cual conlleva a un aumento del nivel de herramientas académicas, provocando la sensación de haber resuelto el problema.

Al desplazarse por el lazo inferior se observa que al conseguir un aumento del nivel de las herramientas académicas, disminuye la acción de largo plazo que hubiera sido necesaria para mejorarlas en forma definitiva.

¿Cuál es el resultado?

Como resultado se deterioran las condiciones para resolver definitivamente esta deficiencia, pues dejan de impartirse las herramientas académicas en las materias responsables de generarlas.

Mientras la solución fundamental se debilita, la solución sintomática se fortalece, con el cual el problema se agrava con el tiempo.

En algunos casos puede presentarse algún efecto lateral no deseado provocado por la acción de corto plazo y que conforma un vínculo entre la solución de corto plazo y la solución de largo plazo.

**Efecto lateral:** Los estudiantes se acostumbran a la solución sintomática y comienzan a pensar de esta forma: **¿para qué voy a estudiar durante el año si luego, en caso de que lo necesite, me resumen todo en pocas clases?**

Como se puede observar las clases suplementarias tienen el efecto de debilitar la acción fundamental.

Ante un escenario problemático como este, ¿cuál sería la solución fundamental?

## **Ejemplo 2**

### **La documentación en los proyectos [3]**

En una conversación informal con varios líderes de proyectos se comentó el siguiente escenario.

El programador está tremendamente interesado en mostrar un producto funcional porque es lo que valora inmediatamente el cliente. Durante el desarrollo del software la premura por mostrar el producto operacional soslaya la importancia de la documentación.

¿Cómo usted resolvería esta situación a la luz de la Dinámica de Sistemas?

Esta situación se representa en la figura 27.

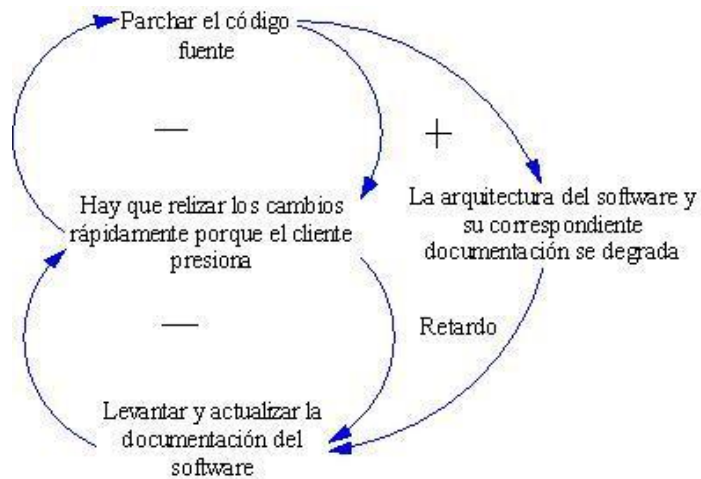


Fig. 27 Documentación en los proyectos.

### Modelo verbal

La existencia de presión del cliente conlleva a realizar cambios, esto implica dos modos de acción. Una es tomando las acciones correctivas de largo plazo, esto es la solución fundamental, o adoptando acción de corto plazo, o sea la solución sintomática.

Al desplazarse por el lazo superior se observa que al aumentar la presión del cliente se genera una alta acción de corto plazo, la cual conlleva a un aumento de la solución sintomática (parchar el código fuente). Esto proporciona la sensación de haber resuelto el problema.

Al desplazarse por el lazo inferior se observa que al aumentar los parches al código fuente debido a la presión del cliente disminuye la acción de largo plazo.

¿Cuál es el resultado?

La documentación de todas las clases como la de instalación del software, la del desarrollo del software, la del usuario final, los comentarios en el código fuente y la documentación en línea; muchas veces se deja para lo último por lo cual se hace de forma incorrecta o simplemente no se realiza.

Se sabe que un buen manual del usuario sin duda ahorra elevados costos de soporte; y que unos manuales de desarrollo del sistema actualizados donde se consigna la arquitectura del software, ahorra costos en el mantenimiento del producto.

El efecto colateral es el que se indica en la figura, es decir la arquitectura del software y su correspondiente documentación se degrada.

### **Ejemplo 3**

#### **La Planeación y el Análisis de Riesgos [3]**

En un consejo de producción de cierta facultad se le recordó a los líderes de proyecto el siguiente escenario.

Entre más rápido empiece a escribir código, más tardará en terminarlo. Una vez a un programador se le pidió que desarrollara un sistema por Internet para recepción y seguimiento de pedidos de los clientes. El jefe le preguntó al programador que cuando lo terminaría; el programador, después de “realizar un estudio”, le dijo que el producto era más fácil de construir de los que pensaba y que lo tendría listo en cuatro meses. A los 2 meses lo llama el jefe y le pregunta cómo va el proyecto; el programador entusiasmado le dice que lleva el 50% del producto y que la tendrá listo para la fecha límite. A los 4 meses el jefe lo llama y le pregunta cómo va y el programador dice “he encontrado unos problemas pero lo solucionaré rápidamente para entregar el producto” ¿y cuanto llevas?, replicó el jefe, el programador respondió el 90%; un mes después de la fecha límite el programador aun estaba en el 90%.y ¡dos meses después continuaba en el 90%! Finalmente el programador logró terminar el producto en el doble de tiempo de lo previsto.

Esta historia no es más que la ejemplificación de la famosa regla 90-90 “El primer 90% de un sistema se lleva el 10% del tiempo y esfuerzo invertido el último 10% se lleva el 90% del tiempo y esfuerzo”

Terminado la descripción se le preguntó a un líder. ¿Por qué ocurre todo esto? ¿Por qué parece que los proyectos de desarrollo de software son interminables?

A estas preguntas respondió.



Yo pienso que buena parte se debe a que no realizamos una buena planeación, no hacemos un cuidadoso análisis de requisitos; dentro de la planeación, una consideración importante son los riesgos. Por análisis de riesgos entendemos el analizar que puede salir mal durante el desarrollo del proyecto y plantear estrategias para reducir y controlar el riesgo. Con una buena planeación y análisis de riesgos, incluso podríamos evitar emprender proyectos que no tienen una base sólida y viable para su construcción. El problema de tener apoyado la escalera en pared equivocada.

A continuación se le hizo a todo el grupo la siguiente pregunta.

¿Por qué no se hace una cuidadosa planeación y análisis de riesgos?

Algunos dijeron: Para que gastar tiempo en tareas tan fútiles.

Otros dijeron: Vamos directamente al asunto de la programación que es lo realmente importante.

Y otros dijeron: ¿Para qué sobrecargar inútilmente el proyecto con más tareas y actividades?

En la figura 28 se muestra cual es la estructura genérica de desplazamiento de la carga para esta situación. Haga una descripción verbal de esta estructura.

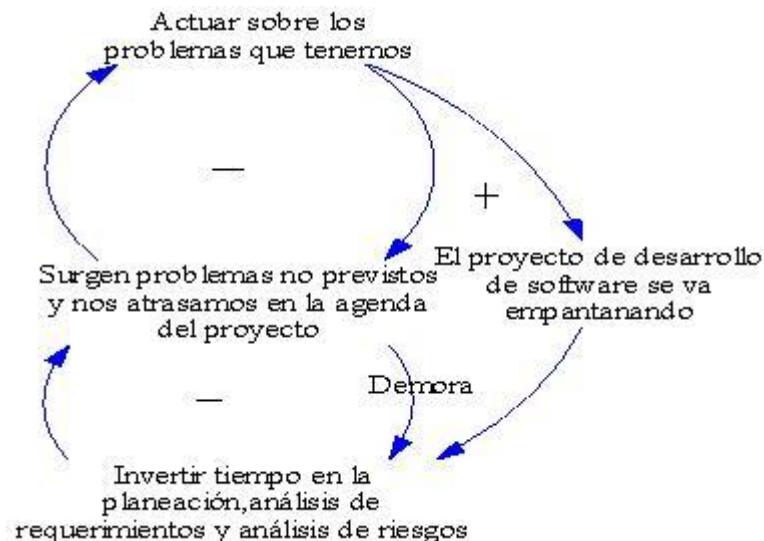


Fig. 28 Planeación y el Análisis de Riesgos

### 3.2.3 Laboratorio erosión de la metas [4]

Es un caso particular de la estructura de desplazamiento de la carga. La plantilla para este tipo de situaciones se encuentra representada en la figura 29.

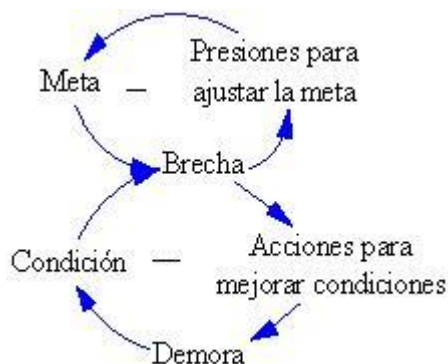


Fig.29 Erosión de metas.

El efecto de los dos lazos que se observan en la figura, produce en forma gradual y sostenida una reducción de los estándares de calidad al emerger una tendencia al aumento de la presión para bajar la meta. La situación se manifiesta por la presencia de una brecha entre los resultados del presente y los que se desean alcanzar, llamados metas.

#### Descripción

La existencia de una brecha entre los resultados del presente y los que se desean alcanzar implican dos modos de acción, tomando las acciones correctivas de largo plazo, esto es la solución fundamental, o adoptando la solución sencilla de bajar el nivel de la meta, esto es la solución sintomática.

¿Qué sucede si se desplaza por el lazo superior, es decir, si se adopta la solución fácil (solución sintomática)?

Con el crecimiento de la brecha se crea un aumento de la presión para bajar el nivel de la meta. Este aumento de presión baja el nivel de la meta, con lo cual se consigue disminuir la brecha.

¿Qué sucede si se desplaza por el lazo inferior, es decir si se adopta la solución fundamental?

Al haber logrado disminuir la brecha (sensación de tener la solución al problema por haber bajado el nivel de la meta), disminuye la acción que hubiera sido necesaria, o sea, la acción para mejorar las condiciones. Con el tiempo (representado por la demora), las condiciones se deterioran y aumenta la brecha, generándose una nueva necesidad de bajar las metas, con lo cual la situación se agudiza aún más, figura 30.

### Ejemplo 1



Fig. 30 Erosión de metas.

Haga una descripción verbal de la estructura

### 3.3 Ejercicio a resolver en el laboratorio de aprendizaje

Como líder de proyecto describa un escenario donde considere una meta que usted desea alcanzar. Utilice la plantilla y la descripción anterior para aplicarle una solución fundamental al escenario problemático planteado por usted.

#### 3.3.1 Laboratorio límite del crecimiento.

La fase de crecimiento es causada por uno o varios procesos de realimentación reforzadora. La desaceleración surge por un proceso compensador que se activa cuando se alcanza a un "límite". El

límite puede ser una restricción en los recursos, o una reacción externa o interna ante el crecimiento. El colapso acelerado (cuando ocurre) surge del proceso reforzador que se revierte, generando cada vez más.

La plantilla de esta estructura genérica se muestra en la figura 31.

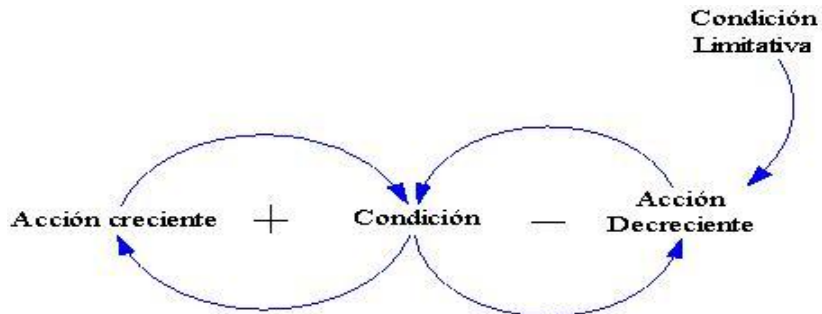


Fig. 31 Límite de crecimiento.

### Descripción

- ✓ Crecimiento. Se genera por causa de uno o más procesos de retroalimentación.
- ✓ Decrecimiento. Se genera como compensación al llegar al límite.
- ✓ Límite. Es una restricción en la cantidad de recursos o un elemento interno-externo.
- ✓ Condición. Es la variable o acción.
- ✓ Acción Creciente. Se refiere a una cantidad o porcentaje
- ✓ Acción Decreciente.

### Ejemplo 1

Un distribuidor de un producto mantiene una política agresiva de introducción del mismo en el mercado. Para ello destina una parte del beneficio de las ventas a incrementar el número de vendedores.

Los pedidos que la empresa consigue dependen, naturalmente, del número de vendedores y de la eficacia en las ventas de estos. Conforme los vendedores consiguen pedidos, y en la medida en que no se satisfacen instantáneamente sino con un cierto retraso, estos se acumulan como pedidos pendientes.

La estructura genérica para este escenario se muestra a continuación:



Fig. 32 Límite de crecimiento.

### Modelo verbal

Al aumentar el presupuesto, aumenta el número de vendedores lo que trae consigo que aumente el número de pedidos. Si más y más pedidos deben ser satisfechos debido al aumento del número de vendedores, llegará un momento en el que, al no poder suministrar a la velocidad requerida, el plazo en la entrega aumentará. La empresa tiene una capacidad límite de distribución. El plazo de entrega influye en la eficacia en las ventas. Conforme el plazo de entrega aumenta, los potenciales compradores irán redirigiendo su compra hacia productos de la competencia. Y la empresa irá perdiendo compradores.

### Ejemplo 2

Una empresa productora de software que, cuando es pequeña, crece deprisa brindando importantes oportunidades de promoción. La moral crece y los miembros jóvenes y talentosos están muy motivados. Pero a medida que la empresa se amplía el crecimiento se vuelve más lento (por ejemplo, por saturar el nicho de mercado o porque los fundadores ya no desean tanto crecimiento). Esto supone menos oportunidades de promoción, más rivalidades internas y una caída general de la moral.

La estructura genérica para este escenario es la figura 33.



Fig. 33 Límite de crecimiento.

Describe el proceso mostrado en la figura anterior.

### 3.4 Ejercicios para realizar durante el desarrollo del laboratorio de aprendizaje

#### 1.- Relación causal por escenario

De las variables presentadas en cada escenario diga cuál es la relación causal:



Fig. 34 Ingreso y egreso



Fig. 35 Construcción de vivienda

## **2.- Efecto boca a boca**

La base de clientes de un fabricante de software se incrementa cuando se añaden nuevos clientes. A través del proceso boca en boca, un porcentaje de los clientes actuales recomiendan a otras personas que se hagan clientes nuevos.

Represente la estructura causal de este proceso.

## **3.- Gestión del conocimiento y su medición**

Una vez concretadas la visión y misión de la organización, lo que permitirá elaborar el plan estratégico de la misma, resultará necesario establecer mecanismos que permitan controlar la marcha de las actividades en congruencia con la misión establecida. Para ello resultan herramientas necesarias los indicadores.

No obstante, tales indicadores estarán mostrando el desempeño logrado, o sea, describiendo lo que ha sucedido en un período de tiempo anterior. Esto implica la necesidad de que las mediciones sean realizadas de manera que el tiempo transcurrido entre los sucesos reales y la producción del indicador que los hace visibles sea el menor posible.

No obstante, queda demostrado que los indicadores nada dicen respecto al futuro, sobre todo al mediano plazo; no resultan aptos para una acción anticipatoria del efecto de las decisiones que se tomen. Además al observar un comportamiento no deseado marcado por alguno de los indicadores elaborados, se tomarán medidas correctivas para volver a observar el comportamiento de dichos indicadores a la espera de una reacción positiva. De no observarse mejoras en una siguiente medición, podrían acrecentarse dichas medidas correctivas tratando de forzar una recuperación. Tal situación podría ser equívoca al no considerar los retrasos o demoras que generalmente suelen producirse en el esquema “causa - efecto”.

Plantéese un escenario problemático que se ajuste al desplazamiento de la carga y diga cuál sería la solución sintomática y cuál la solución fundamental. Diga también cuál sería el efecto lateral.

#### **4.- Control al proyecto de software**

Un equipo de proyecto de software es sometido a un control, finalizado el control al líder se le dice que tiene que aplicar las Revisiones Técnicas Formales (RTF) para lograr una buena calidad del producto. A esto el líder alega: "Estoy consciente que un producto software puede ser aceptado, rechazado o aceptado con ciertas modificaciones por un grupo de revisores, pero la realidad es que no tenemos tiempo ni personal para hacer revisiones. Además, esto sobrecarga el proceso de desarrollo innecesariamente".

¿Ocurre realmente esto en su proyecto? Diga cuál es la solución sintomática tomada por este líder. Sugiera una solución fundamental y dígame cuál es el efecto colateral que se obtendría de seguir aplicando la solución sintomática. Haga la estructura genérica de esta situación

#### **5.- Represente en una estructura genérica de Dinámica de Sistemas el siguiente escenario problemático.**

Una fábrica de alta tecnología pierde participación en el mercado, a pesar de un producto magnífico y continuas mejoras. Pero la firma, orientada hacia sus "genios" del diseño, nunca tiene los planes de producción bajo control. Un investigador externo descubrió que los clientes estaban cada vez más insatisfechos con los retrasos, y compraban productos de la competencia. La compañía se mantuvo en sus trece: "Hemos mantenido un éxito de 90% en satisfacer el tiempo de entrega prometido al cliente". Por lo tanto, buscó el problema en otra parte. Sin embargo, cada vez que la compañía sufría retrasos en la entrega, reaccionaba alargando el tiempo prometido. El tiempo de entrega prometido se volvía cada vez más largo.

#### **6.- Contagio en el proyecto**

En la figura 36 se representa la estructura genérica de un escenario problemático que puede ocurrir en su proyecto. Identifique la estructura y haga una descripción verbal del mismo.



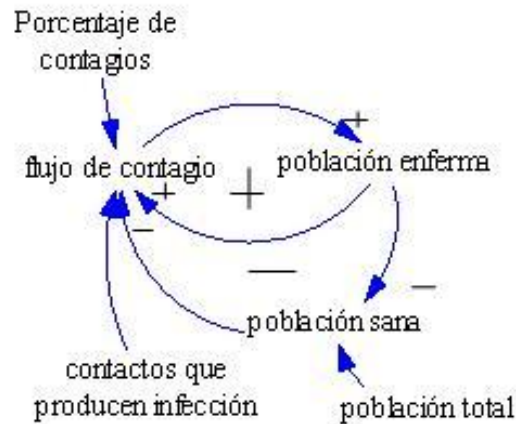


Fig. 36 Estructura genérica.

### 7.- Estado de investigación

En un diagnóstico sobre el estado de la investigación en una facultad se encontró que el problema fundamental es la generación de investigaciones y desarrollo. La mayoría de los profesores alegaron que la atención a la docencia y otras tareas los obligan a desatender las investigaciones, por lo que los resultados en I+D son pocos profundos. Cuando los profesores toman conciencia de la demora en la generación de I+D se logran I+D profundos. La cercanía de un evento genera la aceleración del proceso investigativo y el profesor usa una alternativa rápida para cubrir el evento y continuar su proceso de investigación deficiente. ¿A qué tipo de estructura genérica pertenece esta situación problemática? Represente mediante diagrama causal esta situación.

### 8.- Influencia de la contaminación por gripe.

La contaminación por gripe necesita mucho tiempo para disiparse y desaparecer. Cuantas más personas contaminadas existan, mayor es la cantidad de disipación; la cual después de un cierto tiempo, reduce el nivel de contaminación en gran medida. Cuando la cantidad de personas contaminadas disminuye, la disipación también lo hace hasta que también la contaminación desaparece.

Represente la estructura genérica de este escenario problemático.

### **3.5 Conclusiones del capítulo**

En este capítulo se amplió el análisis sobre las posibilidades del uso de los arquetipos en el laboratorio de aprendizaje, dejando claro que las situaciones problemáticas organizacionales en general pueden ser descritas suficientemente por algún arquetipo.

El procedimiento utilizado en este laboratorio de aprendizaje en el “¡clasifica y actúa!”, es decir, primero se clasifica el escenario de la situación problemática en algunos de las estructuras genéricas (arquetipos) y luego se toman los principios administrativos asociados a los arquetipos.

## CONCLUSIONES

El desarrollo de la investigación ha proporcionado dos herramientas para el estudio y predicción de diferentes patrones de comportamiento de sistemas. También ha proporcionado una metodología para el desarrollo del laboratorio cuya utilización permite poner en práctica las decisiones derivadas de los modelos mentales individuales, facilitándose la resolución de problemas organizacionales. Por otro lado, se contribuye a evitar que las decisiones organizativas se dirijan a sofocar los síntomas de los problemas detectados, en vez de centrarse en detener las causas de los mismos.

Para formarse una idea sobre la situación de cierto problema es necesario que transcurra cierto tiempo antes de tomar una decisión, y una vez tomada esta, se debe esperar algún tiempo hasta que se observen los efectos en la misma.

Las organizaciones pueden utilizar arquetipos para enfrentarse a problemas complejos de diferentes formas. En primer lugar, los arquetipos pueden ser utilizados como herramientas de diagnóstico para poder tener una mayor comprensión de la situación actual del problema que se aborda. En segundo lugar, pueden ser utilizados como herramientas de planificación, en el sentido de que pueden ser útiles para anticipar futuras consecuencias. En tercer lugar, pueden ser utilizados como herramientas de construcción, ayudando a construir y a aumentar el cuerpo de conocimiento entorno a la comprensión del mundo.

## RECOMENDACIONES

1-Continuar la investigación sobre los laboratorios de aprendizaje soportado por estructuras genéricas de Dinámica de Sistemas.

2-Llevar la investigación al planteamiento de los diagramas de Forrester para cada escenario problemático correspondiente a la estructura genérica.

3-Introducir en la metodología de laboratorio de aprendizaje el estudio completo de software de simulación Vensim.

4-Profundizar en el comportamiento de cada estructura genérica mediante procesos de simulación con el entorno Vensim.

5-Trabajar por obtener un material para la toma de decisiones empleando las técnicas de escenarios y Dinámica de Sistemas.

## BIBLIOGRAFÍA

### **Bibliografías de la Introducción**

[1] Gil.Morel, La investigación en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) y su vínculo con la actividad productiva. 2005 UCI.

[www.cudi.edu.mx/eventos/2005/ipn/ponencias/14abril2005/presentacion\\_19.ppt](http://www.cudi.edu.mx/eventos/2005/ipn/ponencias/14abril2005/presentacion_19.ppt)

[2] Aracil.J. Dinámica de sistema. Disponible en

[http://comunidad.uach.mx/marana/materias/mod\\_din\\_de\\_sist/material/Dinamica\\_de\\_sistemas.pdf](http://comunidad.uach.mx/marana/materias/mod_din_de_sist/material/Dinamica_de_sistemas.pdf)

[3] Godet M La Caja de Herramienta de la Prospectiva Estratégica cuarta edición, año 2000

<http://www.cnam.fr/lipsor/spa/data/bo-lips-esp.pdf>

[4] Hernández R A, Coello S , El Paradigma Cuantitativo de la Investigación Científica. No. 2002.

Disponible en Biblioteca UCI

### **Bibliografías del Capítulo1**

[1] Los límites del crecimiento. <http://w3.cnice.mec.es/recursos/bachillerato/economía/18/18-4.htm>

[2] Rivera E, Método de Escenarios para la Toma de Decisiones, 1998.

[3] Godet M La Caja de Herramienta de la Prospectiva Estratégica cuarta edición, año 2000.

<http://www.cnam.fr/lipsor/spa/data/bo-lips-esp.pdf>

[4] Roche A., Letelier P., Navarro E., Llavador M, Validación de modelos usando escenarios y prototipado automático.

[http://issi.dsic.upv.es/publications/archives/f-1161100303759/c\\_ready\\_rocheJISBD.pdf](http://issi.dsic.upv.es/publications/archives/f-1161100303759/c_ready_rocheJISBD.pdf)

[5] Cao J.I., Principios para un método de estimación de proyectos de software basado en los escenarios principales, Buenos Aires, 2006

[www.centros.itba.edu.ar/capis/epg-tesis-y-tf/cao-trabajofinaldeespecialidad.pdf](http://www.centros.itba.edu.ar/capis/epg-tesis-y-tf/cao-trabajofinaldeespecialidad.pdf)

[6] Bonilla R, Martínez A, Martínez Y., Elaboración de los escenarios prospectivos de Cuba y Pinar del Río para el desarrollo turístico al año 2020, año1993.

[www.ciget.pinar.cu/No.2004-3/turismo1.htm](http://www.ciget.pinar.cu/No.2004-3/turismo1.htm)

[7] Cueto K., González R., La Simulación de Escenarios para la resolución de problemas empresariales, octubre del 2002.

<http://www.intempres.pco.cu/Intempres2000-2004/Intempres2002/Ponencias/KATIACUE.pdf>

[8] Sarría Y, Becerra F.A., Aplicación del Enfoque Prospectivo para la Gestión del Desarrollo Local: Estudio de Caso”, Vol 1, Nº 2 (junio 2008).

[www.eumed.net/rev/delos/02/](http://www.eumed.net/rev/delos/02/)

[9] Martínez S, Dinámica de sistemas y planificación regional, Instituto de economía y geografía aplicada.

[10] Ramos I., Ruiz M., Mejías M.; Modelo dinámico y aprendizaje automático aplicado a la gestión de proyectos software. Revista de Procesos y Métricas de las Tecnologías de la Información (RPM) Vol.1, No. 3, Diciembre 2004, p.21-28.

<http://www.aemes.org/rpm/descargar.php?volumen=1&numero=3&articulo=3>

[11] Ortiz F., Maneiro N., Dinámica de Sistema: Otro enfoque para la modelación y simulación en ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo.

<http://servicio.cid.uc.edu.ve/ingenieria/revista/n1/1-1.pdf>

[12] -----Sistemas, modelos y simulación. Facultad de Ingeniería universidad de Buenos Aires.

[13] Tarifa E., Teoría de Modelos y Simulación Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Jujuy.

<http://www.modeloingenieria.edu.ar/unj/tms/apuntes/cp1.pdf>

[14] Medin J., Glosario de sistema-dinámica. UPR-Bayamón

<http://136.145.236.35/isdweb/pagina%20web/Documentos/glosario%20SD.pdf>

[15] Ortega J.A., Patrones de comportamiento temporal en modelos semicualitativo con restricciones

[http://fondosdigitales.us.es/public\\_thesis/66/4307.pdf](http://fondosdigitales.us.es/public_thesis/66/4307.pdf)

[16] Caro L, Goyhenecha C, Moscoso M, Sepúlveda M., Diagramas de Forreter. Año 2006.

[http://robinsoncofre.googlepages.com/Diagramas\\_de\\_Forrester.pdf](http://robinsoncofre.googlepages.com/Diagramas_de_Forrester.pdf)

[17] Donato J, Dormido S, Morilla F., Fundamentos de la dinámica de sistemas y Modelos de dinámica de sistemas en epidemiología. Mayo 2005.

[http://www.dia.uned.es/~fmorilla/MaterialDidactico/DS\\_contenidos.pdf](http://www.dia.uned.es/~fmorilla/MaterialDidactico/DS_contenidos.pdf)

[18] Severin P, Villanueva H., Metodología, basada en Dinámica de sistemas, para especificar los requisitos de una herramienta tecnológica enfocada al desarrollo de habilidades de argumentación. Universidad de Diego Portales.

[http://pitagoras.usach.cl/~gfelipe/clei/sesiones/sesion\\_9/Pdf\\_9/241.pdf](http://pitagoras.usach.cl/~gfelipe/clei/sesiones/sesion_9/Pdf_9/241.pdf)

[19] Lagarda E.A., Modelos mentales y formales con dinámica de sistema

[www.itson.mx/dii/elagarda](http://www.itson.mx/dii/elagarda)

[20] Dinámica de sistemas software y demos.

<http://www.dinamica-de-sistemas.com/wds3.htm>

[21] Fernando D, Simulación dinámica de escenario futuros de Colombia y el sector eléctrico colombiano.

<http://www.ecsim.org/es/pub/ESCENARIOS%20SECTOR%20ELECTRICO%20COLOMBIANO.PDF>

## **Bibliografía Capítulo 2**

[1] Innovación- El método de los Escenario. Julio del 2006

[http://www.innovacion.com.es/index.php?option=com\\_content&task=view&id=175&Itemid=34](http://www.innovacion.com.es/index.php?option=com_content&task=view&id=175&Itemid=34)

[2] Parra J A, Figueroa Y, Aplicación de pensamiento sistémico a una propuesta de laboratorio de pensamiento sistémico basado en arquetipos y mundos virtuales.

<http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie2000/papers/121/index.htm>

[3] Mejía A, Díaz G M, Tipos de arcos y hacia dónde disparan: Sobre la naturaleza y posibilidades de los arquetipos

[http://www.prof.uniandes.edu.co/~jmejia/PDF/tipos\\_de\\_arcos.pdf](http://www.prof.uniandes.edu.co/~jmejia/PDF/tipos_de_arcos.pdf)

[4].....Arquetipos sistémicos.

<http://jmonzo.net/blogeps/arquetipossistemicos.pdf>

[5] Senge P, Libros resumidos: La quinta disciplina.

<http://www.redconsultoras.com/libros/PeterSenge.htm>

### **Bibliografía Capítulo3**

[1] .....Existen dos formas de reducir la distancia que nos separa de una meta: esforzándonos para salvar la distancia o bajando el nivel de la meta.

<http://www.aprehender.net/BlogEdu/10Jul2007.pdf>.

[2] Carrá JC, Pensamiento Sistémico.

<http://www.aprehender.net/BlogEdu/DespCarga.pdf>

[3] Ortiz P A, No deje que lo urgente no deje tiempo para lo más importante.

<http://www.willydev.net/InsiteCreation/v1.0/descargas/prev/rana.pdf>

[4] Alvares Y, Alonso M, El proceso de toma de decisiones en un entorno complejos: una aplicación metodológica.

<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1252668>



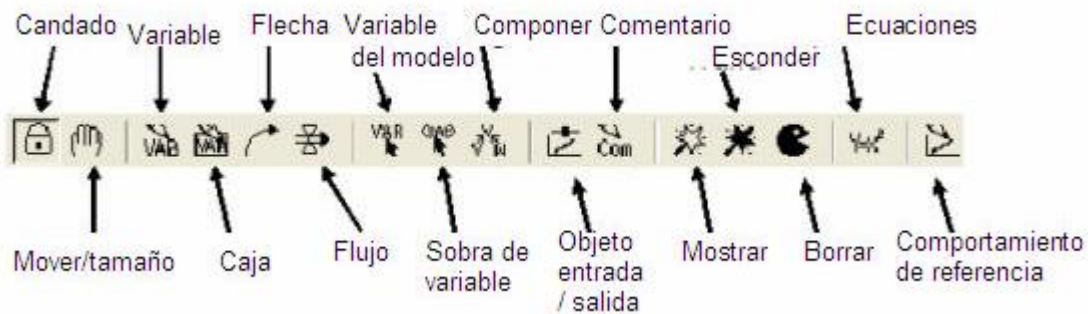
## ANEXOS

### Anexo 1: Acerca de Vensim

Vensim es una herramienta gráfica de creación de modelos de simulación que permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de Dinámica de Sistemas. Vensim proporciona una forma simple y flexible de crear modelos de simulación, sean con diagramas causales o con diagramas de flujos.

Las relaciones entre los elementos del sistema representan las relaciones causales, que se muestran mediante la conexión de palabras con flechas. Esta información se usa después por el Editor de Ecuaciones para crear el modelo de simulación. Se puede analizar el modelo en el proceso de construcción teniendo en cuenta las causas y el uso de las variables, y también estudiando los ciclos relacionados con una variable. Mientras que se construye un modelo que puede ser simulado, Vensim permite explorar el comportamiento del modelo.

### Herramientas de esquema



-**Candado**: El esquema está bloqueado. El indicador puede seleccionar objetos del esquema y la Variable la Barra de Trabajo, pero no puede mover los objetos del esquema.

-**Mover/Tamaño**: Mueve, cambia el tamaño y selecciona los objetos del esquema: las variables, las flechas, etc.

-**Variable**: Permite crear variables (Constantes, Auxiliares y Datos).

- Caja de Variable:** Crea las variables con forma de caja (usada para Niveles).
- Flecha:** Crea flechas rectas o curvas que representan las relaciones causales.
- Flujo:** Crea Flujos, que son flechas perpendiculares a la caja, una válvula y, si fuera necesario, fuentes y sumideros (nubes).
- Variable del Modelo:** Agrega una variable existente y las causas de esa variable a la pantalla del esquema.
- Sombra de Variable:** Agrega una variable existente a la pantalla del esquema como una sombra de la variable (sin añadir sus relaciones causales).
- Composición:** Compone dos variables en una sola, une los Niveles hacia las nubes existentes, une las Flechas hacia una variable y realiza otras operaciones.
- Objeto Entrada Salida:** Agrega cursores de entrada y gráficos de salida y Tablas al esquema.
- Comentario del esquema:** Agrega comentarios y dibujos al esquema.
- Mostrar:** Muestra (hace visible) las variables en una pantalla del esquema.
- Ocultar:** Esconde las variables en una pantalla del esquema.
- Borrar:** Borra la estructura, las variables en el modelo y los comentarios en un esquema.
- Ecuaciones:** Crea y edita las ecuaciones de un modelo usando el Editor de Ecuaciones.
- Comportamiento de referencia:** Se usa para dibujar y editar comportamientos de referencia.

## **Anexo 2: Entrevistas a especialistas**

- 1- ¿Qué cree usted de este laboratorio de aprendizaje?
  
- 2- ¿Cree usted que este laboratorio de aprendizaje basado en estructura genérica de dinámica de sistema, constituye una buena actividad metodológica, para entrenar a los líderes de proyectos?
  
- 3- ¿Qué opinión tiene usted sobre las estructura genéricas empleadas en este laboratorio de aprendizaje?